

**T.C.
YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**ÇOK ÇÖZÜNÜRLÜKLÜ YOL AĞI EKРАН HARİTALARININ GENELLEŞTİRMESİ
VE ETİKETLEMESİ**

WASİM SHOMAN

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
HARİTA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI
UZAKTAN ALGILAMA VE CBS PROGRAMI**

**DANIŞMAN
DOÇ. DR. FATİH GÜLGEN**

İSTANBUL, 2016

T.C.
YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**ÇOK ÇÖZÜNÜRLÜKLÜ YOL AĞI EKLAN HARİTALARININ GENELLEŞTİRMESİ
VE ETİKETLEMESİ**

Wasim SHOMAN tarafından hazırlanan tez çalışması 02/05 /2016 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Harita Mühendisliği Anabilim Dalı'nda **YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak kabul edilmiştir.

Tez Danışmanı

Doç. Dr. Fatih GÜLGEN
Yıldız Teknik Üniversitesi

Jüri Üyeleri

Doç. Dr. Fatih GÜLGEN
Yıldız Teknik Üniversitesi

Yıldız Teknik Üniversitesi

Yıldız Teknik Üniversitesi



Bu çalışma, Yıldız Teknik Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinatörlüğü'nün 2015-05-03-YL01 numaralı projesi ile desteklenmiştir.

ÖNSÖZ

Öncelikle çalışmalarım süresince yardımlarını esirgemeyen, her türlü desteği sağlayan, ayrıca tezimin yürütücülüğünü üstlenen değerli hocam Doç. Dr. Fatih GÜLGEN'e teşekkürü borç bilirim. Yine çalışmalarım süresince yardım ve dostluklarını esirgemeyen arkadaşlarıma ve sıkıntılarıma katlanan değerli aileme teşekkür ederim.

Mart, 2016

Wasim SHOMAN

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
SİMGE LİSTESİ	vii
KISALTMA LİSTESİ	vii
ŞEKİL LİSTESİ.....	ix
ÇİZELGE LİSTESİ.....	x
ÖZET.....	xi
ABSTRACT	xiii
BÖLÜM 1	
GİRİŞ.....	1
1.1 Literatür Özeti	2
1.2 Tezin Amacı	4
1.3 Hipotez	4
BÖLÜM 2	
HİYERARŞİ OLUŞTURMA YAKLAŞIMI	6
2.1 Önerilen Hiyerarşi Sistemi	8
2.1.1 Merkezlik Ölçülerinin Hesaplanması.....	8
2.1.1.1 Erişim bakımından merkezlik.....	9
2.1.1.2 Arasındalık bakımından merkezlik.....	9
2.1.1.3 Yakınlık bakımından merkezlik.....	9
2.1.1.4 Doğrusallık bakımından merkezlik.....	10
2.1.2 Uygun Yarıçap Değerinin Belirlenmesi.....	10
2.1.3 Ölçülerin Entegrasyonu	12
2.2 Hiyerarşi Türetme Testi.....	14
BÖLÜM 3	
KARTOGRAFİK GENELLEŞTİRME ve ETİKETLEME İŞLEMLERİ.....	22

3.1	Genelleştirme İşlemleri	22
3.1.1	Kaynaştırma İşlemi	24
3.1.2	Dönüştürme İşlemi.....	24
3.1.3	Seçme/Eleme İşlemi.....	24
3.1.4	Genelleştirme Sonuçları	25
3.2	Etiketleme İşlemleri	29
3.3	Uygulama Sonuçları	31
3.4	Tartışmalar	36
BÖLÜM 4		
SONUÇLAR VE ÖNERİLER		38
KAYNAKLAR.....		40
ÖZGEÇMİŞ.....		42

$R[i]$	Erişim bakımından merkezlik
Σ	Toplam
i, j, k	Düğüm noktaları
$d[i, j]$	Çizge üzerindeki düğüm noktaları arasındaki en kısa mesafe
$W[j]$	Hedef nokta ağırlığı
n_{jk}	j ve k düğüm noktaları arasındaki en kısa yol analiz sayısı
$B[i]$	Arasındalık bakımından merkezlik
r	Yarıçap
$C[i]$	Yakınlık bakımından merkezlik
G	Çizge
$S[i]$	Doğrusallık bakımından merkezlik
δ	Kuş uçuşu mesafe
f	Açısal değer
d	Odaklanılan cismin düşey düzlemdeki büyüklüğü
FOV	Normal görüş hattı
l, m ve u	Üçgensel bulanık sayılar
\check{A}	Bulanık karşılaştırma matrisi
$\check{\alpha}_{ij}$	Bulanık karşılaştırma matrisi
μ_A	Üyelik fonksiyonu
\otimes	İki bulanık sayının büyütülerek çoğaltılması
\tilde{S}_1	Olasılık derecesi
W	Ağırlıkların öncelik vektörü
FC	Fonksiyonel sınıf
$w(f)$	Bir yol detayının merkezlik bakımından hesaplanan önem değeri
$N(B(f))$	Arasındalık bakımından normalize edilmiş merkezlik değeri
$N(R(f))$	Erişim bakımından normalize edilmiş merkezlik değeri
$N(S(f))$	Doğrusallık bakımından normalize edilmiş merkezlik değeri
$N(Cs(f))$	Yakınlık bakımından normalize edilmiş merkezlik değeri

AHS	Analitik Hiyererşi Süreci
FOV	Normal görüş hattı
OGC	Open Geospatial Consortium
SLD	Styled Layer Descriptor
XML	Xtensible Markup Language



Şekil 2. 1	Önerilen yaklaşımın iş akışı	7
Şekil 2. 2	Bir insanın görüş alanı	11
Şekil 2. 3	$\tilde{S}_1 \geq \tilde{S}_j$ işleminin olasılık derecesi	14
Şekil 2. 4	Fonksiyonel sınıflara göre kategorize edilmiş Cambridge ve Somerville yol ağı	15
Şekil 2. 5	a)1:8K ve b)1:64K ölçekleri için geçerli yarıçaplara göre normalize edilmiş erişim bakımından merkezlik değerleri kullanılarak sınıflandırılmış yol detayları.....	16
Şekil 2. 6	a)1:8K ve b)1:64K ölçekleri için geçerli yarıçaplara göre normalize edilmiş arasındalık bakımından merkezlik değerleri kullanılarak sınıflandırılmış yol detayları..	16
Şekil 2. 7	a)1:8K ve b)1:64K ölçekleri için geçerli yarıçaplara göre normalize edilmiş yakınlık bakımından merkezlik değerleri kullanılarak sınıflandırılmış yol detayları	16
Şekil 2. 8	a)1:8K ve b)1:64K ölçekleri için geçerli yarıçaplara göre normalize edilmiş doğrusallık bakımından merkezlik değerleri kullanılarak sınıflandırılmış yol detayları..	17
Şekil 2. 9	Farklı ölçeklerde herbir sınıftaki herbir merkezlik için yüzdelik dilim değerlerine bağlı olarak oluşturulan çizgi grafikler	20
Şekil 2. 10	<i>Bulanık</i> -AHS kullanılarak derecelendirilen ölçülerin ağırlık katsayıları.....	21
Şekil 3. 1	Örnek bir yol ağı; a) genelleştirme işlemleri uygulanmadan önceki, b) kaynaştırma işlemi uygulandıktan sonraki, c) dönüştürme işlemi uygulandıktan sonraki ve d) seçme/eleme işlemi uygulandıktan sonraki durumu göstermektedir.....	23
Şekil 3. 2	a) Genelleştirme öncesi, b) kaynaştırma ve dönüştürme işlemleri uygulandıktan, c) fonksiyonel sınıf hiyerarşisine göre seçme/eleme işlemi uygulandıktan, d) önerilen hiyerarşiye göre seçme/eleme işlemi uygulandıktan sonra, çalışma bölgesindeki yol ağının bir bölümünün 1:64K ölçekli görünümü	26
Şekil 3. 3	a) Genelleştirme öncesi ve b) sonrası, birinci ve ikinci fonksiyonel sınıflarda yer alan bölünmüş yollar	27
Şekil 3. 4	Dönüştürme işlemi uygulanan detaylar (kırmızı).....	27
Şekil 3. 5	1:64K ölçeğinde iki hiyerarşiye göre seçme/eleme işlemi uygulanmış ve örtüştürülmüş yol ağı	28
Şekil 3. 6	Yol etiketleri için dikkate alınan koşullar	30
Şekil 3. 7	Test bölgesinde 1:4K ölçeğinde genelleştirme işlemleri uygulanmadan önceki yol ağı ve etiketlere ait örnek bir görüntü	31
Şekil 3. 8	1:8K ölçeğinde uygulanan genelleştirme ve etiketleme işlemlerinin izlendiği örnek bölge.....	32
Şekil 3. 9	1:16K ölçeğinde uygulanan genelleştirme ve etiketleme işlemlerinin izlendiği örnek bölge.....	33
Şekil 3. 10	1:32K ölçeğinde uygulanan genelleştirme ve etiketleme işlemlerinin izlendiği örnek bölge.....	33
Şekil 3. 11	1:64K ölçeğinde uygulanan genelleştirme ve etiketleme işlemlerinin izlendiği örnek bölge.....	34

Çizelge 2. 1	Kullanılan ölçekler ve buna bağlı gerçek yarıçaplar	11
Çizelge 2. 2	Linguistic variables describing weights of criteria and values of ratings.	13
Çizelge 2. 3	1:8K'dan 1:64K'ya herbir ölçek aralığında fonksiyonel sınıflara düşen yol detayı merkezlik değerlerinin yüzdesel dağılımı.....	18
Çizelge 2. 4	Ölçüler için ikili karşılaştırma matrisi	21
Çizelge 3. 1	Her ölçek seviyesinde kullanılan minimum uzunluk değerleri.....	25
Çizelge 3. 2	Kaynaştırma ve Dönüştürme işlemleriyle detay uzunluklarında meydana gelen azalma yüzedeleri.....	26
Çizelge 3. 3	Her ölçekte seçme/eleme işlemiyle detaylara uygulanan toplam uzunluk indirgemesi.....	28
Çizelge 3. 4	Belirlenen detay seviyelerinde fonksiyonel sınıf bilgilerine göre detay sayılarındaki azalma miktarları	34
Çizelge 3. 5	Kullanılan detay seviyelerinde fonksiyonel sınıflarda yer alan yollara ait etiket sayıları	35

ÇOK ÇÖZÜNÜRLÜKLÜ YOL AĞI EKРАН HARİTALARININ GENELLEŞTİRMESİ VE ETİKETLEMESİ

Wasim SHOMAN

Harita Mühendisliği Anabilim Dalı

Yüksek Lisans Tezi

Tez Danışmanı: Doç. Dr. Fatih GÜLGEN

Bu tez kapsamında, kartografyanın önemli çalışma konularından genelleştirme ve etiketleme konularındaki sorunlarının çözümü için çok ölçekli yol ağı haritalarında geçerli yeni bir yaklaşım ortaya konulmaktadır. Tasarlanan yöntem sayesinde çok ölçekli ekran haritalarında kullanıcıların harita içeriğini daha kolay kavraması amaçlanmaktadır. Çalışma kapsamında genelleştirme ve etiketleme işlemleri için önerilen yol ağı hiyerarşisi, yol detaylarının fonksiyonel sınıf bilgilerinden ve merkezlik ölçülerinden yararlanılarak türetilmiştir. Merkezlik ölçüleri her yaklaşma/uzaklaşma seviyesi için ayrı olarak hesaplanan yarıçap parametre değerine bağlı olarak değişmektedir. Yarıçapların belirlenmesinde harita kullanıcısının okuma mesafesindeki normal görüş hattı değerleri kullanılmıştır.

Her bir yol detayının önemi veri tabanlarında öznitelik bilgisi olarak tutulan fonksiyonel sınıf değerlerine göre değişmektedir. Fakat bu sınıflandırma belirli bir bölgede aynı fonksiyonel sınıf içinde yer alan detayların karşılıklı olarak önem derecelerinin belirlenmesinde yetersizdir. Bu eksikliğı ortadan kaldırmak için bu çalışmada, fonksiyonel sınıf özelliklerinin yanında, yolların önem derecelerinin belirlenmesinde geometrik özellikleri de dikkate alan merkezlik ölçülerinin kullanılması hedeflenmiştir. Merkezlik ölçüleri yol ağındaki belirgin ve önemli dokuların tespitine imkân sağlar. Bu dokular genelleştirme ve etiketleme işlemlerinin gerçekleştirilmesinde, ortaya alternatif çözümler koymaktadır.

Tez çalışmasında kullanılan merkezlik ölçüsüne bağlı geometrik özellikler birincil çizge üzerinden çıkarılmıştır. Her detay seviyesi için belirlenen yarıçap değeri çizgi detayların ortasına yer aldığı varsayılan orta noktalara bağlı olarak hesaplanmıştır. Yarıçap değerlerinin belirlenmesinde kullanılan normal görüş hattı, kullanıcının odaklandığı ekran haritasının sınırlarına göre değişen açısal bir değerdir. Her yaklaşma/uzaklaşma seviyesi için yarıçap değeri ayrı olarak hesaplanmış ve yol detaylarının merkezlik ölçüsü değerleri buna bağlı olarak türetilmiştir. Çalışmada kullanılan dört merkezlik ölçüsüne bağlı farklı hiyerarşik sonuçlar çoklu karar destek mekanizmaları kullanılarak bütünlüştürülmüştür. Karar destek amaçlı kullanılan en önemli yöntemlerden biri analitik

hiyerarşi süreci yaklaşımıdır. Uzman görüşlerine bağlı olarak ikili karşılaştırmalara dayanan bu süreç merkezlik ölçülerinin ağırlık değerlerinin belirlenmesini sağlamaktadır.

Yol ağları için önerilen hiyerarşi türetme yöntemi, Amerika Birleşik Devletleri – Boston içindeki Cambridge ve Somerville yerleşim merkezine ait veriler üzerinden test edilmiştir. Test bölgesindeki yol detayları beş farklı fonksiyonel sınıf hiyerarşisine sahiptir. Fonksiyonel sınıf bilgilerine merkezlik ölçülerinin bütünleştirilmesine dayalı yeni hiyerarşi eklenerek yol ağı genelleştirilmesi ve etiketleme işlemleri gerçekleştirilmiştir. Önerilen hiyerarşi, önemsiz olarak kabul edilen yol detaylarının belirlenmesinde ve yol etiketlerinin önemlerinin ortaya konulmasında oldukça etkilidir.

Anahtar Kelimeler: Kartografya; Genelleştirme; Etiketleme; Çok çözünürlük; Yol ağı; Fonksiyonel sınıf; Hiyerarşi; Normal görüş hattı; Merkezlik



DIGITAL MAP GENERALIZATION AND LABELLING OF MULTI-SCALE STREET NETWORKS

Wasim SHOMAN

Department of Geomatic Engineering

MSc. Thesis

Adviser: Associate Prof. Dr. Fatih GÜLGEN

This study discusses a new cartographic approach to solve problems of generalizing and labelling street features in multi scale street maps. The main purpose of the applied new approach is to make the map contents more understandable for the map users, by considering their important demands while browsing multi resolution maps. For better generalizing and labelling, a new hierarchy for street maps is obtained using functional classes and centrality measures of the street features. Values of centrality measures change in each scale by calculating a radius parameter which depends on the map user's field of view.

The importance of each street feature is distinguished based on their functional classes. However, this classification is not sufficient to differentiate between features from the same classes within a limited area. To improve this, important geometric properties beside streets functional classes for the street features are considered. Centrality measures capture street features' relative significance by calculating their geometric properties in street networks, thus using them provide important upgraded solution for the generalization and labelling processes.

In this study, centrality measures are derived from primary graph using the mid-points of street features and appropriate radius in each used level of detail. Extraction of the investigated radius in each level of detail on a map happens by using the right field of view, which is an angular extent subtended by a display in front of the user's eyes. For each zoom level a diameter is calculated then used to extract the centrality values for the street features at that zoom level. In this study, four centrality measures each of which marks different patterns of the street network as significantly important are studied; however, these patterns alter in their practicality for the generalization and labelling processes. Ranking and giving priorities to the various centrality measures in an equation are constructed by using one multi-criteria decision method. One of the most utilized methods in the multi-criteria decision approaches is the Analytical Hierarchy Process. The weights for each of the centrality measures are computed and normalized to form the hierarchy, in this process.

The proposed hierarchy is applied on an area in Boston (USA) that contains street network for Cambridge and Somerville. The test area contains street features classified in five street functional classes. Using street functional classes with the priorities extracted from the proposed hierarchy, generalization and labelling processes are applied. The proposed hierarchy has significant effects in labeling important street features also in omitting insignificant street features from the street networks.

Keywords: Cartography; Generalization; Labeling; Multi-resolution; Street Network; Functional Class; Hierarchy; Field of view; Centrality.



GİRİŞ

Bilgisayar teknolojilerindeki gelişmelerle birlikte haritalar basılı formdan ekran haritalarına hızlı bir dönüşüm içindedir. Kullanım türündeki bu değişimin en önemli tetikleyicisi internet kullanımının yaygınlaşması ve bilgisayarların dışında farklı platformlarda (tablet, akıllı telefonlar vb.) haritaların kullanılabilir olmasıdır. Basılı bir harita ölçeksiz olamaz, buna karşın ekran haritalarında ölçek yerine yaklaşma/uzaklaşma seviyeleri geçerlidir. Farklı yaklaşma/uzaklaşma seviyelerinde ekran haritalarında görünecek gerçek dünya nesnelere türlerine göre farklı çözünürlüklerde, farklı harita işaretleriyle gösterilir.

Ekran haritalarında nesnelere harita kullanıcıları tarafından anlaşılmasını ve doğru yorumlanmasını sağlamak için veri sınıflandırması ve veri yapılarına ait detayların belirli ilkeler doğrultusunda standartlaştırılması gerekir. Bina, ulaşım, hidrografi vb. veri temalarına ait detay türleri aynı özellikteki detayların bir koleksiyonudur. Bir detay türüne ait bütün nesnelere benzer geometriye sahiptir ve ortak öznitelikleri paylaşır. Bir detay türü birçok türeyen ilişkiye sahiptir ve davranışlara göre alt detay sınıflarına ayrılmıştır. Bir detaya ait alt detaylar aynı özniteliklere ve geometrik sunuma sahiptir, olmasına karşın, bazı belirleyici özellikler alt detay sınıfına ait farklı öznitelik değerleriyle ifade edilir. Örneğin bu çalışma kapsamında ele alınan karayolu detayı; yolun geçtiği bölgeye, trafik değeri ve geometrisine, yolu kullanan taşıt cinsine, trafiğin türüne, yol platformunun durumuna, trafiğin akış yönüne ve kaplama durumuna göre farklı şekillerde sınıflandırılabilir. Bunlar dışında son dönemde kabul görmüş diğer bir sınıflandırma sistemi yolların kullanım fonksiyonlarına bağlıdır. Yollar fonksiyonlarına göre; anayol, toplayıcı yol ve yerel yol olarak üç temel sınıfta ele alınmaktadır. Anayollar

ülke içi ve ülkeler arasındaki büyük yerleşim merkezlerini birbirine bağlayan yollardır. Toplayıcı yollar anayollara kıyasla daha küçük yerleşim merkezlerindeki üretim ve çekim trafiğini taşıyan yollardır. Yerel yollar, toplayıcı yollara bağlanan, çok daha küçük yerleşim birimlerine ulaşımı sağlayan, bunların dışında özel mülk ve tesislerin de bağlandığı yollardır.

Bu çalışma kapsamında, karayolu detayları için yolların fonksiyonel sınıf değerleri yazı etiketlerinin önem derecelerinin belirlenmesinde kullanılmaktadır. Böylece yol isimleri bir internet servisi üzerinden çok çözünürlüklü harita verisi olarak sunulmaktadır. İnternet ortamında oluşturulan ekran haritalarında yazı etiketlerinin farklı yaklaşma/uzaklaşma seviyelerinde uygun şekilde çok çözünürlüklü olarak sunulması haritaların hızlı okunabilir, anlaşılır, daha doğru ve güzel olmasını sağlamaktadır.

1.1 Literatür Özeti

Bilgisayar ve internet teknolojilerindeki gelişmeler sayısal haritaların kullanıcılara çok çözünürlüklü olarak sunulmasını zorunlu kılmaktadır. Coğrafi verilerin çok çözünürlüklü sunumuna duyulan ihtiyaç kartografik genelleştirmeye olan ilgiyi arttırmaktadır. Yeryüzü gerçekliğine ilişkin geometrik ve semantik bilgilerin, hedef kullanıcı kitlesi, ölçek ve amaç doğrultusunda, kaynak haritalardan ve veritabanlarından özetlenerek sunulması anlamına gelen genelleştirme işlemi, kartografya disiplininin önemli çalışma konularından biridir. Son yirmi yılda kartografik genelleştirme konusunda, Türkiye’de doktora düzeyinde çeşitli çalışmalar yapılmıştır [1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 ve 8]. Bu çalışmalarda, genelleştirme işlemleri nesne sınıflarına bağlı farklı yöntemler kullanılarak tasarlanmış ve uygulanmıştır. Buna karşın, temel topografik veri tabanlarında coğrafi nesnelere öznitelikleri olarak tutulan detaylara ait isim verilerinin genelleştirme ile türetilen haritalarda etiketlenmesi üzerine sınırlı sayıda çalışma yapılmıştır [9].

Bu tez çalışmasında ele alınan etiketleme yaklaşımı, çok çözünürlüklü sistemde yol ağı detayları üzerinde geliştirilmiştir. Haritalarda küçük ölçekte ya da diğer bir ifadeyle veritabanlarında düşük çözünürlükte [4 ve 7], bir yerleşim bölgesindeki yol ağını oluşturan tüm detayların anlaşılır şekilde gösterilmesi mümkün değildir. Bu nedenle yol ağı basitleştirilerek sunulur [10]. Yol ağı genelleştirmesi üzerine yapılan çalışmaların büyük çoğunluğu ağ hiyerarşisine dayanır. Temel topolojik ağ yapısının çizge üzerinden

tanımlandığı çizge teorisi çalışmaları, yol ağı genelleştirmesinde hiyererşik yaklaşımına temel oluşturmaktadır [11, 12 ve 13]. Literatürde çizge temelli birçok yol ağı genelleştirme çalışmasından bahesedilmektedir [14, 15, 16, 17 ve 18]. Bu çalışmalarda; Thomson ve Richardson [14], yol ağı hiyerarşisi oluşturmak için birincil çizgeye dayalı iyi süreklilik prensibinden yararlanmıştır. Jiang ve Claramunt [15], yerleşim bölgelerindeki yol ağlarının yapısal özelliklerini karakterize ederek önemli yol detaylarını korumak için ikincil çizgeye dayalı bir yaklaşım geliştirmiştir. Zhou ve Li [16 ve 17], ağdaki önemsiz yolları tespit ederek bunları eleyebilmek için merkezlik ölçülerini kullanmıştır. Gülgen [18], ikincil çizgeden üretilen merkezlik ölçülerine bağlı değerlerin yol ağı genelleştirmesindeki etkilerini analiz etmiştir. Ayrıca, alanlara ayırma [19], bağlı yüzey yoğunluğu [20], ada birleştirme [21] ya da lojistik regresyon [22] yöntemleri yol ağı genelleştirmesinde kullanılmış ağ hiyerarşisi dışında kalan diğer bazı yöntemlerdir.

Etiketleme işlemi çok çözümlü harita tasarımının parçalarından biridir ve kartografların yaptığı tasarım çalışmalarında önemli bir yer tutar [23]. Etiketleme ile harita detaylarının anlaşılır şekilde sunulması üzerine birçok akademik çalışma yapılmıştır [24, 25, 26, 27, 28, 29 and 30]. Zoraster [24], noktasal detaylara ait etiketlerin yerlerinin en uygun şekilde belirlenebilmesi için benzetilmiş tavlama (*'simulated annealing'*) algoritmasını kullanmıştır. Fan vd. [25], çeşitli etkenleri skorlayarak etiketlerin yerleştireleceği yerlere karar veren sistematik bir çözüm yöntemi geliştirmiştir. Fan vd. [26], diğer bir çalışmada etiket yerlerinin duyarlılığını kontrol eden dört temel ölçüt tanımlamıştır. Bunlar; (1) iki etiket arasındaki tutarsızlık, (2) etiket ve detaylar arasındaki örtüşme, (3) etiketler arasındaki konumsal öncelik ve (4) detay ve onu temsil eden etiket arasındaki ilişki olarak ifade edilmiştir. Zhang ve Harrie [27], gerçek zamanlı haritalarda noktasal ve çizgisel detaylara ait etiketler için yazı ve işaret arasında bir kaynaştırma yöntemi önermiştir. Bu yöntem, bir optimizasyon tekniği yardımıyla, etiket yerleştirme kurallarına, kartografik detayların dağılımına ve örtüşmelerin önlenmesine dayanan bir yapılandırma tekniğidir. Stadler vd. [28], noktasal ve çizgisel detaylar için etiketlerin yerleştirilebileceği yerleri tekrarlı olarak kontrol eden hibrit bir algoritma önermiştir. Nascimento ve Eades [29], etiketlerin konumlarına bağlı optimizasyon problemlerinin çözümü için harita kullanıcılarından toplanan ipuçlarına dayalı, etkileşimli bir harita etiketleme yaklaşımı ortaya koymuştur. Brewer vd. [30], bir

yol ağındaki detaylara uygulanması gereken genelleştirme ve etiketleme işlemlerini bir arada düşünmüştür. Gerçekleştirilen uygulamada, çok ölçekli haritalar için yolların fonksiyonel sınıf hiyerarşilerinden yararlanarak, temel haritalardan çözünürlüğü düşürülmüş yeni veri setleri türetilmiş ve daha sonra türetilen her veri seti için bir etiket hiyerarşisi oluşturulmuştur.

1.2 Tezin Amacı

Günümüzde internet ortamında harita sunan ulusal ve uluslararası kurum ve kuruluşlar uygun harita etiketlerini belirleme ve yerleştirme konusunda kendi çözümlerini üretme çabasıdadır. Haritaların temel bileşenlerinden biri olan yazıların uygun etiketlerle sunulması ve etiketlerin harita üzerinde kullanıcıların rahatlıkla okuyabileceği şekilde gösterilmesi haritayı daha anlaşılır hale getirecektir. Bu çalışma ile farklı yaklaşma/uzaklaşma seviyelerinde, yol ağlarında yazı etiketlerinin birbirini örtmesiyle ortaya çıkan okunabilirlik ve estetik sorunlarına çözüm üretilmesi amaçlanmaktadır. Bu doğrultuda, yol ağının fonksiyonel sınıf bilgilerinin yanında farklı özellikleri de dikkate alan yeni bir yol ağı hiyerarşisi oluşturulması; oluşturulan hiyerarşiye dayalı bağlı ağırlıklandırmanın çok çözünürlüklü yol ağı veri setlerinin türetilmesinde ve etiket ağırlıklarının belirlenmesinde kullanılması hedeflenmektedir. Ayrıca, önerilen yöntemin açık kaynak kodlu bir yazılım üzerinde çalışacak şekilde tasarlanması ve yazılımın sağladığı olanaklar sayesinde etiketlerdeki örtüşme sorunlarının çözülmesi planlanmaktadır.

1.3 Hipotez

Aşağıda verilen iki hipotez bu tez çalışmasının temelini oluşturmaktadır:

- Yol detaylarına ait fonksiyonel sınıf bilgileri aynı sınıfa düşen farklı cadde ya da sokakların birbirine göre önem derecelerinin belirlenmesinde yetersizdir. Bu durumda yolların sınıf bilgilerinin yanında coğrafi-mekânsal özelliklerinden yararlanılarak daha detaylı bir yol ağı hiyerarşisi oluşturulabilir.
- Bir yol ağındaki cadde, sokak vb. detaylara ait etiketlerin ekran haritalarında farklı çözünürlüklerde sunulması için önceden yol ağına kartografik genelleştirme

işlemlerinin uygulanması gerekir. Yolların birbirine göre önem derecelerini ortaya koyabilen bir yol detayı hiyerarşisi genelleştirme ve etiketleme işlemlerinde kullanılabilir.

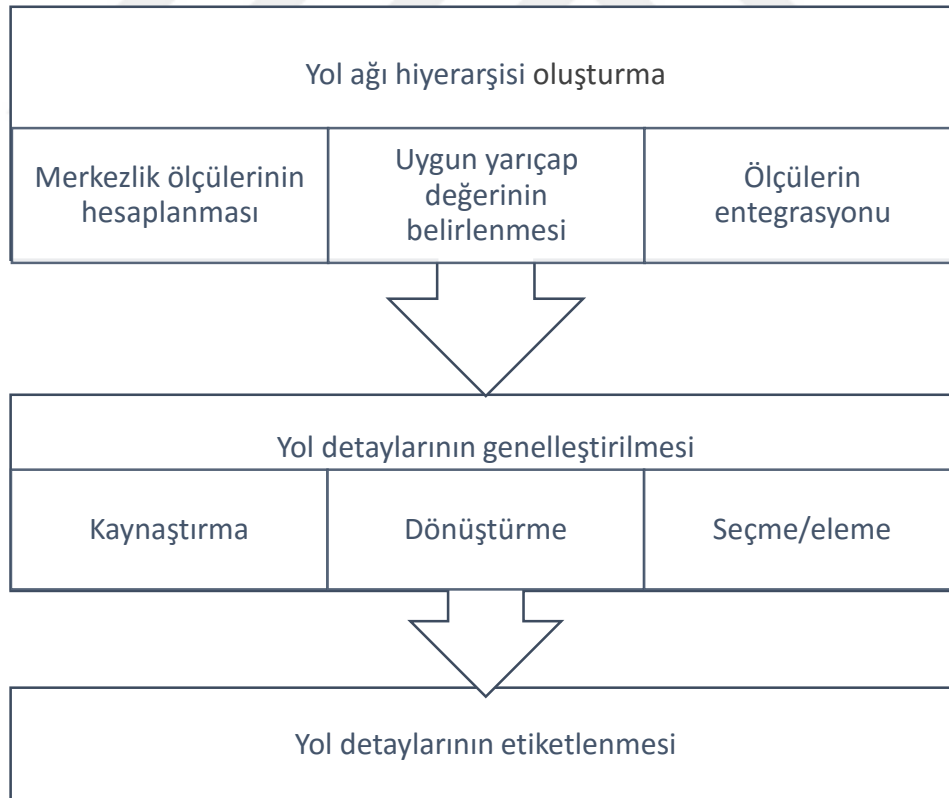


HİYERARŞİ OLUŞTURMA YAKLAŞIMI

Bir yol ağı veri setinde tutulan coğrafi detaylar çeşitli öznitelikler içerir. Bunlar arasında en önemlisi fonksiyonel sınıf değerleridir. Bu bilgiler gerek yol ağı haritalarının tasarımında, gerekse ulaşım sorunlarının çözümünde kullanılmaktadır. Yol ağının sadece fonksiyonel sınıf hiyerarşisine dayalı tanımlanmasının yetersiz kaldığı durumlarda ilgili yol detaylarının geometrik özelliklerine dayalı daha duyarlı bir hiyerarşi geliştirilebilir.

Yerleşim merkezlerinde yol ağı detaylarını önem derecelerine göre ağırlıklandırmak için kullanılan önemli kıstaslardan biri merkezliktir. Merkezlik çeşitli ölçüler içerir ve bunlara ait değerler birincil ve ikincil çizge üzerinden türetilebilir. Birincil çizge yol ağının geometrisiyle uyumludur. Yollar birincil çizgede çizgenin bağlantılarını; kavşaklar ise düğüm noktalarını gösterir. İkincil çizge ise yolların düğüm noktalarıyla; kavşakların ise çizgenin bağlantıları ile gösterildiği durumu ifade eder. Merkezlik ölçülerine ilişkin değerlerin ikincil çizge kullanılarak türetilmesi yol ağı genelleştirme çalışmalarında sıklıkla görülmektedir [15, 16, 18 ve 31]. İkincil çizge topolojik ilişkileri dikkate alırken, birincil çizge detaylar arasındaki konumsal ilişkileri göz önünde bulundurmakta ve farklı yaklaşma-uzaklaşma seviyelerinde detayların geometrisiyle bağlantılı yol dokularına ilişkin bilgileri içinde barındırmaktadır. Birincil çizgeden türetilen merkezlik ölçüleri bir yol ağındaki farklı dokuları ortaya çıkartma imkânı verdiği için genelleştirme çalışmalarında kullanılması idealdir. Buna karşın, herbir yol için birincil çizgeden türetilen ölçüler yol ekseninin geometrisi üzerindeki noktasal bir konuma dayalıdır. Genellikle bir yerleşim merkezinde gerçekleştirilen merkezlik analizlerinde kavşak noktaları temel alınmasına karşın, bu çalışmada merkezlikler yol detaylarının orta noktaları ve ölçek sayısına diğer bir deyişle yaklaşma/uzaklaşma seviyesine bağlı bir yarıçap değeri üzerinden hesaplanmaktadır. Yol detaylarının orta noktaları yol isimlerine ilişkin etiketlerin yerleştirilebileceği uygun noktaları göstermektedir. Bir noktanın belirli bir yarıçap dâhilinde içine düşen diğer noktalar ise noktanın mekânsal önemini ortaya koymakta kullanılmaktadır. Bir nokta için türetilen merkezlikler, çok ölçütlü bir karar destek sistemi yaklaşımı kullanılarak bütünleştirilmekte ve herbir nokta için bir öncelik

değeri hesaplanmaktadır. Analitik Hiyerarşi Süreci (AHS) çok ölçütlü karar verme yaklaşımlarından en önemlisidir. Bu yaklaşımda ölçütler, uzman görüşlerine bağlı yargılar ile ikili şekilde karşılaştırılmaktadır [32]. AHS oldukça popüler olmasına karşın, bu yöntemde karar vericilerin ikili yargıya kesin varamadıkları durumlar söz konusu olabilir. Bu kısıtı ortadan kaldırmak için *bulanık*-AHS yöntemi geliştirilmiştir [33 ve 34]. Böylece karar vericinin kesin olmayan yargılarının da göz önünde bulundurulması sağlanabilir. Bu çalışmada, her nokta için türetilen farklı merkezlik ölçülerine ilişkin değerler *bulanık*-AHS ile ağırlıklandırılmış ve herbir yol detayı orta noktası için bir öncelik değeri hesaplanmıştır. Şekil 2.1, bu çalışmada gerçekleştirilen hiyerarşi oluşturma yaklaşımının alt başlıklarını ve buna bağlı olarak gerçekleştirilecek genelleştirme ve etiketleme işlemlerinin genel iş akışını göstermektedir. Önerilen hiyerarşi türetme yaklaşımı ve bu yaklaşımda göz önünde bulundurulan bileşenler aşağıda detaylı olarak açıklanmaktadır.



Şekil

Önerilen yaklaşımın iş akışı

2. 1

2.1 Önerilen Hiyerarşi Sistemi

Bu çalışmada yol ağı hiyerarşisi oluşturmak için dört adet merkezlik ölçüsünden yararlanılmıştır:

- Erişim bakımından (*'reach'*) merkezlik
- Arasındalık bakımından (*'betweenness centrality'*) merkezlik
- Yakınlık bakımından (*'closeness centrality'*) merkezlik
- Doğrusallık bakımından (*'straightness'*) merkezlik

Bu ölçülere ilişkin değerler, karmaşık bir yol ağı sistemindeki belirgin ve önemli dokuların ortaya çıkarılması için birincil çizge üzerinden türetilmiştir. Birincil çizgede; yolların kesişim noktaları düğüm noktaları ve yol bağlantıları çizgiler olarak ele alınır [35]. Birincil çizgeyi oluşturan yol detaylarına ilişkin merkezlik değerlerinin türetilmesi nokta temelli bir işlemdir. Bu çalışmada önerilen yaklaşımda, yol detaylarının orta noktalarının etiketlerin yerleştirilebileceği en uygun yerleri gösterdiği kabul edilmiştir. Bir orta noktaya göre, belirlenen tampon bölge içinde kalan, çevre detaylara ait noktalar, ilgili noktanın merkezlik değerlerini belirlemede etkilidir. Tampon bölge seçilen yarıçap değerine bağlıdır. Yarıçap, bir harita kullanıcısının haritaya baktığında detay seviyesinde odaklanabileceği görüş alanına göre değişir. Yol detayları için merkezlik ölçülerine ait hesaplanan değerlerin her biri oluşturulan birincil çizgeye bağlıdır. Hiyerarşi oluşturma işleminde ölçülerin entegrasyonunu *bulanık-AHS* ile sağlandıktan sonra elde edilen yolların önem değerleri kartografik genelleştirme aşamasındaki seçme-eleme işleminde ve etiketleme işlemlerinin uygulanmasında kullanılmıştır.

2.1.1 Merkezlik Ölçülerinin Hesaplanması

Merkezlik, şehirlerin sosyal, ekonomik ve çevresel yapılarını ortaya çıkartan çeşitli araştırma çalışmalarında kullanılmaktadır [36, 37, 38, 39, 40 ve 41]. Bu çalışmada dikkate alınan dört merkezlik ölçüsü aşağıda açıklanmaktadır [42]:

2.1.1.1 Erişim bakımından merkezlik

Erişim bakımından merkezlik, çizgeye ait bir düğüm noktası etrafında belirlenen tampon bölge içinde, bu noktadan diğer düğüm noktalarına olan kısa mesafeli erişim imkânını ölçer (2.1).

$$R[i]^r = \sum_{j \in G - \{i\}; d[i,j] \leq r} W[j], \quad (2.1)$$

Eşitlikte geçen $d[i, j]$ çizge üzerindeki i ve j düğüm noktaları arasındaki en kısa mesafeyi göstermektedir. $W[j]$, hedefteki j noktasının ağırlığıdır. Bu çalışmada önerilen yöntem için düğüm noktaları yol ağındaki detayların orta noktalarıdır. Hedef noktalara ilişkin bir ağırlık değeri öngörülmediğinden $W[j]$ değeri 1 kabul edilmiştir. Ağırlık faktörü diğer ölçüler içinde geçerlidir.

2.1.1.2 Arasındalık bakımından merkezlik

Arasındalık bakımından merkezlik, çizgeye ait tüm düğüm noktaları arasında ikili olarak yapılan en kısa yol analizlerinde, test edilen düğüm noktasından geçilme oranının toplamını hesaplar (2.2).

$$B[i]^r = \sum_{j,k \in G - \{i\}; d[j,k] \leq r} \frac{n_{jk}[i]}{n_{jk}} \cdot W[j], \quad (2.2)$$

Eşitlikte geçen; n_{jk} j ve k düğüm noktaları arasındaki en kısa yol analiz sayısını, $n_{jk}[i]$ ise j ve k arasında yapılan analizler sırasında i düğüm noktasından geçilmek durumunda kalınan en kısa yol analiz sayısını göstermektedir. Test edilen bir düğüm noktası için arasındalık bakımından merkezlik değeri, noktanın ağ akışını sağlamadaki yeteneğini ortaya koymaktadır.

2.1.1.3 Yakınlık bakımından merkezlik

Yakınlık bakımından merkezlik, çizgeye ait bir düğüm noktasından diğer tüm düğüm noktalarına olan toplam en kısa mesafenin ters ağırlığıdır (2.3).

$$C[i]^r = \frac{1}{\sum_{j \in G - \{i\}; d[i,j] \leq r} (d[i,j] \cdot W[j])}, \quad (2.3)$$

2.1.1.4 Doğrusallık bakımından merkezlik

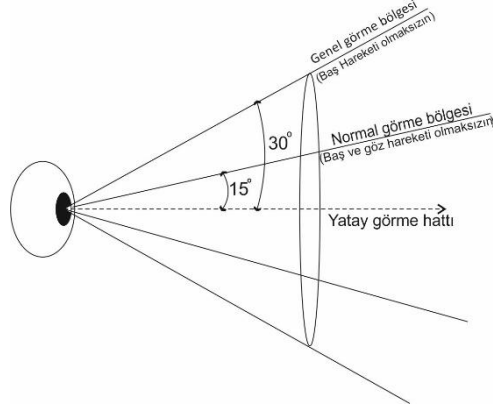
Doğrusallık bakımından merkezlik, çizgeye ait bir düğüm noktasından diğer tüm düğüm noktalarına olan en kısa mesafe ile bu noktalar arasındaki öklit mesafesi oranının toplamını gösterir (2.4).

$$S[i]^r = \sum_{j \in G - \{i\}, d[i,j] \leq r} \frac{\delta[i,j]}{d[i,j]} \cdot W[j], \quad (2.4)$$

Eşitlikte geçen $\delta[i,j]$, i ve j noktaları arasındaki jeodezik mesafeyi; $d[i,j]$, iki nokta arasındaki en kısa ağ mesafesini göstermektedir.

2.1.2 Uygun Yarıçap Değerinin Belirlenmesi

Birincil çizge üzerinden bir düğüm noktası için hesaplanan; erişim, arasındalık, yakınlık ve doğrusallık bakımından merkezlik değerleri seçilen yarıçap değerine bağlıdır. Bu yarıçapın belirlenmesi bir kullanıcının haritaya baktığında ilgili ölçekte (detay seviyesinde) odaklanabileceği görüş alanına bağlıdır. Görüş, kullanıcının uygun mesafede haritaya odaklanışını etkileyen en belirgin unsurdur. Görüş alanı insanın baktığı cisme odaklandığında zihninde canlandırabildiği bölgedir. Bir insanın görüş alanı açısız olarak ifade edildiğinde; yatayda 200 derece, düşeyde ise 135 derecedir [43 ve 44]. Yatay düzlemde daha geniş görüş mümkünken, düşeyde geniş bölgede görüş algısaldır ve tam odaklanma daha zordur. Düşey düzlem genellikle yatay bir hattın üstünde ve altında ölçülür. Harris ve Denis'e göre [45] normal görüş hattı, görüş alanında başın ve gözlerin hareket etmeden odaklanabildiği bölge olarak tanımlar. Bu bölge açısız olarak yatay hattan itibaren yaklaşık 15 derece ile ifade edilir. Baş hareketi olmadan, sadece gözlerin hareketine izin verildiği durum maksimum görüş hattını tanımlar ve açısız olarak yatay hattan itibaren yaklaşık 30 derecelik bölgedir (Şekil 2.2). Bu tez çalışmasında görüş alanı, odaklanmanın kısıtlı olduğu düşey düzlemde, yatay hattan itibaren 15 derecelik açısız bölge ile ifade edilen normal görüş hattına göre tanımlanmıştır.



Şekil 2.2 Bir insanın görüş alanı

Uygun odaklanma uzaklığı, kullanıcı ve haritanın incelendiği cihazın ekranı arasındaki mesafeye bağlıdır. Cihaz ekranının boyutları, çözünürlüğü, harita işaretlerinin grafik çözünürlüğü, kullanılan yazıların fontları, büyüklükleri ve renkler ile kullanıcının görme duyarlılığı odaklanma mesafesini etkileyen diğer önemli faktörlerdir. Tıp alanında bu konuda yapılmış birçok çalışma mevcuttur [46 ve 47]. Bunlara göre, ortalama ideal odaklanma mesafesi bir diz üstü bilgisayar ekranı için yaklaşık 50 cm'dir.

Moller vd. [44] tarafından, odaklanılan görüş alanı, normal görüş hattı ve ideal odaklanma mesafesi arasındaki ilişki aşağıdaki gibi ifade edilmiştir (2.5).

$$FOV = 2 \arctan \frac{d}{2f} \quad (2.5)$$

Eşitlikte geçen; FOV , normal görüş hattının bu çalışmada 15 derece olarak kabul edilen açısal değeri; f , 50 cm olarak kabul edilen ideal odaklanma mesafesini; d , odaklanılan cismin düşey düzlemdeki büyüklüğünü göstermektedir. Eldeki verilere ve Eşitlik 2.5'e göre, 13.4 cm olarak hesaplanan d mesafesi, haritada odaklanılan bölgenin yarıçapı olarak kabul edilmiştir. Ekran haritasındaki yarıçap değeri, detay seviyelerine bağlı olarak orta ölçekli sayısal haritalar için bu çalışmada kullanılan, ölçek sayıları ile çarpıldığında gerçek yarıçap değerleri bulunabilir (Çizelge 2.1).

Çizelge 2.1 Kullanılan ölçekler ve buna bağlı gerçek yarıçaplar

Ölçek	1:8K	1:16K	1:32K	1:64K
Yarıçap (m)	1072	2144	4288	8576

2.1.3 Ölçülerin Entegrasyonu

Düğüm noktası olarak düşünölen herbir yol detayının orta noktası için merkezlik ölçülerini hesaplamada, ölçeklere bağı yarıçap değerleri tampon bölgeyi tanımlamada kullanılmaktadır. Böylece yol detaylarını temsil eden noktalar için erişim, arasındalık, yakınlık ve doğrusallık bakımından merkezlik değerleri hesaplanır. Bu çalışmada hesaplanan ölçüler arasındaki ilişkiler *bulanık*-AHS ile sağlanmıştır. *Bulanık*-AHS ölçütler arasındaki ikili ilişkilerin sıfır ve bir arasında ağırlıklandığı bir fonksiyon oluşturmaya imkân verir. En iyi bilinen *bulanık*-AHS yöntemi Chang [48] tarafından geliştirilen üçgensel yaklaşıma dayanır. Bu yaklaşıma ilişkin eşitlikler aşağıda sırasıyla verilmektedir [48]:

Üçgensel bulanık sayılar l , m ve u ile ifade edilir (2.6).

$$\mu_A(x) = \begin{cases} (x-l)/(m-l), & l \leq x \leq m \\ (u-x)/(u-m), & m \leq x \leq u \\ 0, & \text{otherwise} \end{cases} \quad (2.6)$$

Eşitlikte geçen, l ve u ikili karşılaştırmalar için tanımlanan \check{A} matrisinde kullanılan en düşük ve en yüksek bulanık sayılardır. Matris tanımlanmış farklı özniteliklerin karşılaştırılması için oluşturulur (2.7).

$$\check{A} = (\check{a}_{ij})_{n \times n} = \begin{bmatrix} (1,1,1) & \cdots & l_{1n}, m_{1n}, u_{1n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ (l_{n1}, m_{n1}, u_{n1}) & \cdots & (1,1,1) \end{bmatrix} \quad (2.7)$$

Bu çalışmada ölçütleri ağırlıklandırmak için kullanılan, l , m ve u ile ifade edilen değerler Çizelge 2.2'de verilmiştir.

Çizelge 2.2 Ölçütler arasındaki ikili ilişkileri tanımlayan değerler [48]

Önem Derecesi	Bulanık Rakamlar	Üyelik Fonksiyonu	Etki Alanı	Üçgensel Bulanık İfade (l, m, u)
Yaklaşık eşit	$\tilde{1}$			(1, 1, 1)
Eşit önemli		$\mu_A(x) = (3-x) / (3-1)$	$1 \leq x \leq 3$	(1, 1, 3)
Az önemli	$\tilde{3}$	$\mu_A(x) = (x-1) / (3-1)$	$1 \leq x \leq 3$	(1, 3, 5)
		$\mu_A(x) = (5-x) / (5-3)$	$3 \leq x \leq 5$	
Belirgin önemli	$\tilde{5}$	$\mu_A(x) = (x-3) / (5-3)$	$3 \leq x \leq 5$	(3, 5, 7)
		$\mu_A(x) = (7-x) / (7-5)$	$5 \leq x \leq 7$	
Çok önemli	$\tilde{7}$	$\mu_A(x) = (x-5) / (7-5)$	$5 \leq x \leq 7$	(5, 7, 9)
		$\mu_A(x) = (9-x) / (9-7)$	$7 \leq x \leq 9$	
Aşırı önemli	$\tilde{9}$	$\mu_A(x) = (x-7) / (9-7)$	$7 \leq x \leq 9$	(7, 9, 9)

Ölçütlerin ağırlıkları sırasıyla dört aşamada hesaplanmaktadır [48]:

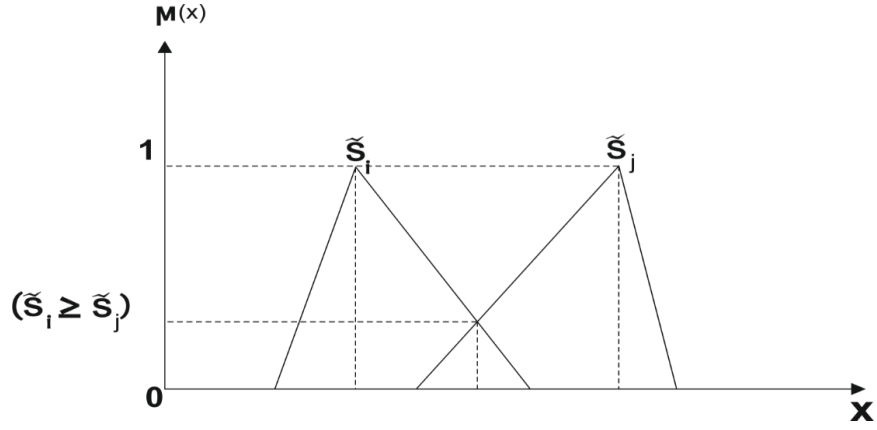
Birinci aşama: Bulanık işlemleri kullanarak toplam ham değerlerden normalleştirilmiş değerlerin hesaplanmasıdır (2.8).

$$\tilde{S} = \sum_{j=1}^n \tilde{a}_{ij} \otimes \left[\sum_{k=1}^m \sum_{j=1}^n \tilde{a}_{kj} \right]^{-1} \quad (2.8)$$

Eşitlikte \otimes iki bulanık sayının büyütülerek çoğaltılmasını göstermektedir.

İkinci aşama: $\tilde{S}_i \geq \tilde{S}_j$ işleminin olasılık derecesinin 2.9 eşitliğini kullanarak, Şekil 2.3'deki gibi hesaplanmasıdır.

$$V(\tilde{S}_i \geq \tilde{S}_j) = \sup_{y \geq x} [\min(\tilde{S}_j(x), \tilde{S}_i(y))] \quad (2.9)$$



Şekil 2.3 $\tilde{S}_i \geq \tilde{S}_j$ işleminin olasılık derecesi [48]

Üçüncü aşama: 2.10 eşitliğini kullanarak, (\tilde{S}_i) 'nin olasılık derecesinin hesaplanmasıdır.

$$V(\tilde{S}_i \geq \tilde{S}_j | j = 1, \dots, n; j \neq i) = \min_{j \in \{1, \dots, n\}, j \neq i} V(\tilde{S}_i \geq \tilde{S}_j), i = 1, \dots, n \quad (2.10)$$

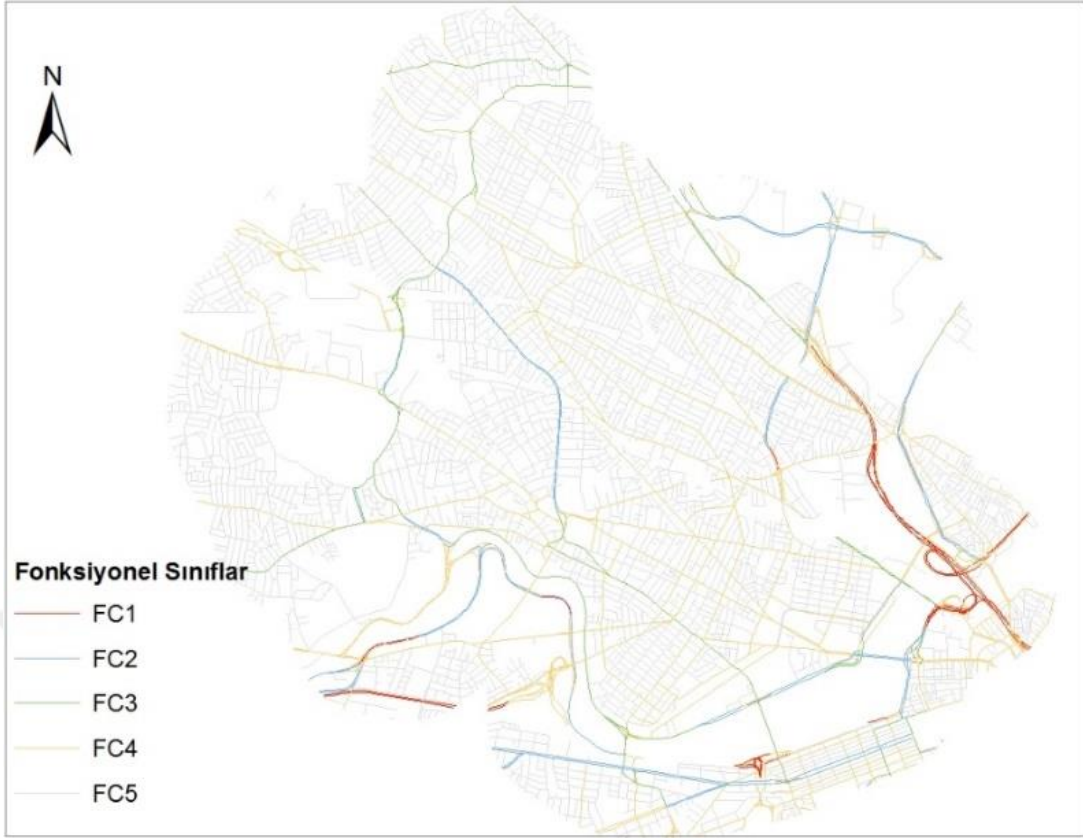
Dördüncü aşama: 2.11 eşitliğini kullanarak, (\tilde{A}) bulanık karşılaştırma matrisinin $W=(w_1, \dots, w_n)$ ağırlıklarının öncelik vektörü olarak tanımlanmasıdır.

$$W = \frac{V(\tilde{S}_i \geq \tilde{S}_j | j=1, \dots, n; j \neq i)}{\sum_{k=1}^n V(\tilde{S}_i \geq \tilde{S}_j | j=1, \dots, n; j \neq k)}, i = 1, \dots, n \quad (2.11)$$

Böylece her bir merkezlik ölçüsü için bir ağırlık katsayısı tanımlanmış olur.

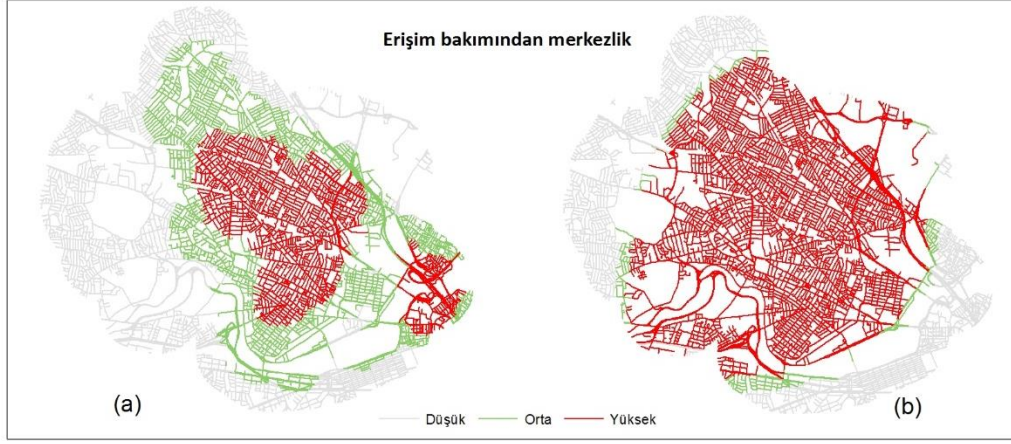
2.2 Hiyerarşi Türetme Testi

Yol ağları için önerilen hiyerarşi türetme yöntemi, Amerika Birleşik Devletleri – Boston içindeki Cambridge ve Somerville yerleşim merkezine ait yol verileri üzerinden test edilmiştir. Örnek yol ağı, Massachusetts Department of Transportation'ın kullandığı beş farklı fonksiyonel sınıfta depolanmış, 9572 adet detayı içermektedir. Bu detaylardan; 129 adeti birinci sınıf (FC1) olarak kategorize edilmiş sınırlı girişe sahip otoyolları, 445 adeti ikinci sınıf (FC2) olarak kategorize edilmiş çok şeritli otoyolları, 453 adeti üçüncü sınıf (FC3) olarak kategorize edilmiş numaralarla tanımlı bağlantı yollarını, 2223 adeti dördüncü sınıf (FC4) olarak kategorize edilmiş arter ve toplayıcı yollar olarak kabul edilen ana caddeleri, 6322 adeti beşinci sınıf (FC5) olarak kategorize edilmiş küçük cadde ve sokakları kapsamaktadır. Sınıflara ayrılmış yolları içeren ağ Şekil 2.4'te görünmektedir.

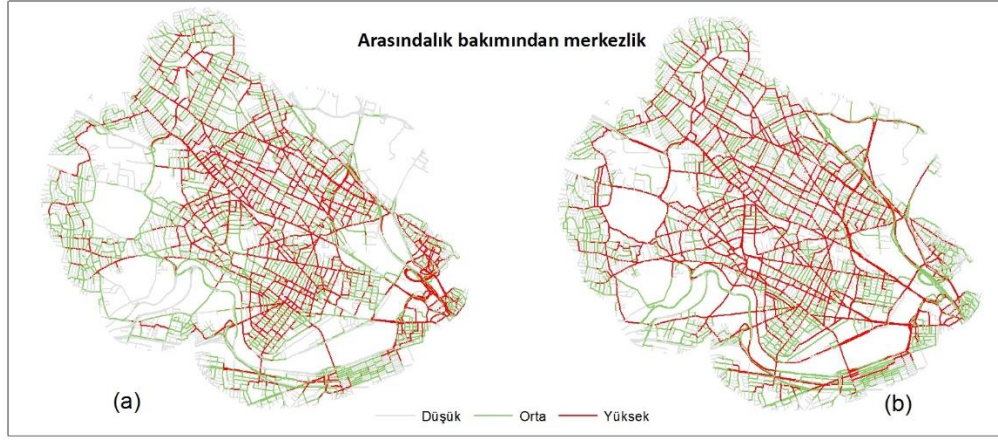


Şekil 2.4 Fonksiyonel sınıflara göre kategorize edilmiş Cambridge ve Somerville yol ağı [49]

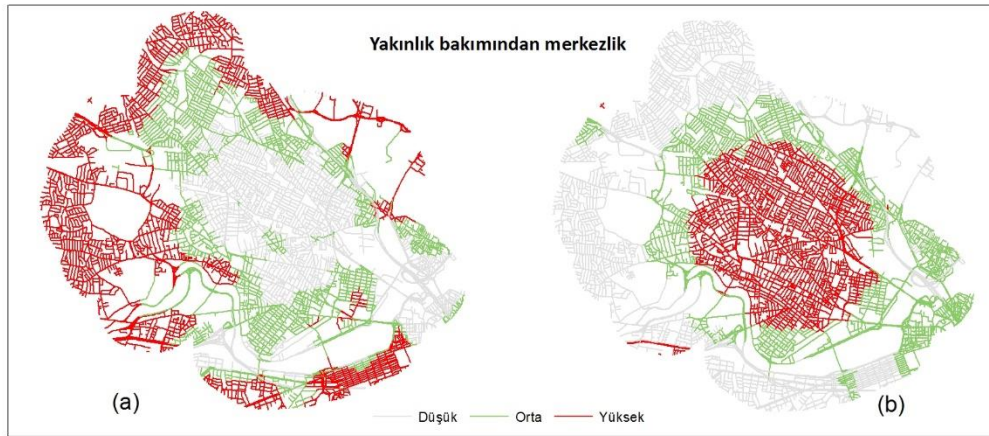
Büyük ölçekte detayların rahatlıkla ayırtedilebilecek şekilde sunulması mümkün olduğundan, 1:8K ölçeğinden daha büyük ölçeklerde yolların merkezlik değerlerinin hesaplanmasına gerek görülmemiştir. Bu çalışmada kullanılan orta ölçekli sayısal ekran haritaları için geçerli ölçek değerleri, 1:8K'dan 1:64K'ya lineer olarak küçülmektedir. Önceki bölümlerde bahsedilen 2.1, 2.2, 2.3, 2.4 eşitlikleri ve Çizelge 2.1'deki yarıçap değerleri kullanılarak, yol detaylarının merkezlik ölçüleri hesaplanmıştır. Her merkezlik ölçüsü için hesaplanan değerler normelize edildikten sonra, Şekil 2.5, 2.6, 2.7 ve 2.8'de görüldüğü gibi, düşük, orta ve yüksek değerler ile ifade edilen üç farklı sınıfta sunulmuştur. Örnek olarak gösterilen şekiller, bu çalışmada kullanılan en büyük ve en küçük ölçekler olan 1:8K ve 1:64K için verilmiştir.



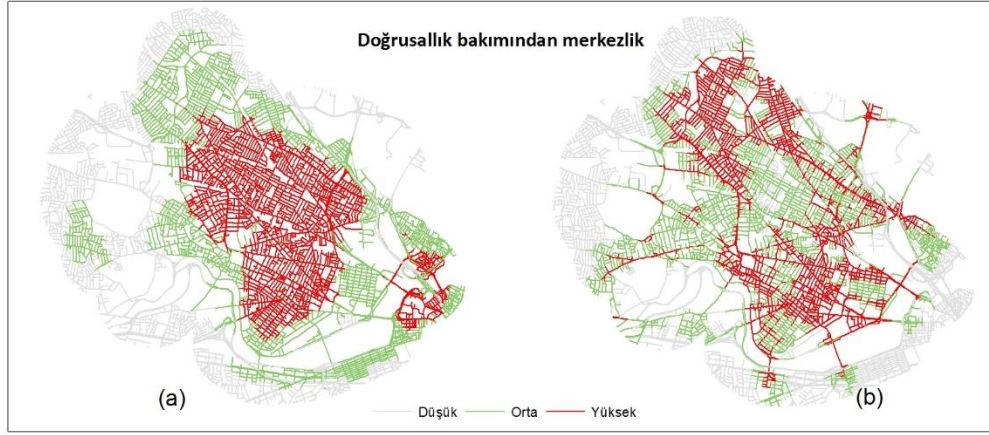
Şekil 2.5 a)1:8K ve b)1:64K ölçekleri için geçerli yarıçaplara göre normalize edilmiş erişim bakımından merkezlik değerleri kullanılarak sınıflandırılmış yol detayları



Şekil 2.6 a)1:8K ve b)1:64K ölçekleri için geçerli yarıçaplara göre normalize edilmiş arasındalık bakımından merkezlik değerleri kullanılarak sınıflandırılmış yol detayları



Şekil 2.7 a)1:8K ve b)1:64K ölçekleri için geçerli yarıçaplara göre normalize edilmiş yakınlık bakımından merkezlik değerleri kullanılarak sınıflandırılmış yol detayları



Şekil 2.8 a)1:8K ve b)1:64K ölçekleri için geçerli yarıçaplara göre normalize edilmiş doğrusallık bakımından merkezlik değerleri kullanılarak sınıflandırılmış yol detayları

Çalışmada kullanılan arasındalık bakımından merkezlik ölçütü yol ağının bağlılığını göstermektedir (Şekil 2.6). Bu ölçüt, fonksiyonel sınıfı düşük ve önemli kabul edilen yol detaylarına daha yüksek değerler vermektedir. Arter ve toplayıcı yolların değerleri bu ölçüte göre daha yüksektir. Birinci sınıfta yer alan yol detaylarının arasındalık bakımından merkezlik değerleri ölçek küçüldükçe azalmaktadır. Bu azalmanın sebebi birinci sınıftaki yolların test bölgesinin kenarlarında yer almasıdır. Diğer bir neden de birinci sınıftaki yolların farklı yerleşim merkezlerini bağlayan sınırlı erişime sahip detaylardan oluşmasıdır. Yerleşim bölgesininin merkezinde, yol yoğunluğunun fazla olduğu kısımlardaki detayların erişim bakımından merkezlik değerleri yüksektir (Şekil 2.5). Doğrusallık bakımından merkezlik değerleri kaynak noktadan hedef noktaya olan rotanın doğrusallığını göstermektedir. Araştırmanın yapıldığı yarıçap büyüdükçe doğrusallık bozulmakta ve merkezlik değerleri azalmaktadır (Şekil 2.8). Yakınlık bakımından merkezlik yol detaylarının fonksiyonel sınıflarla ilişkisini ortaya çıkartmada diğer ölçülere göre daha başarısızdır (Şekil 2.7).

Yol detaylarına ait merkezlik değerlerinin herbir sınıfa göre yüzdesel dağılımı Çizelge 2.3'de görülmektedir. Merkezlik değerleri için sınıflara düşen yüzdelik dilimler, bir sınıfa düşen ilgili merkezlik değerlerinin toplamının tüm sınıflardaki değerlerin toplamına oranıyla hesaplanmıştır.

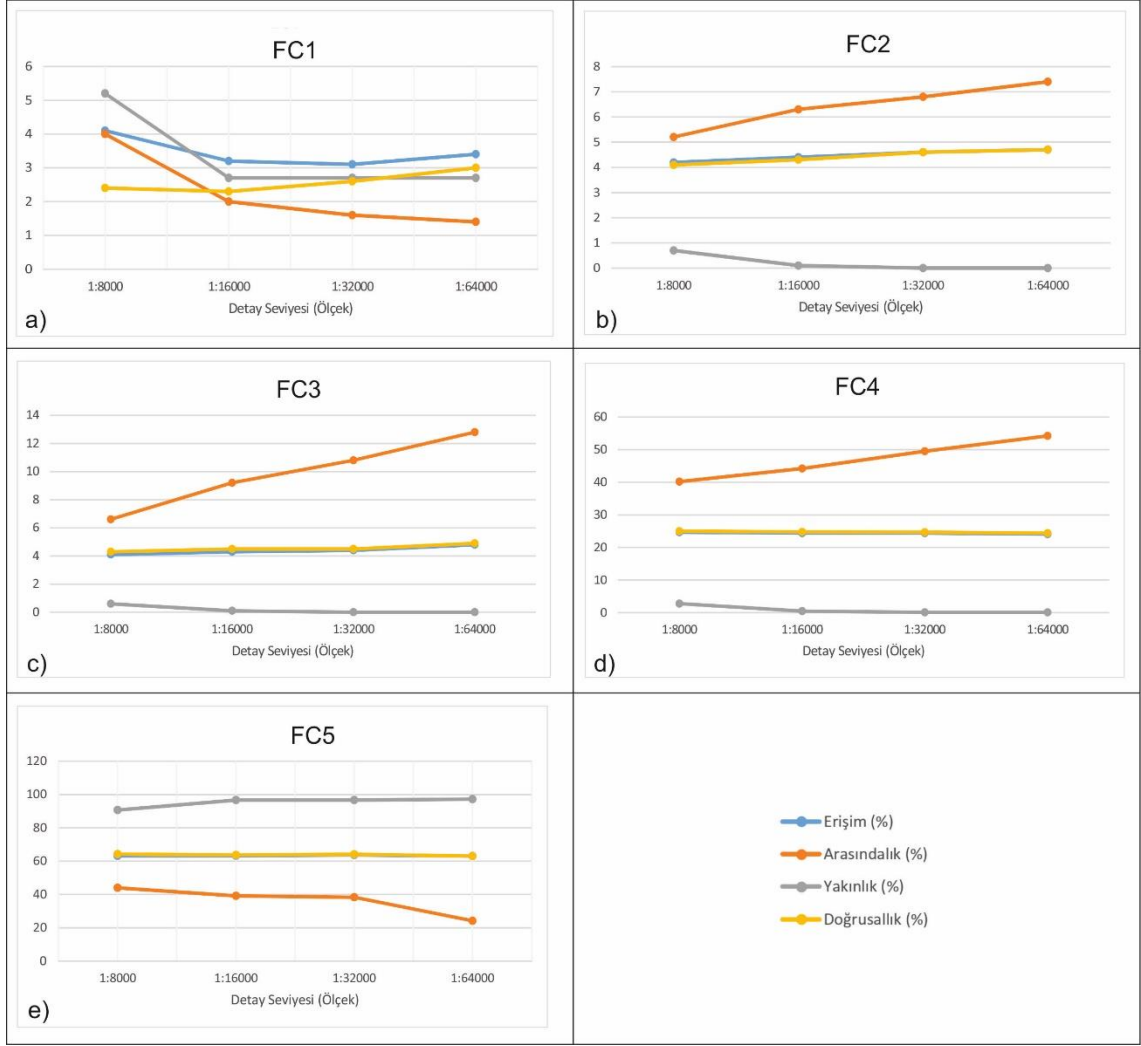
Çizelge 2.3 1:8K'dan 1:64K'ya herbir ölçek aralığında fonksiyonel sınıflara düşen yol detayı merkezlik değerlerinin yüzdesel dağılımı

Ölçek	Bakımından Merkezlik	FC1	FC2	FC3	FC4	FC5
1: 8K	Erişim (%)	4,1	4,2	4,1	24,7	63,1
	Arasındalık (%)	4,0	5,2	6,6	40,2	44,0
	Yakınlık (%)	5,2	0,7	0,6	2,8	90,6
	Doğrusallık (%)	2,4	4,1	4,3	25,0	64,2
1:16K	Erişim (%)	3,2	4,4	4,3	24,4	63,2
	Arasındalık (%)	2,0	6,3	9,2	44,2	39,2
	Yakınlık (%)	2,7	0,1	0,1	0,5	96,6
	Doğrusallık (%)	2,3	4,3	4,5	24,8	63,7
1: 32K	Erişim (%)	3,1	4,6	4,4	24,4	63,7
	Arasındalık (%)	1,6	6,8	10,8	49,5	38,3
	Yakınlık (%)	2,7	0,0	0,0	0,1	96,6
	Doğrusallık (%)	2,6	4,6	4,5	24,7	64,1
1: 64K	Erişim (%)	3,4	4,7	4,8	24,1	63,0
	Arasındalık (%)	1,4	7,4	12,8	54,2	24,2
	Yakınlık (%)	2,7	0,0	0,0	0,1	97,2
	Doğrusallık (%)	3,0	4,7	4,9	24,4	63,0

Çizelge 2.3'den elde edilen yüzdelik değerler kullanılarak herbir sınıfa düşen yol detayları için ölçeğe bağlı değişimler Şekil 2.9'da görünmektedir. İkinci ve üçüncü sınıflardaki yol detayları için oluşturulan yüzdelik grafiklerde arasındalık bakımından merkezlik

değerlerinin yüksek yüzdeye sahip olduğu görülmektedir (Şekil 2.9b-c). Dördüncü sınıftaki arter ve toplayıcı yollar için de aynı durum geçerlidir (Şekil 2.9d). Birinci sınıfta yer alan yol detayları için ölçek küçüldükçe arasındalık bakımından merkezlik değerlerinin yüzdeliğinin azaldığı görülmektedir (Şekil 2.9a). Azalmanın nedeni bu sınıftaki yolların daha önce bahsedildiği gibi sınırlı erişimli olması ve çalışma bölgesinin sınırında bulunmasıdır. Sınırdaki otoyollar yollar için ölçek küçüldükçe yarıçap değeri büyüyeceğinden, tampon bölge içine düşen detay sayısı azalacak ve arasındalık bakımından merkezlik değerleri de buna paralel olarak düşecektir. Birinci sınıftaki yollar için gerçekçi önem değerlerin hesaplanması, ancak çok daha geniş bir çalışma bölgesinde sağlanabilir. Erişim bakımından merkezlik ve doğrusallık bakımından merkezlik değerleri benzer grafik sonuçları vermektedir (Şekil 2.9b-c-d-e). Buna karşın birinci sınıftaki yol detayları için erişim bakımından merkezliğin yüzdelik dilimlerdeki başarısı doğrusallık bakımından merkezlikten daha yüksektir (Şekil 2.9a). Yakınlık bakımından merkezlik ölçüsünün yüzdelik değerleri fonksiyonel açıdan önemli yolların bulunduğu yol sınıfları için oldukça düşüktür (Şekil 2.9a-b-c-d). Sadece küçük cadde ve sokaklar için yakınlık bakımından merkezlik yüksek değerler sunmaktadır (Şekil 2.9e)





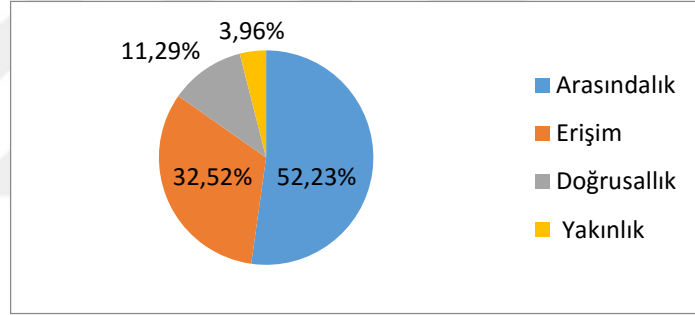
Şekil 2.9 Farklı ölçeklerde her bir sınıftaki her bir merkezlik için yüzdelerle dilim değerlerine bağlı olarak oluşturulan çizgi grafikler

Her bir yol detayı için hesaplanan dört adet ölçü *bulanık-AHS* kullanılarak bütünleştirilmiş ve her bir detay için tek bir öncelik değeri hesaplanmıştır. *Bulanık-AHS*'nin ölçütleri olarak kabul edilen, merkezlik ölçüleri arasındaki ağırlıklandırma fonksiyonlarının oluşturulmasında, Çizelge 2.3 ve Şekil 2.9 üzerinden çıkarılan yargılardan yararlanılmıştır. Ölçüler için l , m , u değişkenlerini kapsayan, bulanık ikili karşılaştırma matrisi değerleri Eşitlik 2.7 ile Çizelge 2.4'de görüldüğü gibi oluşturulmuştur. İkili karşılaştırmanın bulanık değerleri Chang [48] tarafından geliştirilen 2.8, 2.9, 2.10 ve 2.11 eşitlikleri kullanılarak kesin değerlere dönüştürülmüştür.

Çizelge 2.4. Ölçüler için ikili karşılaştırma matrisi

Bakımından Merkezlik	Erişim			Arasındalık			Yakınlık			Doğrusallık		
Erişim	1,00	1,00	1,00	0,20	0,33	1,00	5,00	7,00	9,00	3,00	5,00	7,00
Arasındalık	1,00	3,00	5,00	1,00	1,00	1,00	7,00	9,00	9,00	3,00	5,00	7,00
Yakınlık	0,11	0,14	0,20	0,11	0,11	0,14	1,00	1,00	1,00	0,14	0,20	0,33
Doğrusallık	0,14	0,20	0,33	0,14	0,20	0,33	3,00	5,00	7,00	1,00	1,00	1,00

Herbir ölçü için hesaplanan ağırlık değerlerine ilişkin vektörün katsayıları Şekil 2.10'da verilmektedir. Arasındalık bakımından merkezlik önemli yol detaylarının hesaplanmasında belirgin şekilde önemlidir. Arasındalık değerlerini erişim bakımından merkezlik değerleri izlemektedir. Arasındalık ve erişim bakımından merkezlik ölçülerinin toplam ağırlık değeri %85'e yakındır. Doğrusallık ve yakınlık bakımından merkezlik ölçütlerinin ağırlıkları ise bunları sırasıyla izlemektedir. Herbir detay için öncelik değerinin türetilmesinde 2.9 eşitliği kullanılmıştır.



Şekil 2.10 Bulanık-AHS kullanılarak derecelendirilen ölçülerin ağırlık katsayıları

$$w(f) = N(B(f)) \times 0.5223 + N(R(f)) \times 0.3352 + N(S(f)) \times 0.11 + N(Cs(f)) \times 0.0396 \quad (2.9)$$

Eşitlikte geçen; $w(f)$ bir yol detayının merkezlik bakımından hesaplanan önem değeridir. Aynı yol detayı için $N(B(f))$, $N(R(f))$, $N(S(f))$ ve $N(Cs(f))$ sırasıyla arasındalık, erişim, doğrusallık ve yakınlık bakımından normalize edilmiş merkezlik değerlerdir.

KARTOGRAFİK GENELLEŞTİRME ve ETİKETLEME İŞLEMLERİ

Bir yol ağındaki yol detaylarının anlaşılır şekilde sunulabilmesi için verilere kartografik genelleştirme ve etiketleme işlemlerinin uygulanması gerekir. Sayısal ortamda çok çözünürlüklü yol ağı haritalarının oluşturulması kartografik genelleştirme ve etiketleme ile sağlanır. Yüksek detay seviyelerinde genelleştirme ve etiketleme işlemleri birbirini örten detaylara ait işaretlerin ve etiketlerin azlığı ya da olmaması sebebiyle kolaydır. Diğer taraftan düşük detay seviyelerinde örtüşmelerden dolayı daha fazla genelleştirme ve etiketleme işlemine ihtiyaç duyulur. Örneğin 1:250K ölçeği gibi küçük bir ölçekte bir ekran haritası üzerinde geziniyorken küçük yollar önemsizdir. Bu detay seviyesinde harita kullanıcısı çok şeritli, bölünmüş otoyollar vb. önemli yollar ile ilgilenir. Bu seviyede genelleştirme ve etiketleme işlemlerinin yol ağının fonksiyonel sınıf hiyerarşisine bağlı olarak ele alınması yeterlidir. Çok çözünürlüklü ekran haritası üzerinde daha yüksek seviyelerde yaklaşma işlemi gerçekleştirdiğinde ölçek büyür ve kullanıcı daha karmaşık yol detaylarını görmek ister. Bu istek genelleştirme ve etiketleme işlemlerinin daha karmaşık duruma gelmesine neden olur. Yol ağının sadece fonksiyonel sınıf hiyerarşisine dayalı tanımlanması orta ölçekte yetersiz kalır. Bu durumda sınıf hiyerarşisinin yanında ilgili yol detaylarının geometrik özelliklerinin de dikkate alınması genelleştirme ve etiketleme işlemleri için gereklidir.

3.1 Genelleştirme İşlemleri

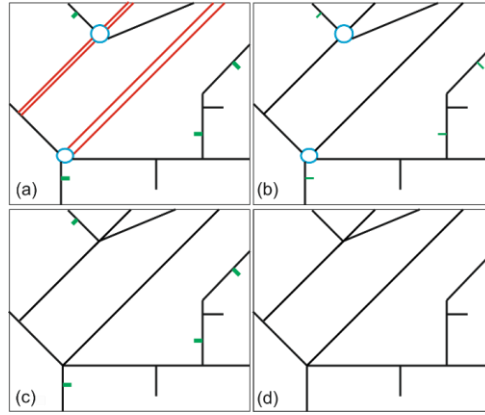
Bölüm 2.2'de bahsedilen, test amaçlı kullanılan yol ağı detayları yüksek geometrik çözünürlüğe sahiptir. Bu çalışmada yüksek çözünürlüklü verilere kartografik genelleştirme işlemleri uygulanarak çok çözünürlüklü ekran haritalarının oluşturulması sağlanmıştır. Yol ağı verileri üç temel geometrik dönüşüm işleminden geçirilmiştir. Yol ağına uygulanan dönüşüm işlemleri daha düşük çözünürlüklerde yol ağındaki karmaşayı azaltılmıştır. Gerçekleştirilen geometrik dönüşüm işlemleri sırasıyla aşağıdaki gibidir:

Kaynaştırma ('merging')

Dönüştürme ('collapsing')

Seçme/eleme ('*thinning*')

Kaynaştırma işlemi birbirinden ayırık ve paralel devam eden çizgi detaylara uygulanan bir genelleştirme işlemidir. Bu işlem iki ayrı eksen çizgisinden oluşan geliş ve gidişli bölünmüş yolların tek bir eksen çizgisi ile temsil edilmesi için uygulanır. Örneğin; Şekil 3.1a'da kırmızı eksen çizgileriyle gösterilen yollar uygulanan kaynaştırma işlemi sonunda tek eksen çizgisiyle sunulmuştur (Şekil 3.1b). Dönüştürme işlemi bir geometri grubuyla ifade edilen detayları daha basit bir geometride sunma imkânı verir. Özellikle yol ağındaki kavşak geometrilerinin basitleştirilmesi dönüştürme işlemiyle gerçekleştirilmektedir. Örneğin; Şekil 3.1a ve 3.1b'de mavi ile gösterilen dönel kavşak yapıları dönüştürme işlemi uygulandıktan sonra noktasal olarak sunulmuştur (Şekil 3.1c). Seçme/eleme işlemi belirgin olmayan detayların elenmesini, dolayısıyla belirgin detayların korunmasını sağlayan bir çeşit filitreleme işlemidir. Bu işlem yol ağına uygulandığında önemsiz kabul edilen yol detayları silinir. Örneğin; Şekil 3.1a-b-c'de yeşil çizgilerle gösterilen yol detayları kısa ve önemsiz sokaklardır ve seçme/eleme işlemi sonunda bu detaylar ortadan kalkmıştır (Şekil 3.1d).



Şekil 3.1 Örnek bir yol ağı; a) genelleştirme işlemleri uygulanmadan önceki, b) kaynaştırma işlemi uygulandıktan sonraki, c) dönüştürme işlemi uygulandıktan sonraki ve d) seçme/eleme işlemi uygulandıktan sonraki durumu göstermektedir.

Yukarıda bahsedilen üç geometrik dönüşüm işlemi *ArcGIS* ticari yazılımının kartografik genelleştirme araçlarından; *Merge Divided Roads*, *Collapse Road Detail* ve *Thin Road Network* kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Kaynaştırma ve dönüştürme işlemleri için yazılım tarafından istenilen parametrelere karşılık gelen değerler aşağıda açıklandığı şekilde sağlanmıştır.

3.1.1 Kaynaştırma İşlemi

Merge Divided Roads büyük ölçekli haritalardaki detayları daha küçük ölçeklerde basitleştirmek için kullanılır. Bu araç sayesinde, aynı yol sınıfında bulunan ve birbirine paralel doğrultuda devam eden iki eksene ait yol detayları kullanıcı tarafından girilen mesafe parametresi dikkate alınarak birleştirilir. Test bölgesi için kaynaştırma işlemi, Brewer vd. [50], tarafından önerilen 27 m'lik mesafe toleransı ve fonksiyonel sınıf hiyerarşisi kullanılarak gerçekleştirilmiştir.

3.1.2 Dönüştürme İşlemi

Collapse road detail aracı küçük kavşak yapılarını yol ağının genel trendini koruyarak basitleştirir. Örneğin; kullanıcı tanımlı bir yarıçap parametresi kullanılarak küçük kavşak konfigürasyonları bir düğüm noktası ile ifade edilebilir. Brewer vd. [50], çalışmalarında ilgili aracı 75 m tolerans değeriyle kendi test bölgelerinde uygulamıştır. Aynı değer bu tez çalışmasında da kullanılmıştır.

3.1.3 Seçme/Eleme İşlemi

Seçme/eleme işlemi daha düşük çözünürlüklü yol ağı veri setlerinin türetilmesi için yol ağındaki detaylara uygulanan bir işlemdir. Seçme/eleme işlemi sonunda yol ağının genel karakteristiğinin ve ağ içindeki bağlantıların korunması beklenir. Thin road network aracı yol detaylarını önemlerine, genel karakteristiklerine ve ağdaki yoğunluklarına göre filtreleyerek azaltmak için benzetilmiş tavlama algoritmasını kullanır. Bir yol detayının önemi, ağdaki diğer detaylara göre yapılan hiyerarşik sınıflandırma ile bağlı olarak belirlenir. Yol detayının genel karakteristiği ağın genel bağlantılarını korumadaki rolüne bağlıdır. Ağın yoğunluğu ise ölçeğe ve detay sayısına ve uzunluklarına göre değişir. Thin road network aracı yol detayının işlem sonunda ilgili ölçekte görünüp görünmeyeceğine karar verir. Eğer yol detayı görünecekse görünürlikle ilgili öznelik değeri sıfır, görünmeyecekse bir olarak işaretlenir. Seçme/eleme işlemi kullanıcı tarafından belirlenen minimum uzunluk parametre değeriyle kontrol edilir. İlgili ölçekte belirlenen parametre değerinden kısa olan detayların görünürlük değeri sıfır olarak atanır [50].

Thin road network aracı kullanılarak yapılan seçme/eleme işleminde bu tez çalışmasının ikinci bölümünde önerilen hiyerarşik yaklaşımdan yararlanılmıştır. Minimum uzunluk parametresinin değerleri Brewer vd. [50] tarafından önerilen yöntem üzerinden türetilmiştir (Çizelge 3.1).

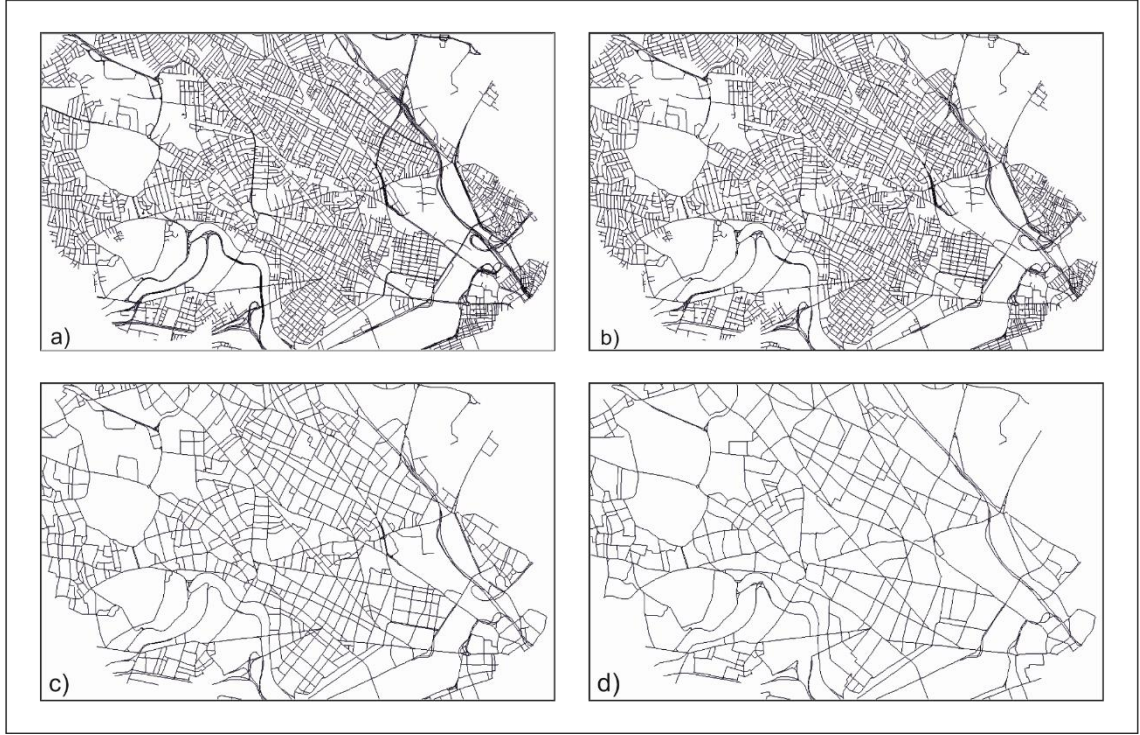
Çizelge 3.1 Her ölçek seviyesinde kullanılan minimum uzunluk değerleri [50]

Ölçek	1:8K	1:16K	1:32K	1:64K
Minimum uzunluk (m)	80	160	320	640

Seçme/eleme işlemleri ağdaki nesnelere merdiven yaklaşımına göre yinelemeli olarak uygulanmıştır. Bu yaklaşımda, her yaklaşma/uzaklaşma seviyesi için bir önceki yüksek seviyede kullanılan yol detayları bir sonraki seviyede tekrar ele alınır. Böylece, yaklaşma/uzaklaşma seviyeleri arasında kopuklukların oluşmasının önüne geçilmiştir.

3.1.4 Genelleştirme Sonuçları

Test bölgesindeki yol ağına uygulanan genelleştirme işlemlerinin sonuçları 1:64K ölçeğinde Şekil 3.2'de görünmektedir. Şekil 3.2a, genelleştirme işlemleri uygulanmadan önceki yol ağının geniş bir kısmının durumunu göstermektedir. Şekil 3.2b, birbirini takip eden kaynaştırma ve dönüştürme işlemlerinin sonuçlarını göstermektedir. Brewer vd. [50] tarafından önerilen yöntemle göre düzenlenmiş minimum uzunluk değerleri ve fonksiyonel sınıf hiyerarşisi kullanılarak türetilen, seçme/eleme işlemi uygulanmış yol ağı Şekil 3.2c'de görünmektedir. Aynı minimum uzunluk değerleri ve bu tez çalışmasının ikinci bölümünde önerilen hiyerarşi kullanılarak türetilmiş yol ağı ise görsel bir karşılaştırma yapılabilmesi için Şekil 3.2'de gösterilmektedir.



Şekil 3.2 a) Genelleştirme öncesi, b) kaynaştırma ve dönüştürme işlemleri uygulandıktan, c) fonksiyonel sınıf hiyerarşisine göre seçme/eleme işlemi uygulandıktan, d) önerilen hiyerarşiye göre seçme/eleme işlemi uygulandıktan sonra, çalışma bölgesindeki yol ağının bir bölümünün 1:64K ölçekli görünümü

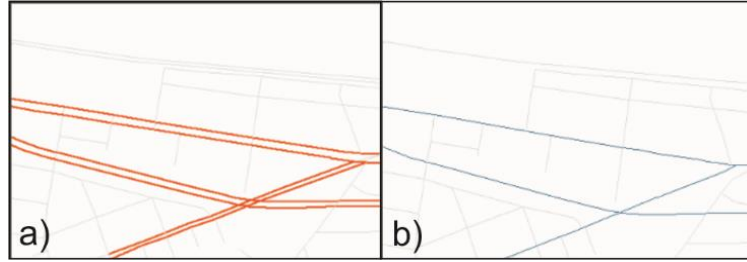
Test bölgesinin bütününde, kaynaştırma ve dönüştürme işlemlerinin gerçekleştirilmesi sonucunda detayların uzunluklarında meydana gelen azalma oranları, Çizelge 3.2’de fonksiyonel sınıf bazında verilmektedir.

Çizelge 3.2. Kaynaştırma ve Dönüştürme işlemleriyle detay uzunluklarında meydana gelen azalma yüzedeleri

Detay indirgeme oranı	FC1	FC2	FC3	FC4	FC5	Tüm detaylar
Uzunluk % (Kaynaştırma işlemiyle)	37,8%	40,8%	9,0%	11,4%	0,3%	7,6%
Uzunluk % (Dönüştürme işlemiyle azalma)	0,4%	0,3%	0,3%	0,2%	0,2%	0,2%

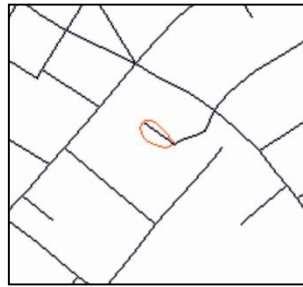
Kaynaştırma işlemi kaynak ölçekte 908,46 km olan yol ağının toplam uzunluğunu %7,6 azaltarak 839,99 km’ye düşürmüştür. Kaynaştırma, genellikle ayrılmış yolların yer aldığı

birinci ve ikinci fonksiyonel sınıflardaki detaylarda meydana gelmiştir (Şekil 3.3). Üçüncü ve dördüncü fonksiyonel sınıflarda yer alan detaylarda daha az bir azalma görülmektedir. Bu sınıflardaki paralel detaylar genellikle aynı sınıflarda yer alan farklı yolların parçalarından oluşmaktadır. Beşinci sınıfta yer alan birbirine paralel küçük cadde ve sokakların sayısı oldukça küçük olduğundan, toplam detay uzunluğundaki azalma miktarı sınırlıdır.



Şekil 3.3 a) Genelleştirme öncesi ve b) sonrası, birinci ve ikinci fonksiyonel sınıflarda yer alan bölünmüş yollar

Dönüştürme işlemi uygulanan kaynak veri, daha önce kaynaştırma işlemi uygulanmış olan veridir. Dönüştürme işlemi öncesi 838,99 km olan yol ağının toplam uzunluğu 837,22 km'ye inmiştir. Azalma oranı toplam yol ağı için yaklaşık %0,2 düzeyindedir. Şekil 3.4, dönüştürme işlemiyle basitleşen örnek bir yol konfigürasyonunu göstermektedir. Kırmızı eksen çizgisiyle görünen yol detayları uygulanan işlem sonunda elenmiştir.



Şekil 3.4 Dönüştürme işlemi uygulanan detaylar (kırmızı)

Seçme/eleme işlemi uygulanan çalışma bölgesinde iki ayrı hiyerarşinin (fonksiyonel sınıf hiyerarşisi ve önerilen hiyerarşi) kullanılmasıyla elde edilen yol ağları, ikinci bir görsel karşılaştırma yapılabilmesi için, 1:64K ölçeğinde üst üste çakıştırılarak gösterilmiştir (Şekil 3.5). Siyah renk kullanılarak gösterilen eksenler her iki hiyerarşi tarafından önemli kabul edilerek korunan yolları göstermektedir. Kırmızı çizgiler sadece fonksiyonel sınıf

hiyerarşisinin önemli saydığı yolları göstermektedir. Mavi çizgiler ise sadece bu tez çalışmasında önerilen hiyerarşi sayesinde korunan yolları göstermektedir. Önerilen hiyerarşi bir sınıf içine düşen sadece önemli yolları belirleyerek farklı yaklaşma/uzaklaşma seviyelerinde korumaktadır. Önerilen hiyerarşinin fonksiyonel sınıf hiyerarşisine göre daha fazla sayıda yol detayını eleyerek etiketleme ve işaretleştirme için daha fazla boş alan sağladığı görülmektedir.



Şekil 3.5 1:64K ölçeğinde iki hiyerarşiye göre seçme/eleme işlemi uygulanmış ve örtüştürülmüş yol ağı

Çizelge 3.3, ele alınan her iki hiyerarşiye göre elenen yol uzunluklarının yüzdeleri değerlerini vermektedir. Her yaklaşma/uzaklaşma seviyesi için yüzdeleri değerler seçme/eleme işlemi uygulandıktan sonraki toplam yol uzunluğunun, bu işlemden önceki toplam uzunluğa bölünmesiyle hesaplanmıştır. 1:64K ölçeğine kadar tekrarlanan seçme/eleme işlemlerinin sonunda, çalışma bölgesinde yolların toplam uzunluğu fonksiyonel sınıf hiyerarşisine göre %42.72 oranında; bu çalışmada önerilen hiyerarşiye göre %62.13 oranında azalmıştır.

Çizelge 3.3 Her ölçekte seçme/eleme işlemiyle detaylara uygulanan toplam uzunluk indirilmesi

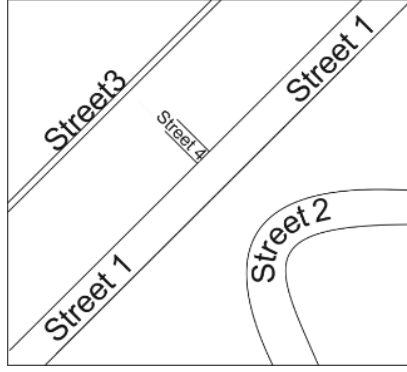
Hiyerarşi \ Ölçek	1:8K	1:16K	1:32K	1:64K
Fonksiyonel sınıf	%2.49	%4.95	%16.19	%25.66
Önerilen	%3.35	%10.53	%32.02	%34.93

3.2 Etiketleme İşlemleri

Bir haritanın anlaşılabilir olmasını sağlayan unsurların başında harita yazıları gelir. Ayrıca okunabilirlik bir haritadan beklenen en önemli özelliklerden biridir. Ekran haritalarında

anlaşılabilirliğinin artırılması ve okunabilirliğinin sağlanması için uygun sayıda yazı etiketiyle maksimum sayıda detayın anlaşılır şekilde sunulması oldukça önemlidir. Yazı etikelerinin yerleştirileceği uygun yerlerin belirlenmesi ve ihtiyaç durumunda bunların çizgi boyunca tekrarlı şekilde sunulması gerekir. Etiketler birbirine çok yakın ya da çok uzak olmamalıdır. Her çizgi detaya belirli sayıda etiket yerleştirilebilir. Eğer etiket sayısı gerekenden az olursa harita kullanıcısı detayın ismini algılayabilmek için çok zaman harcar. Eğer sayı fazla ise harita karmaşık hale gelir ve detayların algılanması zorlaşır. Uygun sayıda detayın açık ve anlaşılır şekilde etiketlenmesi harita ölçeğiyle doğrudan bağlantılıdır.

Etiketleme işlemi, doğru yazı fontunun, büyüklüğünün ya da renginin belirlenmesinin yanında diğer etiketlerinin konumlarına bağlı olarak gösterilecek etiketin yerinin belirlenmesiyle de yakından ilgilidir. Fan vd. [26], yol detaylarının etiketlenmesi için dikkat edilmesi gereken üç koşul tanımlamıştır. Birinci etiketleme koşulu yol detayı ve etiket arasındaki ilişkiyi dikkate alır. Bir yol etiketi detayın bütünü için geçerlidir ve detaya paralel şekilde içine ya da yakınına yerleştirilir (Şekil 3.6). İkinci koşul okunabilirlik ile ilgilidir. Bir isim etiketinin diğer yollara ait detaylarla ya da detay etiketleriyle örtüşmesi sonucu ortaya çıkabilecek karmaşayı dikkate alır. Bir etiket olabildiğince düz, doğrusal ve yatay şekilde yazılmalıdır (Şekil 3.6). Etiket diğer detayları örtmemelidir. Bir yol detayının son ucuna kadar uzanan isim detayı aşabilir, fakat yazı diğer yol detayına taşmamalıdır. Yol isimleri çok kısa aralıklarla tekrarlanmamalıdır. Üçüncü koşul estetik kaliteyi dikkate alır ve etiketin şekliyle ilgilidir. Yazı etiketi kesinlikle yukarıdan aşağıya doğru ve çok dönüşlü yazılmamalıdır. Aynı etiketin harfleri arasındaki boşluklar eşit olmalıdır ve eğer ihtiyaç duyulursa kısaltmalar kullanılabilir. Orta ölçeklerde bir yol ağındaki tüm detayların bu koşullar dikkate alınarak etiketlenmesi mümkün değildir. Bu nedenle bir etiket hiyerarşisinin kullanılması gerekir.



Şekil 3.6 Yol etiketleri için dikkate alınan koşullar

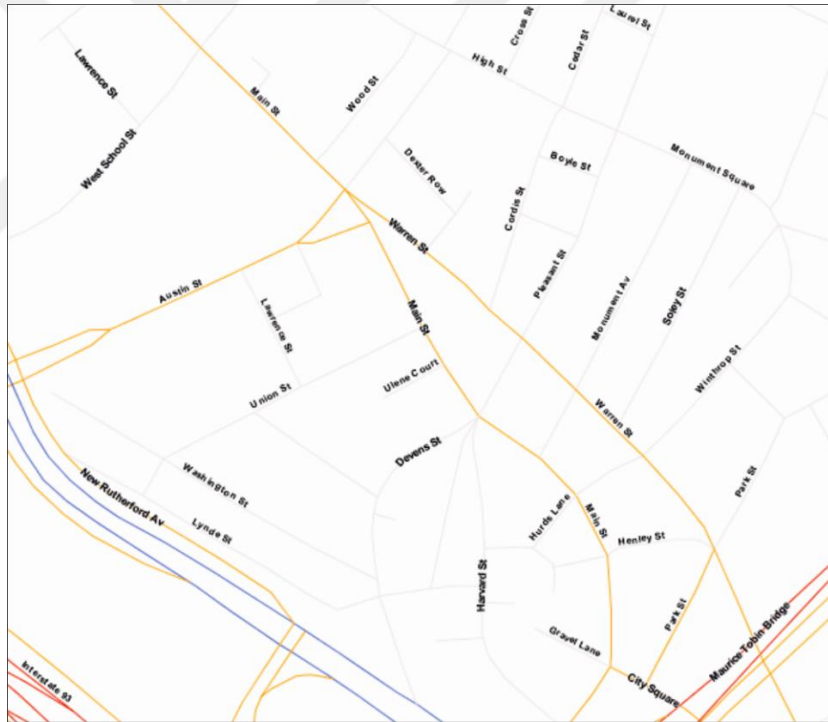
Orta ölçeklerde çok ölçekli genelleştirilmiş yol ağı ve yazı etiketleri, bu çalışmada açık kaynak kodlu GeoServer, yazılımı kullanılarak oluşturulmuştur. GeoServer, Open Geospatial Consortium (OGC) protokollerini kullanır. Bu protokollerden biri *Styled Layer Descriptor (SLD)*'dir. SLD verilerin görüntülenmesi, renklerinin belirlenmesi, çizgi tiplerinin ve diğer işaretel özelliklerin belirlenmesi için oluşturulmuş *Extensible Markup Language (XML)* temelli bir kodlama sistemidir. Bu çalışmada SLD kullanılarak yol çizgilerinin genişlikleri 0,5 piksel olarak düzenlenmiş ve yollar fonksiyonel sınıflarına göre farklı olarak renklendirilmiştir. Etiketleme işlemleri Bölüm 3.2'de bahsedilen koşullar dikkate alınarak gerçekleştirilmiştir. Yazı fontu olarak Arial seçilmiş ve yazı büyüklüğü 7,5 punto olarak belirlenmiştir. Tüm isimler çizgi boyunca yollara paralel şekilde yazılmıştır. Uzun yol etiketleri 200 piksel de bir tekrarlanmıştır. İsimler yol çizgisinden 5 piksel ötelenmiştir. Etiketlerin birbirini örtmesini engellemek için detaylar tabaka temelli olarak önceliklendirilmiştir. Önerilen hiyerarşi komşu detaylar arasındaki mekânsal öncelik değerlerinin bağlı olarak belirlenmesinde kullanılmıştır. GeoServer yazılımının kullandığı diğer parametre değerleri varsayılan olarak atanmıştır.

Bu çalışmada önerilen yöntemde etiketler yolların sınırları boyunca yerleştirilmiştir. Buna karşın, ilgili yol uzunluğundan daha fazla uzunluğa sahip etiketler yol detayının sınırına yerleştirilemez. Bu sorunun çözümü için etiket kısaltmaları kullanılmış ve isim temelli bir yol ağı oluşturularak etiketlerin komşu detaylara ulaşmasına izin verilmiştir. İsim temelli yol ağı aynı isimli komşu yol detaylarının birleştirilmesinden meydana gelmektedir. Fonksiyonel sınıf hiyerarşisi ve bu çalışmada önerilen yöntemde göre

hesaplanan bir isimli yolun maksimum öncelik değeri, birleştirme işlemlerinde referans olarak kullanılmıştır.

3.3 Uygulama Sonuçları

Bu çalışmada gerçekleştirilen etiketleme işlemleri büyük ve orta ölçek aralıklarında geçerlidir. Harita etiketleri ilk olarak 1:4K ölçeğinde gösterilmiştir (Şekil 3.7). Bu detay seviyesinde haritanın mevcut arka planı verilerin sunulmasında yeterli olduğundan dolayı veriye genelleştirme işlemleri uygulanmamıştır. Önceki bölümlerde bahsedilen koşullara göre, tüm detay ve bunlara ait etiketler herhangi bir hiyerarşi kullanımına gerek kalmadan 1:4K ölçeğinde sunulabilmştir. Bu seviyede isim temelli yollara ait etiketlerin büyük çoğunluğu harita kullanıcısı tarafından okunabilmekte ve algılanabilmektedir.

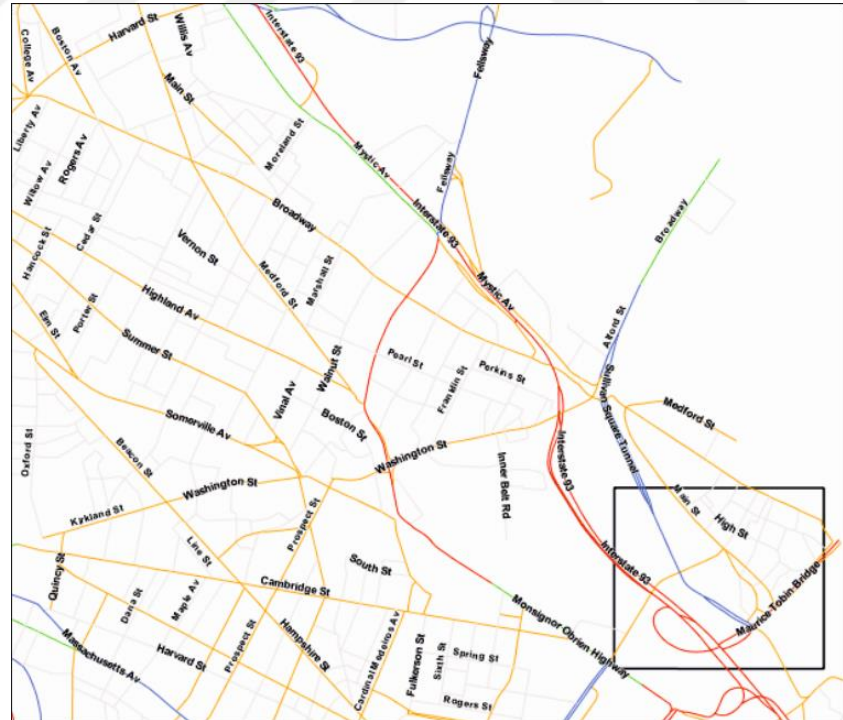


Şekil 3.7 Test bölgesinde 1:4K ölçeğinde genelleştirme işlemleri uygulanmadan önceki yol ağı ve etiketlere ait örnek bir görüntü

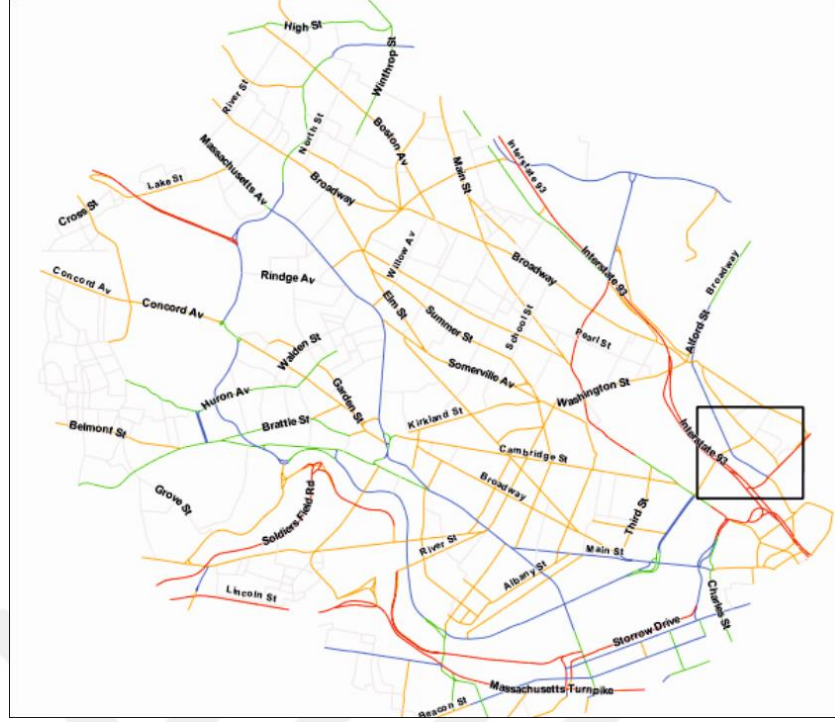
Etiketleme işlemleri sonraki aşamalarda 1:8K ölçeğinden 1:64K ölçeğine kadar genelleştirme işlemleriyle beraber yol ağına tekrarlı şekilde uygulanmıştır. Şekil 3.8, 1:8K



Şekil 3.9 1:16K ölçeğinde uygulanan genelleştirme ve etiketleme işlemlerinin izlendiği örnek bölge



Şekil 3.10 1:32K ölçeğinde uygulanan genelleştirme ve etiketleme işlemlerinin izlendiği örnek bölge



Şekil 3.11 1:64K ölçeğinde uygulanan genelleştirme ve etiketleme işlemlerininin izlendiği örnek bölge

Çizelge 3.4 Belirlenen detay seviyelerinde fonksiyonel sınıf bilgilerine göre detay sayılarındaki azalma miktarları

Ölçek	Miktar (Adet)	FC1	FC2	FC3	FC4	FC5	Toplam
1:8K	Detay	45	14	4	108	176	347
	Yol	4	2	1	18	67	92
1:16K	Detay	45	14	4	98	155	316
	Yol	4	2	1	16	55	78
1:32K	Detay	45	14	4	73	80	216
	Yol	4	2	1	11	24	42
1:64K	Detay	35	12	1	54	27	129
	Yol	4	2	1	8	8	23

Önerilen hiyerarşiye göre seçme/eleme işlemi uygulandığında birinci, ikinci ve üçüncü fonksiyonel sınıflardaki isimli yollar kullanılan detay seviyelerinde korunmuştur. Aynı sınıflardaki yol detay sayıları ise sadece 1:8K ölçeğinden 1:32K ölçeğine kadarki seçme/eleme işlemlerinin gerçekleştirilmesi sonucunda korunmuştur. 1:64K ölçeği için detay sayılarında çok küçük bir sayıda azalma meydana gelmiştir. Bu durum ilgili yol detaylarının belirtilen detay seviyesinde önemini ve algılanabilirliğini düşürmez. Dördüncü fonksiyonel sınıfta yer alan isimli yollarda detay seviyelerinin tümü için belirgin bir azalma görülmüştür. İsimli yollar ve onlara ait detaylardaki azalma miktarı yaklaşma/uzaklaşma seviyeleriyle orantılı olarak değişmiştir. Beşinci fonksiyonel sınıftaki isimli yol ve detay seviyelerindeki azalma ölçek küçülmesine bağlı olarak azalan boş alan miktarına göre artmıştır.

Çizelge 3.5 fonksiyonel sınıflardaki yolları gösteren kalan etiket sayılarını göstermektedir. Bu değerler, Şekil 3.8, 3.9, 3.10 ve 3.11 üzerinden çıkarılmıştır. Birinci, ikinci ve üçüncü fonksiyonel sınıflarda bulunan isimli yollar önemli olduğundan, bunların büyük çoğunluğu her yaklaşma/uzaklaşma seviyesinde korunmuştur. Bu sınıflarda etiketlenemeyen yol isimleri Bölüm 3.2’de açıklanan koşullara göre etiketlerin gösterileceği uygun alanın bulunmadığı yollara aittir. Detay seviyesi düştükçe önemli yollara ait gösterilen etiketlerin oranı artmıştır. Bu durum önerilen hiyerarşiye göre yolların önemlerinin artmasından kaynaklanmaktadır.

Çizelge 3.5 Kullanılan detay seviyelerinde fonksiyonel sınıflarda yer alan yollara ait etiket sayıları

Ölçek \ Sınıf	FC1	FC2	FC3	FC4	FC5
1:8K	4	1	0	7	21
1:16K	6	2	1	9	32
1:32K	5	5	3	23	28
1:64K	6	2	7	20	10

3.4 Tartışmalar

Kullanıcı ekranda bir yol ağı haritası üzerinde geziniyorken farklı yaklaşma/uzaklaşma seviyelerinde belirli miktarda detayı algılar. Bu aşamada kullanıcı fonksiyonel sınıf değeri yüksek olan yollardan değeri düşük yollara doğru ilerler. Küçük ölçeklerde önemli yollar diğer yollar ve onlara ait etiketler ile örtüşür. Fonksiyonel sınıf değeri düşük olan yolların tamamının bu aşamada elenmesi orta ölçekte yol bağlantılarının kopmasına neden olacağından, benzer sınıflardaki yolların önem derecelerinin belirlenmesi kartografik genelleştirme ve etiketleme işlemleri için önemlidir. Bu işlemlerinin fonksiyonel sınıf hiyerarşisinin yanında Bölüm 2’de bahsedilen merkezlik ölçülerine göre zenginleştirilmesi aynı fonksiyonel sınıfta tutulan detayları birbirlerine göre değerlendirme imkânı sağlamaktadır. Erişim, arasındalık, yakınlık ve doğrusallık bakımından merkezlik ölçüleri yol ağındaki detayların önem derecelerinin belirlenmesinde kullanılmaktadır. Bu ölçülerinin her biri yol ağındaki farklı dokuları ortaya çıkarmaktadır. Ağıdaki tüm detaylar için merkezlik ölçüsü değerleri harita kullanıcısının ekrandaki görüş alanına bağlı olarak hesaplanmaktadır. Farklı merkezlik ölçüsü değerlerinin bütünleştirilmesi için *bulanık-AHS*’nin kullanılması duyarlı, tutarlı, geçerli ve bütüncül bir hiyerarşi oluşturulmasına imkân sağlamaktadır.

Uygulama bölgesinde ekran haritaları temel ölçekte incelendiğinde, grafik sınırlamalar nedeniyle 1:8K ölçeğinden itibaren yol çizgilerinin örtüşmeye başladığı gözlemlenmiştir. Örtüşmeler özellikle birbirine paralel yol çizgileriyle sunulan gidiş-gelişli ayrık yollarda ortaya çıkmıştır. Yol ağının yoğunlaştığı merkez kısımlarda benzer örtüşmeler 1:8K ölçeğinde belirginleşmiştir. 1:8K ölçeğinden daha küçük ölçeklere geçiş yapıldığında örtüşmeler hızla artmakta ve genelleştirme işlemlerinin uygulanması kaçınılmaz hale gelmiştir. Yapılan gözlemler sonucunda belirlenen karmaşayı önlemek için 1:8K ölçeğinde yol ağına kaynaştırma ve dönüştürme işlemleri uygulanmıştır. Böylece çift çizgi ile tanımlanan ayrık yollar tek çizgiye indirgenmiş ve karmaşık bazı küçük kavşak konfigürasyonları ortadan kaldırılmıştır. Bu iki işlem sadece 1:8K seviyesinde uygulanmıştır. Aynı ölçekte uygulanan seçme/eleme işlemi ise az sayıda çıkmaz sokak detayının silinmesine neden olmuştur. Seçme/eleme işlemleri diğer düşük çözünürlükler için yinelemeli olarak uygulanmıştır. Etiketleme işlemleri için geçerli yazı fontu,

büyüküğü ve etiket yönlendirmeleri Bölüm 3.2'de bahsedilen üç temel koşula göre belirlenmiştir. *Geoserver* yazılımı ve *SLD* desteği sayesinde etiketlere okunabilirlik koşulları her çözünürlük seviyesi için ayrı olarak uygulanabilmiştir.



SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Çok çözünürlüklü ekran haritalarında kartografik etiketleme harita okuyucusuna aktarılan bilgi seviyesini etkileyen, haritaların okunabilirlik ve anlaşılabilirlik düzeyini belirleyen önemli bir işlemdir. Düşük çözünürlüklerde etiketleme işlemlerini genelleştirme işlemleriyle bir arada düşünmek gerekir. Ölçek küçüldükçe haritalarda gösterilecek detay sayısı ile beraber etiket sayısı da azalmak zorundadır. Bu nedenle, tez çalışmasında amaçlanan, etiketlemeye dayalı okunabilirlik ve estetik sorunlarının çözümlenmesine dair öneriler kartografik genelleştirme işlemleriyle bir arada düşünülmüştür.

Kartografik genelleştirme harita tasarımında uygulanan önemli işlemlerden biridir. Mekânsal veri tabanlarında depolanan ve ekran haritalarında sunulan yol ağı detayları farklı yaklaşma/uzaklaşma seviyelerinde genelleştirilerek sunulur. Kaynaştırma, dönüştürme, seçme/eleme vb. mekânsal dönüşüm işlemleri grafik limitlere bağlı olarak detayların görünümünü değiştirir. Temel ölçekte toplanan detaylara ait geometrik veriler daha düşük çözünürlüklerde uygun grafik işaretlerle mekânsal önem değerlerine bağlı olarak gösterilir. Mekânsal dönüşüm işlemleri uygulanarak oluşturulan genelleştirilmiş bir detayın tanımlayıcı özniteliklerinin belirlenmesi önemli bir sorundur. Örneğin, aynı fonksiyonel yol sınıfında tutulan kaynaştırma işlemi uygulanacak iki yol detayının öznitelik değerlerinin hangisinin kaynaştırma sonucu oluşacak yeni detaya aktarılacağı mekânsal dönüşüm aşamasında belirlenmelidir. Eğer iki detay farklı isimli yollardan oluşuyorsa yeni detaya hangi yol adının aktarılacağına karar verilmelidir. Bu çalışmada geliştirilen yol ağı hiyerarşisi, fonksiyonel sınıf hiyerarşisini merkezlik ölçülerine dayalı olarak zenginleştirerek, aynı sınıfta tutulan yolların önemlerini bağlı olarak karşılaştırma imkânı vermektedir. Böylece kaynaştırılan iki yoldan hangisinin isim etiketinin gösterileceği önerilen hiyerarşiye dayalı olarak belirlenmektedir.

Bu çalışmada önerilen yol ağı hiyerarşisi, çok çözünürlüklü ekran haritalarının tasarımında, her yaklaşma/uzaklaşma seviyesi için kullanıcı ihtiyaçlarını göz önünde

bulundurarak önemli yol detaylarını ön plana getirmektedir. Orta ölçekte farklı detay seviyelerinde merdiven yaklaşımına göre yinelemeli olarak uygulanan seçme/eleme işlemleri detay seviyeleri arasındaki geçişlerin tutarlı olmasını sağlamaktadır. Temel ölçekten düşük çözünürlüklere geçişlerin doğrudan yapılması, önceden uygulanan seçme/eleme işlemi sonucu ortadan kaldırılan bazı detayların sonradan yeniden ortaya çıkmasına sebep olabilir. Benzer tutarsızlıkları ortadan kaldırmak için seçme/eleme işlemlerinin yinelemeli merdiven yaklaşımına göre gerçekleştirilmesi gerekir.

Çalışmada ortaya konulan hiyerarşi yaklaşımı, coğrafi veri tabanlarında yol ağı için fonksiyonel sınıf hiyerarşisinin bulunmadığı durumlarda alternatif bir sınıf hiyerarşisi oluşturabilir. Ayrıca, ağ formunda tutulan hidrografya vb. detay sınıfına ait çizgisel detaylar için merkezlik ölçülerine dayalı olarak benzer hiyerarşiler türetilebilir. Coğrafi veri tabanlarında nokta ve çokgen geometrisinde tutulan farklı detaylar için de benzer hiyerarşik yaklaşımların türetilmesi ve bağıl önem değerlerinin kullanılması kartografik genelleştirme işlemlerinin ve buna bağlı olarak etiketlemenin daha sağlıklı gerçekleştirilmesini sağlayacaktır.

- [1] Bank, E., (1998). Büyük Ölçekli Haritalardan Bilgisayar Destekli Genelleştirme İle Küçük Ölçekli Harita Üretimi, Doktora Tezi, YTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- [2] Gökgöz, T., (1999). Yükseklik Eğrilerinin Basitleştirilmesinde Yeni Bir Yaklaşım, Doktora Tezi, YTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- [3] Bildirici, İ.Ö., (2000). 1:1000 – 1:25000 Ölçek Aralığında Bina Ve Yol Objelerinin Sayısal Kartografik Genelleştirmesi, Doktora Tezi, İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- [4] Başaraner, M., (2005). Nesne Yönelimli Coğrafi Bilgi Sistemi Ortamında Orta Ölçekli Topografik Haritalar İçin Bina Ve Yerleşim Alanlarının Otomatik Genelleştirilmesi, Doktora Tezi, YTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- [5] Doğru, A.Ö., (2009). Çoklu Gösterim Veritabanları Kullanılarak Araç Navigasyon Haritası Tasarımı İçin Kartografik Yaklaşımlar, Doktora Tezi, İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- [6] Avcı, M., (2009). 1:25.000 – 1:100.000 Ölçek Aralığında Yol Objelerinin Seçme-Eleme İşlemlerinin Otomasyonu, Doktora Tezi, Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya.
- [7] Gülgen, F., (2009). Yerleşim İçi Yol Ağı Genelleştirmesinde Yeni Bir Seçme/Eleme Yaklaşımı, Doktora Tezi, YTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- [8] Şen, A., (2013), Kartografik Genelleştirmede Seçme/Eleme İşlemi İçin Yapay Zeka Yöntemlerinin Akarsu Ağlarına Uygulanabilirliği, Doktora Tezi, YTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- [9] Simav, Ö., Aslan, S. ve Çobankaya, O., (2011). Kartografik Genelleştirmede Kullanılan Kapsamlı Modelleme Teknikleri Ve Yazı Genelleştirmesi Uygulaması.
- [10] Regnaud, N. ve McMaster, R.B., (2007). "A Synoptic View Of Generalization Operators. In Generalisation Of Geographic Information: Cartographic Modelling And Applications", Mackaness, W.A., Ruas, A., Sarjakoski, L.T., Eds.: Elsevier, Oxford, UK, pp. 37-66.
- [11] Mackaness, W.A. ve Beard, M.K., (1993). "Use Of Graph Theory To Support Map Generalization", Cartography and Geographic Information Systems, 20, 210 - 221.
- [12] Richardson, D.E. ve Thomson, R.C., (1996). "Integrating Thematic, Geometric, And Topologic Information In The Generalization Of Road Networks", Cartographica, 33(1), 75-83.
- [13] Morisset, B. ve Ruas, A., (1997). "Simulation And Agent Modelling For Road Selection In Generalisation", Proceedings of the ICA 18th International Cartographic Conference, Stockholm, pp 1376-1380.
- [14] Thomson, R.C. ve Richardson, D.E., (1999). "The 'Good Continuation' Principle Of Perceptual Organization Applied To Generalization Of Road Networks. Road

- Networks”, Proceedings of the 19th International Cartographic Conference, Ottawa.
- [15] Jiang, B. ve Claramunt, C., (2004). “A Structural Approach To The Model Generalization Of An Urban Street Network”, *Geoinformatica*, 8(2), 157-172.
- [16] Zhou, Q. ve Li, Z.L., (2014). “Use Of Artificial Neural Networks For Selective Omission In Updating Road Networks”, *The Cartographic Journal*, 51(1), 38–51.
- [17] Zhou, Q. ve Li, Z., (2016). “Empirical Determination Of Geometric Parameters For Selective Omission In A Road Network”, *International Journal of Geographical Information Science*, 30:2, 263-299.
- [18] Gülgen, F., (2014). “Road Hierarchy With İntegration Of Attributes Using Fuzzy-AHP”, *Geocarto International*, 29(6), 688-708
- [19] Edwards, A. ve Mackaness, W., (2000). “Intelligent Generalisation Of Urban Road Network”, Proceedings of Geographical Information Systems Research UK 2004 Conference (GISRUK 2000), University of York, York, April 5–7, 81–85.
- [20] Chen, J., Hu, Y.G., Li, Z., Zhao, R.L. ve Meng, L.Q., (2009). “Selective Omission Of Road Features Based On Mesh Density For Automatic Map Generalization”, *International Journal of Geographical Information Science*, 23(8): 1013 – 1032.
- [21] Gülgen, F. ve Gökgöz, T., (2011). “A Block-Based Selection Method For Road Network Generalization”. *International Journal of Digital Earth*, 4 (2): 133-153.
- [22] Zhou, Qi. ve Li, Z., (2015). “How Many Samples Are Needed? An Investigation Of Binary Logistic Regression For Selective Omission In A Road Network”, *Cartography and Geographic Information Science*.
- [23] Li, Z., (2007). “Digital Map Generalization At The Age Of Enlightenment: A Review Of The First Forty Years”, *The Cartographic Journal*, 44:1, 80-93.
- [24] Zoraster, S., (1997). “Practical Results Using Simulated Annealing For Point Feature Label Placement”, *Cartography and Geographic Information Systems*, 24:4, 228-238 .
- [25] Fan, H., Zhang, Z. ve Zhang, J., (2002). “On Automatic Map Labelling”, *Geo-spatial Information Science*, 5:4, 68-70
- [26] Fan, H., Zhang Z. ve Du D., (2005). “Quality Evaluation Model For Map Labeling”, *Geo-spatial Information Science*, 8:1, 72-78.
- [27] Zhang, Q. ve Harrie, L., (2006). “Placing Text And Icon Labels Simultaneously: A Real-Time Method”, *Cartography and Geographic Information Science*, 33:1, 53-64.
- [28] Stadler, G., Steiner, T. ve Beiglböck, J., (2006). “A Practical Map Labeling Algorithm Utilizing Morphological Image Processing And Force-Directed Methods”, *Cartography and Geographic Information Science*, 33:3, 207-215.
- [29] Nascimento, H. A. D. ve Eades, P., (2003) “User Hints For Map Labelling”, Proceedings of 26th Australasian Computer Science Conference, ACM Int. Conf. Proc. Series, pages 339–347, 2003.

- [30] Brewer, C. A., Stanislawski, L. V., Battenfield, B. P., Sparks, K.A., McGilloway, J. ve Howard, M.A., (2013). "Automated Thinning Of Road Networks And Road Labels For Multiscale Design Of The National Map Of The United States", *Cartography and Geographic Information Science*, 40:4, 259-270.
- [31] Weiss, R. ve Weibel, R., (2014). "Road Network Selection For Small-Scale Maps Using An Improved Centrality-Based Algorithm", *Journal of Spatial Information Science*, 9: 71-99.
- [32] Saaty, T.L., (1980). "The Analytic Hierarchy Process: Planning, Priority Setting", *Resource Allocation*, McGraw-Hill, New York, NY, 437 pp.
- [33] Mikhailov, L. ve Tsvetinov, P., (2004). "Evaluation Of Services Using A Fuzzy Analytic Hierarchy Process". *Applied Soft Computing*, 5(1) , pp. 23–33.
- [34] Vahidnia, M.H., Alesheikh, A., Alimohammadi, A. ve Bassiri, A., (2008). "Fuzzy Analytical Hierarchy Process In GIS Application, Proceedings Of The The International Archives Of The Photogrammetry", *Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, Beijing, vol. 37 pp. 593-596.
- [35] Wilson, G. A., (2000). "Complex Spatial Systems: The Modeling Foundations Of Urban And Regional Analysis Prentice-Hall", Upper Saddle River, NJ.
- [36] Porta, S., Crucitti, P. ve Latora, V., (2006a). "The Network Analysis Of Urban Streets: A Dual Approach", *Physica, A* 369, 853–866.
- [37] Porta, S., Crucitti, P. ve Latora, V., (2006b). "The Network Analysis Of Urban Streets: A Primal Approach", *Environment and Planning B: Planning and Design*, 33, 705 -725.
- [38] Porta, S., Crucitti, P. ve Latora, V., (2008). "Multiple Centrality Assessment In Parma: A Network Analysis Of Paths And Open Spaces", *Urban Design International*, 13, 41–50.
- [39] Porta, S., Strano, E., Iacoviello, V., Messori, R., Latora, V., Cardillo, A., Wang, F. ve Scellato, S., (2009). "Street Centrality And Densities Of Retail And Services In Bologna, Italy", *Environment and Planning B: Planning and Design*, 36, 450-465.
- [40] Crucitti, P., Latora, V. ve Porta, S., (2006a). "Centrality Measures In Spatial Networks Of Urban Streets". *Phys Rev E*, 73:036125.01–036125.05.
- [41] Crucitti, P., Latora, V. ve Porta, S., (2006b). "Centrality In Networks Of Urban Streets", *Chaos*, 16, 015113.
- [42] Sevtsuk, A. ve Mekonnen, M., (2012). "Urban Network Analysis Toolbox", *Int J Geomat Spat Anal*, 22(2):287–305.
- [43] Werner, E. B., (1991). "Manual Of Visual Fields (Manuals In Ophthalmology)", Churchill Livingstone: New York, USA.
- [44] Moller, T. A., Hanes, E. ve Hoffman, N., (2008). "Real Time Rendering", 2nd Ed.: A K Peters, Wellesley, Massachusetts, pp 94-96

- [45] Harries, C. ve Dines, N., (1998). "Time Saver Standards For Landscape Architecture: Design And Construction Data", 2nd Ed., McGraw-Hill Education: USA, pp 340-4-340-9.
- [46] Peper, E. ve Gibney, K. H., (2000). "Healthy Computing With Muscle Biofeedback: A Practical Manual For Preventing Repetitive Motion Injury", Woerden: Biofeedback Foundation of Europe, USA, 2236 Derby Street, Berkeley, CA.
- [47] Kurniawan, S. H. ve Zaphiris, P., (2001). "Reading Online Or On Paper: Which Is Faster?", Proceedings of the 9th International Conference on Human Computer Interaction, New Orleans, LA, USA.
- [48] Chang, D.Y., (1996). "Applications Of The Extent Analysis Method On Fuzzy AHP", European Journal of Operational Research, 95 pp. 649–655.
- [49] The Official Website of the Executive Office for Administration and Finance, <http://www.mass.gov>, 6 Mayıs 2016.
- [50] Brewer, C. A., Guidero, E. M., Stanislawski, L. V., Buttenfield, B. P. ve Raposo, P., (2013). "Labeling Through Scale Using Hierarchies Of Thinned Road Networks For Design Of The National Map Of The United States", Proceedings of The 26th International Cartographic Conference, Dresden, Germany, 25–30 August 2013.

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı Soyadı : WASIM SHOMAN
Doğum Tarihi ve Yeri : 08/04/1990, SUUDI ARABISTAN
Yabancı Dili : İngilizce, Arapça
E-posta : wss7@hotmail.com

ÖĞRENİM DURUMU

Derece	Alan	Okul/Üniversite	Mezuniyet Yılı
Lisans	İnşaat Mühendisliği	Gazza İslamık Üniversite	2012
Lise	İlmi	Al-Shuhadaa	2007

İŞ TECRÜBESİ

Yıl	Firma/Kurum	Görevi
2012	Abu Shamalah İnşaat şirketi	İnşaat Mühendisi

YAYINLARI

Makale

1. In "Geocarto International" Journal, a submitted article under the name of "Centrality Based Hierarchy for Street Network Generalization in Multi-resolution Maps". Date Submitted: 19-Jan-2016, Revised date: 25-May-2016. Manuscript ID: TGEI-2016-0021.
2. In "The Cartographic Journal", a submitted article under the name of "Labeling hierarchy for intermediate scale street maps using centrality measures".Date Submitted: 18-Apr-2016, Manuscript ID: CAJ400.

Bildiri

1. Shoman, Wasim AM, and Fatih Gülgen. "A research in cartographic labeling to predict the suitable amount of labeling in multi-resolution maps." Published in "Proceedings of the 1st ICA European Symposium on Cartography", edited by Georg Gartner and Haosheng Huang, EuroCarto 2015, 10-12 November 2015, Vienna, Austria
2. A presentation and an article under the name of Centrality Based Hierarchy for Generalizing and Labelling Street Features in Multi Resolution Maps, for the 6th International Conference on Cartography and GIS in Albena, Bulgaria 12-18-June-2016..

Proje

1. BAP (Yıldız Technical University Scientific Research Projects Coordination Department. Project Number: 2015-05-03-YL01.) fund, budget fund (Financial support) for my Master project (2015-2017).

ÖDÜLLERİ

1. Full ACCESS scholarship (English training scholarship) for one year from the AMIDEAST (2006-2007).
2. Full scholarship from Hani Qaddumi foundation, Scholarship for bachelor degree in IUG (2007-2012)
3. Full scholarship from the Turkish Government, Scholarship for Master degree in Yıldız Technical University (2014-2016).