



**T.C.**  
**KONYA TEKNİK ÜNİVERSİTESİ**  
**LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ**



**KARTOGRAFİK VE JEODEZİK**  
**HESAPLAMA AMAÇLI WEB TABANLI**  
**YAZILIM KÜTÜPHANESİ GELİŞTİRME**

**Umut VURAL**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**Harita Mühendisliği Anabilim Dalı**

**Aralık-2022**  
**KONYA**  
**Her Hakkı Saklıdır**

## TEZ KABUL VE ONAYI

Umut VURAL tarafından hazırlanan “Kartografik ve Jeodezik Hesaplama Amaçlı Web Tabanlı Yazılım Kütüphanesi Geliştirme” adlı tez çalışması 15/12/2022 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oy birliği / oy çokluğu ile Konya Teknik Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Harita Mühendisliği Anabilim Dalı’nda YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak kabul edilmiştir.

### Jüri Üyeleri

### İmza

#### Danışman

Prof. Dr. İbrahim Öztuğ BİLDİRİCİ

.....

#### Üye

Prof. Dr. İsmail Bülent GÜNDOĞDU

.....

#### Üye

Dr. Öğr. Üyesi İlkay BUĞDAYCI

.....

Yukarıdaki sonucu onaylarım.

Prof. Dr. Saadettin Erhan KESEN  
Enstitü Müdürü

## **TEZ BİLDİRİMİ**

Bu tezdeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edildiğini ve tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada bana ait olmayan her türlü ifade ve bilginin kaynağına eksiksiz atıf yapıldığını bildiririm.

## **DECLARATION PAGE**

I hereby declare that all information in this document has been obtained and presented in accordance with academic rules and ethical conduct. I also declare that, as required by these rules and conduct, I have fully cited and referenced all material and results that are not original to this work.

Umut VURAL

Tarih: 15.12.2022

## ÖZET

### YÜKSEK LİSANS TEZİ

# KARTOGRAFİK VE JEODEZİK HESAPLAMA AMAÇLI WEB TABANLI YAZILIM KÜTÜPHANESİ GELİŞTİRME

Umut VURAL

Konya Teknik Üniversitesi  
Lisansüstü Eğitim Enstitüsü  
Harita Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. İbrahim Öztuğ BİLDİRİCİ

2022, 57 Sayfa

Jüri

Prof. Dr. İbrahim Öztuğ BİLDİRİCİ  
Prof. Dr. İsmail Bülent GÜNDOĞDU  
Dr. Öğr. Üyesi İlkay BUĞDAYCI

Web tabanlı programlama başlığı altında genel trendlerden bahsetmek mümkündür. Bu trendler masaüstü uygulamalardan Web tabanlı uygulamalara geçiş olduğunu ortaya koymaktadır. Bu çalışmada Web ortamında temel mesleki hesaplamaları yapan ve Kartolib olarak isimlendirilen bir yazılım kütüphanesi geliştirilmiştir. Kütüphane, açık kaynak kodlu harita kütüphanelerinden biri olan Leaflet ile uyumlu tasarlanarak çevrimiçi harita ile çalışabilir duruma getirilmiştir. Kütüphane Web programlamada yaygın kullanımı olan JavaScript dili kullanılarak geliştirilmiştir. Kütüphane içerisinde kütüphane işleyişine ve temel hesaplamalara yönelik değişken ve fonksiyonlar yer almaktadır. Temel hesaplamalara; küre ve elipsoit yüzeyinde 1. ve 2. temel ödev çözümü, küre ve elipsoit yüzeyinde alan hesabı, coğrafi-kartezyen/kartezyen-coğrafi koordinat dönüşümü, Coğrafi-Gauss Krüger/Gauss Krüger-Coğrafi koordinat dönüşümü örnek olarak verilebilir. Kütüphanenin Web tabanlı kartografya-jeodezi konularında programlama yapacak kişilere önemli bir alt yapı oluşturacağı düşünülmektedir. Bu nedenle kütüphane içerisinde yer alan fonksiyon ve objeler kullanım örnekleri ile ele alınmıştır. Bu sayede kütüphane mini bir API formuna ulaşmıştır. Çalışma tasarlanan örnek uygulamaların Web ortamında test edilmesiyle tamamlanmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** API, İnternet, JavaScript, Jeodezi, Kartografya, Kütüphane, Leaflet, Web

## **ABSTRACT**

### **MS THESIS**

# **DEVELOPMENT OF WEB-BASED SOFTWARE LIBRARY FOR CARTOGRAPHIC-GEODETIC CALCULATIONS**

**Umut VURAL**

**Konya Technical University  
Institute of Graduate Studies  
Department of Geomatics Engineering**

**Advisor: Prof. Dr. İbrahim Öztuğ BİLDİRİCİ**

**2022, 57 Pages**

**Jury**

**Prof. Dr. İbrahim Öztuğ BİLDİRİCİ  
Prof. Dr. İsmail Bülent GÜNDOĞDU  
Dr. Öğr. Üyesi İlkay BUĞDAYCI**

It's possible to talk about general trends under the title of Web-based programming. These trends indicate a shift away from desktop applications and toward Web-based applications. In this study, a software library called Kartolib was developed to perform basic professional calculations in the Web environment. The library was created to work with online maps and is compatible with Leaflet, one of the open source mapping libraries. The library is developed with JavaScript. The library contains variables and functions for library operation and basic calculations. Basic calculations; direct and indirect fundamental calculation solutions on the sphere and ellipsoid surfaces, surface area calculation on the sphere and ellipsoid, cartesian-geographic/geographic-cartesian transformation, Geographical-Gauss Krüger/Gauss Krüger-Geographic coordinate transformation. The library is expected to provide an important infrastructure for those who will program on Web-based cartography-geodesy. As a result, the library's functions and objects are discussed with usage examples. In this way, the library has evolved into a mini API. The research was completed by testing the designed sample applications on the Web.

**Keywords:** API, Cartography, Geodesy, Internet, JavaScript, Leaflet, Library, Web

## ÖNSÖZ

Bilgi ve birikimi ile gerek çalışma öncesi gerekse çalışma süresince katkılarını esirgemeyen, çalışma konusunun altyapısını oluşturan ve ilhamını veren başta danışmanım sayın Prof. Dr. İbrahim Öztuğ BİLDİRİCİ olmak üzere, eğitim ve öğretim hayatım boyunca üzerimde emeği olan tüm hocalarıma, her zaman yanımda olan aileme ve arkadaşlarıma teşekkürü bir borç bilirim.

Umut VURAL

KONYA-2022

# İÇİNDEKİLER

<b>ÖZET .....</b>	<b>iv</b>
<b>ABSTRACT.....</b>	<b>v</b>
<b>ÖNSÖZ .....</b>	<b>vi</b>
<b>İÇİNDEKİLER .....</b>	<b>vii</b>
<b>SİMGELER VE KISALTMALAR.....</b>	<b>ix</b>
<b>1. GİRİŞ.....</b>	<b>1</b>
<b>2. KAYNAK ARAŞTIRMASI .....</b>	<b>3</b>
<b>3. İNTERNET ORTAMINDA HARİTA YAYINLAMA TEKNOLOJİLERİ.....</b>	<b>6</b>
3.1. Bilişim Teknolojilerinin Gelişimi.....	6
3.1.1. Web 1.0.....	10
3.1.2. Web 2.0.....	11
3.1.3. Web 3.0.....	11
3.1.4. Web 4.0.....	12
3.2. Web Kartografya.....	13
3.2.1. Hypertext Markup Language: HTML.....	16
3.2.1.1. HTML grafiği: SVG ve Canvas.....	18
3.2.2. Cascading Style Sheets: CSS .....	19
3.2.3. JavaScript.....	19
3.3. Web Harita Servisleri ve Uygulamaları.....	21
3.3.1. Google Maps API .....	22
3.3.2. OpenStreetMap .....	23
3.3.3. Leaflet .....	24
3.3.4. HGM Atlas.....	25
3.3.5. HGM Küre .....	26
3.3.6. Atlas .....	27
3.3.7. Web Graphics Library: WebGL .....	27
3.3.8. CesiumJS .....	28
3.3.9. OpenLayers .....	28
3.3.10. Asynchronous JavaScript and XML: AJAX.....	28
3.3.11. Geoserver.....	29
<b>4. KARTOLIB API.....</b>	<b>30</b>
4.1. Temel Kartolib Değişkenleri ve Fonksiyonları .....	30
4.1.1. Temel değişken nesnelere.....	31
4.1.2. Enlem boylam nesnesi .....	32
4.1.3. Kartezyen koordinat nesnesi.....	32
4.1.4. Gauss-Krüger koordinat nesnesi.....	32
4.1.5. Kenar nesnesi.....	32

4.1.6. Uzunluk birimleri.....	33
4.2. Küre Fonksiyonları .....	33
4.2.1. Birinci temel ödev (directSolSp) .....	33
4.2.2. İkinci temel ödev (inverseSolSp).....	34
4.2.3. Küresel pafta alanı (sp_quad_area).....	34
4.2.4. Küresel üçgen alanı (sp_area).....	35
4.2.5. Küresel poligon alanı (sp_poli_area) .....	36
4.2.6. Küresel poligon çevresi (sp_poli_length).....	36
4.3. Elipsoit Fonksiyonları.....	37
4.3.1. Elipsoit yarıçapları .....	37
4.3.2. Birinci temel ödev (directSolElp) .....	37
4.3.3. İkinci temel ödev (inverseSolElp) .....	38
4.3.4. Pafta alanı (elip_alan) .....	38
4.3.5. Coğrafi-kartezyen koordinat dönüşümü (geo2xyz) .....	39
4.3.6. Kartezyen-coğrafi koordinat dönüşümü (xyz2geo) .....	40
4.3.7. Coğrafi-indirgenmiş enlem dönüşümü (phi2beta).....	41
4.3.8. İndirgenmiş-coğrafi enlem dönüşümü (beta2phi).....	41
4.3.9. Coğrafi Gauss-Krüger koordinat dönüşümü (cog2gk) .....	42
4.3.10. Gauss-Krüger coğrafi koordinat dönüşümü (gk2cog) .....	43
4.4. Genel Fonksiyonlar .....	44
4.4.1. Derece-ondalık dönüşümü (dms).....	44
4.4.2. Ondalık-derece dönüşümü (dec).....	45
4.5. Kartolib Uygulamaları .....	45
4.5.1. Elipsoit yüzeyinde pafta alanı hesabı.....	46
4.5.2. Üç derece dilim genişliğinde Coğrafi-GK koordinat dönüşümü .....	47
4.5.3. Altı derece dilim genişliğinde Coğrafi-GK koordinat dönüşümü .....	48
<b>5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER .....</b>	<b>51</b>
<b>KAYNAKLAR .....</b>	<b>53</b>



## SİMGELER VE KISALTMALAR

### Simgeler

$a$	: Azimut açısı (°)
$\Delta\lambda$	: Boylam farkı (°)
$\varphi$	: Coğrafi enlem (°)
$\lambda$	: Coğrafi boylam (°)
$N$	: Çapraz eğrilik yarıçapı (m)
$\varepsilon$	: Ekses (°)
$\beta$	: İndirgenmiş enlem (°)
$a, b$	: Elipsoit ekvator ve kutup yarıçapları (m)
$f$	: Elipsoit basıklığı
$e, e'$	: Elipsoit birinci ve ikinci dış merkezlikleri
$h$	: Elipsoidal yükseklik (m)
$x_g, y_g, z_g$	: Gauss Krüger koordinatlar (m)
$G$	: Meridyen yay uzunluğu (m)
$\alpha, \beta, \gamma, \delta, \varepsilon$	: Meridyen yay katsayıları (m)
$\bar{\beta}, \bar{\delta}, \bar{\gamma}, \bar{\varepsilon}$	: Meridyen yay katsayıları
$\delta$	: Jeodezik eğri uzunluğu (m)
$x, y, z$	: Kartezyen koordinatlar (m)
$R$	: Yeryuvarının ortalama yarıçapı (m)

## Kısaltmalar

ABD	: Amerika Birleşik Devletleri
AJAX	: Asynchronous JavaScript and XML
API	: Application Programming Interface
ARPANET	: Advanced Research Projects Agency Network
CBS	: Coğrafi Bilgi Sistemi
CERN	: European Organization for Nuclear Research
CSS	: Cascading Style Sheets
DOM	: Document Object Model
ED50	: European Datum 1950
ENIAC	: Electronic Numerical Integrator And Computer
GML	: Geography Markup Language
GPS	: Global Positioning System
HTML	: Hyper Text Markup Language
HTTP	: Hyper Text Transfer Protocol
IBM	: International Business Machines
IP	: Internet Protocol
JS	: JavaScript
KGM	: Karayolları Genel Müdürlüğü
KML	: Keyhole Markup Language
MILNET	: Military Network
OGC	: Open Geospatial Consortium
OSM	: OpenStreetMap
SLD	: Styled Layer Descriptor
SVG	: Scalable Vector Graphics
TCP	: Transmission Control Protocol
URL	: Uniform Resource Locator
W3C	: World Wide Web Consortium
WCS	: Web Coverage Service
WEBGL	: Web Graphics Library
WFS	: Web Feature Service
WGS84	: World Geodetic System 1984
WMS	: Web Map Service
WMTS	: Web Map Tile Service
WWW	: World Wide Web
XML	: Extensible Markup Language

## 1. GİRİŞ

Kartografya, carto (harita) ve graphein (çizmek) kelimelerinin birleşiminden oluşmakta olup, harita yapmak ve kullanmak için gerekli bilim, sanat ve teknik olarak ifade edilmektedir (Bildirici, 2019). Web Kartografya ise Muehlenhaus (2014) tarafından interaktif ve mobil ortamda harita tasarımı olarak ifade edilmektedir. Web Kartografya, Web teknolojisi ile var olmuş ve kartografyayı Web ortamına taşımıştır. Web teknolojisi 1989 yılında CERN’de (European Organization for Nuclear Research) araştırma sonuçlarının bilgisayar ortamında dağıtımı için tasarlanan ağ ile ortaya çıkmış, bunun devamında Dünya’yı kapsayacak şekilde genişletilmesiyle WWW (World Wide Web) adını almıştır (Berners-Lee, 2009). Web’in temeli ise İnternet’e dayanmaktadır. İnternet kavramı, 1969 yılında Amerika Birleşik Devletleri tarafından teknolojik gelişmelerin askeri alanlara uygulanması amacıyla tasarlanan ARPANET (Advanced Research Projects Agency Network) projesi ile ortaya çıkmıştır (Aslan, 2019).

İlk haritalara tarih öncesi dönemde rastlamakla birlikte haritaların duvar, kâğıt, deri vb. analog materyaller üzerine çizilmiş olması nedeniyle kopyalanması pek mümkün olmamıştır. Haritaların çoğaltılması matbaanın icadı ile mümkün olmuştur (Bildirici, 2021a). İnternet’in günlük hayatımızda yer edinmesi ile haritalar ekran üzerinde sunulmaya başlanmıştır. Akıllı cihazlar aracılığı ile navigasyon uygulamalarının kullanımı en temel örneklerden bir tanesidir.

İnternet ortamında harita sunumu ilk aşamada statik olarak gerçekleşmiştir. Xerox PARC Map Viewer ilk statik harita sunucularından biri olup Steve Putz tarafından 1993 yılında geliştirilmiştir (Putz, 1994). Haritaların statik olarak sunulduğu ve buna bağlı olarak kullanıcıların Web üzerinde pasif olduğu dönem Web 1.0 olarak ifade edilmektedir. O’Reilly (2007) tarafından dile getirilen Web 2.0 dönemi ile birlikte ise kullanıcılar pasif konumdan etkin konuma ulaşmıştır. Çevrimiçi harita sunucularından bir tanesi olan Google Maps, Web 2.0 dönemi ile birlikte ortaya çıkmıştır. Google Maps ile birlikte kullanıcılar Web sayfalarına harita ekleme imkanı bulmuştur. Web sayfası içerisinde en az iki kaynaktan gelen içeriğin kullanıcılara sunulması Mashup hizmetleri olarak ifade edilmektedir. Bu hizmetler API (Application Programming Interface-Uygulama Programlama Arayüzü) kullanımı ile sağlanmaktadır. Google Maps de bu hizmeti Google Maps API ile sağlamaktadır. Günümüzde Google Maps vb. sistemlere alternatif API’ler de bulunmaktadır. Leaflet bunların başında gelmektedir. Leaflet, çevrimiçi harita yayınlamak amacıyla 2011 yılında Volodymyr Agafonkin tarafından

tasarlanan açık kaynak kodlu bir JavaScript API'sidir (Leaflet, 2022). API ait olduğu servis tarafından oluşturulmuş olup, hazır JavaScript kod kümelerini içermektedir. API kullanımları ile Web ortamında programlama yapan kullanıcıların ek olarak kod yazma zahmeti ortadan kalkmıştır. Web programlama konusunda ise JavaScript ile birlikte HTML (Hyper Text Markup Language) ve CSS (Cascading Style Sheets) öne çıkmaktadır. HTML Web sayfasının içeriğini, CSS Web sayfasının biçimi, JavaScript Web sayfasının davranışını tanımlamada rol almaktadır.

Günümüzde doğrudan ya da dolaylı olarak teknolojik yeniliklere maruz kalmaktayız. Mesleğimizin de bahsedilen yeniliklerden etkilenmemesi mümkün değildir. Bu motivasyon ile tez çalışmasında kartografik ve jeodezik temel hesaplamaları yapan bir JavaScript kütüphanesi geliştirilmiştir. Temel hesaplamalar içerisinde; küre ve elipsoit yüzeyinde 1. ve 2. temel ödev çözümü, küre ve elipsoit yüzeyinde alan hesabı, coğrafi-kartezyen/kartezyen-coğrafi koordinat dönüşümü, Coğrafi-Gauss Krüger/Gauss Krüger-Coğrafi koordinat dönüşümü gibi hesaplamalar yer almaktadır. Bu hesaplamalarda öncelikle Demirel ve Üstün (2014) ve Bildirici (2019) kaynaklarından yararlanılmıştır.

Kütüphane, Leaflet JavaScript kütüphanesi ile çalışabilir şekilde tasarlanmış ve Kartolib olarak isimlendirilmiştir. Kütüphanenin bu tip hesaplamaları yapan kütüphanelerin çok fazla olmaması nedeniyle Web ortamında kartografya-jeodezi konularında programlama yapacak kişilere önemli bir alt yapı oluşturacağı düşünülmektedir. Bu nedenle kütüphane içerisinde yer alan fonksiyon ve objeler kullanım örnekleri ile ele alınmıştır. Bu sayede çalışma mini bir API niteliği kazanmıştır.

Tez kapsamında yapılan çalışmalar sonucunda beş ana bölümden oluşan bir metin ortaya çıkmıştır. İkinci bölümde tez kapsamında yapılan çalışma ile benzer nitelikteki çalışmalar ana hatlarıyla ele alınmıştır. Üçüncü bölümde İnternet ortamında harita sunumu ile yakından ilişkili teknolojiler ele alınmıştır. Dördüncü bölümde ise geliştirilen kütüphane içerisinde yer alan fonksiyon ve objelerin kullanımı, kullanım örnekleri ve tasarlanan uygulamalar ile ele alınmıştır. Son olarak sonuçlar ve öneriler beşinci bölümde ele alınarak çalışma tamamlanmıştır.

## 2. KAYNAK ARAŞTIRMASI

Bu bölümde çalışma ile doğrudan ya da dolaylı olarak ilişkili olan çalışmalar ana hatlarıyla incelenmiştir.

Kurt (2002), haritacılıkta kullanılan temel jeodezik hesaplamaların İnternet ortamında kullanımına ilişkin bir uygulama tasarlamıştır. Platformdan bağımsız çalışabilme ve İnternet programcılığına uygun olması gibi avantajlarından ötürü Java programlama dilinin Applet teknolojisi tercih edilmiştir. Uygulama kapsamında Jülyen günü hesabı, kartezyen-coğrafi koordinat dönüşümü, coğrafi-düzlem koordinat dönüşümü, 3 ve 6 derecelik dilim genişliği sistemlerinde dilimden dilime dönüşüm hesabı, elipsoit üzerinde I. ve II. temel ödev çözümleri ve datum dönüşüm hesabı programları hazırlanmıştır. Çalışmanın genel bir program arşivine başlangıç teşkil edeceği, kullanıcıların görüş ve önerileri ile sayfanın zenginleşebileceği ifade edilmiştir. Kurt ve Çelik (2003), tez kapsamında olan çalışmayı makale formuna getirmiş ve yayınlama imkanı bulmuştur.

Uluğtekin ve ark. (2003), teknolojiye yaşanan gelişmelerin kartografyaya da etki ettiği ve yeni uğraş alanları getirdiği, bu alanlardan bir tanesinin de Web ortamında harita tasarımı olduğunu ifade etmişlerdir. Çalışma kapsamında Web harita tasarımının önemi, harita kriterleri, harita tasarımı, Web haritalarının tasarımında genelleştirme, işaretleştirme, Web haritalarının görünümü ve Web haritalarının paylaşımı konuları incelenmiştir.

Maraş ve Şanlıoğlu (2007), dayalı poligon hesabı ve benzerlik dönüşümü gibi hesaplamaları içeren Web tabanlı jeodezik uygulamalar tasarlamışlardır. Uygulamalar PHP script dili ile kodlanmıştır. Bununla birlikte tasarımda kullanılan dillere yönelik olarak avantaj/dezavantaj değerlendirmesi yapılmıştır.

Başçıftçi (2008), jeodezide kullanılan tek boyutlu, iki boyutlu ve üç boyutlu dönüşümler üzerine bir çalışma yapmıştır. Çalışma kapsamında dönüşümlerin teorik altyapısı ile noktaların konum duyarlılıkları da göz önünde bulundurularak kullanımı kolay bir program geliştirilmiştir. Bunun için Delphi programlama dili tercih edilmiştir. Başçıftçi ve İnal (2008), tez kapsamında olan bu çalışmayı makale formuna getirerek yayınlama imkanı bulmuştur.

Doğan ve Yaprak (2011), Delphi 7 programlama dilini kullanarak koordinat dönüşümü ve pafta bul yazılımı geliştirmişlerdir. Koordinat dönüşümü kapsamında, kartezyen-coğrafi koordinat dönüşümü, coğrafi-kartezyen koordinat dönüşümü, sağa

yukarı değerlerden coğrafi koordinatların hesaplanması, coğrafi koordinatlardan sağa yukarı değerlerin ve kartezyen koordinatların hesaplanması, dilim dönüşümü hesabı yer almaktadır. Pafta bul kapsamında ise ED50 (Europen Datum 1950) ve WGS84 (World Geodetic System 1984) datumlarında 1/500 ile 1/100.000 ölçek aralığındaki pafta köşe koordinatlarını, koordinatı bilinen noktanın hangi paftada yer aldığı hesaplayan, Sivas ve Tokat il ve ilçelerinin mevzi imar ve kadastro paftalarının köşe koordinatlarını, koordinatı bilinen noktanın hangi paftada yer aldığını hesaplayan çalışmalar yer almaktadır. Ayrıca geliştirilen yazılım ile sonuçlar görsel olarak kullanıcılara sunulmaktadır.

Tunç (2015), ilk olarak Windows Phone işletim sistemi için geliştirmeye başladığı Jeodezik Hesap Uygulama projesini platformdan bağımsız hale getirme düşüncesiyle Web ortamına taşımıştır. Bunun sonucunda 19 hesaplama modülü geliştirerek kullanıma sunmuştur. İlgili modüllere istenen parametreler manuel olarak girilerek hesaplamalar yapılabilmektedir. Temel ödev hesapları, küçük nokta hesabı, yan nokta hesabı gibi hesaplamalar bu modüllere örnek olarak verilebilir.

Kocaman (2015), Android, IOS ve Windows Phone işletim sistemine sahip cihazlarda konumsal mühendislik hesaplamaları yapan ve Kocaman Pro olarak isimlendirilen bir uygulama tasarlamıştır. Uygulama hesap modülleri ve GPS (Global Positioning System-Küresel Konumlama Sistemi) modülleri olmak üzere 2 bölümden oluşmaktadır. Hesap modülleri bölümünde semt mesafe, açı mesafe, kutupsal aplikasyon gibi modüller bulunmaktadır. GPS modülleri ile ise GPS sensörü kullanılarak ele edilen konum bilgisinin koordinat değerlerine dönüştürülerek sahada alım, aplikasyon ve alan hesabı işlemlerinin yapılabileceği ancak metre altı doğruluğun elde edilemeyeceği ifade edilmektedir.

Bildirici ve Kırtıloğlu (2015), Google altyapısı (Google Maps API ve Google Earth API) kullanılarak oluşturulan ve çeşitli kartografik hesaplama araçlarını içeren Web harita uygulamaları geliştirmişlerdir. Bu uygulamalar ile küre ve elipsoit yüzeyinde temel ödev çözümleri (1. ve 2. temel ödev), kartezyen-coğrafi koordinat dönüşümü ve pafta bölümlenmesine ait işlemler yapılmaktadır. Ayrıca Google altyapısının kullanılması ile birlikte 2 (Google Maps) ve 3 (Google Earth) boyutlu gösterimlerin yapılması mümkün olmuştur. Çalışma kapsamında uygulamaların tasarımına ilişkin işlem adımları, kullanılan formüller ve sistem altyapısı da ele alınmıştır.

Bildirici ve Kırtıloğlu (2016), bu çalışma ile Web ortamında harita sunumu yapmak isteyen ya da harita tabanlı uygulama geliştirmek isteyen kullanıcıların oluşturdukları haritaya ait özellikleri bilmesine dikkat çekmek amacıyla Web tabanlı

haritalarda sıklıkla kullanılan Web Merkator projeksiyonuna ait özellikleri ele almışlardır.

Bildirici (2021b), vektörel olarak iki büyük daire yayı kesişim problemini ele almıştır. Vektörlerin skaler ve vektörel çarpımları, coğrafi koordinatlardan vektörlerin oluşturulması ve tersi gibi vektörel işlemler için fonksiyonlar kodlanmıştır. Problemin çözümü de JavaScript dili ve Leaflet API ile kodlanan çevrimiçi harita uygulaması eşliğinde sunmuştur.

HGM (2022), Web ortamında hesaplama yapılabilen temel uygulamalardan birisi de Harita Genel Müdürlüğü tarafından sağlanmaktadır. Bu uygulamada koordinat dönüşümleri, datum dönüşümü, temel ödev hesapları ve Jülyen günü hesabı yer almaktadır. Bu uygulamalar Jeodezik Hesaplamalar başlığı altında sunulmaktadır.

Kaynak araştırması kapsamında yapılan incelemeler sonucunda yukarıda ele alınan çalışmaların doğrudan API formunda olmadığı görülmüştür. Çünkü ilgili çalışmaların API formunda olabilmesi için o uygulamanın bir başka uygulama tarafından kullanılabilir fonksiyon ve objelere sahip olması gerekmektedir. Bununla birlikte fonksiyon ve objelerin kullanımına ilişkin bir de doküman olmalıdır. Ayrıca sonuçların herhangi bir çevrimiçi harita ile gösterimi de yapılmamıştır. Buna en yakın çalışmanın ise Bildirici ve Kırtıloğlu (2015) tarafından yapıldığı söylenebilir.

### 3. İNTERNET ORTAMINDA HARİTA YAYINLAMA TEKNOLOJİLERİ

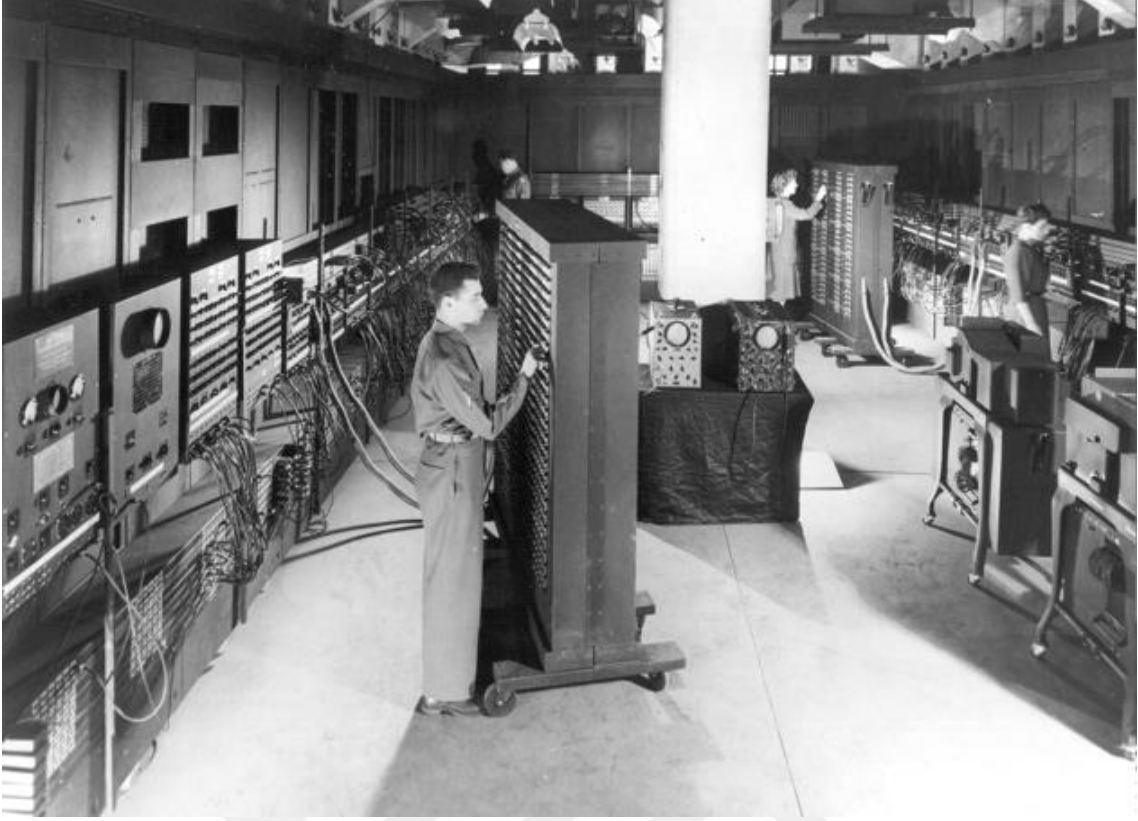
Geçmişte pek çok konuda pek çok soruya yanıt arayan insanoğlu bugün bilgiye kolay erişim ve bilgiyi daha küçük alanlara sığdırma gibi konular ile meşgul olmaktadır. Bu meşguliyet sonucunda geçmişte odalar dolusu dokümanla muhafaza edilebilen büyük bilgi bankaları bugün yerini mikroçiplere bırakmıştır. Ancak insanoğlu bununla da yetinmeyip bir adım öteye gitmiş ve bilginin hızlı iletimi sorusuna yanıt aramıştır. Bunun sonucunda telgrafla başlayan süreç, telefon ve televizyondan sonra bilgisayar ağları (İnternet) ile devam etmiştir.

Bu bölümde teknoloji kavramı odak noktası olmuştur. Buna bağlı olarak bilişim teknolojilerinin zaman içerisindeki gelişimi, teknolojinin kartografyaya etkisi ve bunun devamında ortaya çıkan Web Kartografya kavramı ile Web harita servisleri üzerinde durulmuştur.

#### 3.1. Bilişim Teknolojilerinin Gelişimi

Geçmişten günümüze insanoğlu istek ve ihtiyaçları doğrultusunda pek çok yeniliğe imza atmıştır. Bilgisayar da bu yeniliklerden bir tanesidir. Bilgisayar temel olarak bir hesap aracıdır (Wikipedia, 2022a). Bilgisayar kavramı geçmişten günümüze dönemin ihtiyaç ve teknolojisi doğrultusunda anlam kazanmıştır. Öyle ki M.Ö. 2400'lü yıllarda insanoğlunun gelişen ticari ilişkiler nedeniyle karmaşık sayma işlemlerine ihtiyaç duyduğu ve bu ihtiyacı abaküs kullanımı ile giderdiği ifade edilmektedir (Ercan, 2020). Bu ve benzeri çalışmalar abaküsü ilk hesap aracı yani ilk bilgisayar olarak ifade etmektedir. Günümüzde hesap aracı denildiğinde abaküsten ve belki de bilgisayardan önce akla gelen bir araç daha vardır: Hesap makinesi. İlk mekanik hesap makinesi 1623 yılında Almanya'da Heidelberg Üniversitesinde Wilhelm Schickard tarafından geliştirilmiştir (Wikipedia, 2022b). Bunun devamında bilim insanları yeni hesap makinelerini geliştirerek çeşitli araçlar/donanımlar icat etmiştir. 1947 yılında basına tanıtılan ENIAC (Electronic Numerical Integrator And Computer) bu çalışmalar sonucunda ortaya çıkmıştır (Şekil 3.1).





Şekil 3.1: ENIAC (Wikipedia, 2022a)

ENIAC üzerine çalışmalar 1941 yılında başlamıştır. 1941 yılı ikinci dünya savaşının olduğu yıllar arasına (1939-1945) denk gelmektedir. Bu durum tesadüfi değildir. ENIAC ABD (Amerika Birleşik Devletleri) ve ordusunun desteği ile Amerikalı bilim insanları tarafından askeri alanda kullanılma düşüncesi ile geliştirilmiştir. ENIAC'ın yaklaşık olarak 30 ton ağırlığında olduğu, 167 m<sup>2</sup>'lik bir alana sığıdığı ve 500.000 dolara mal olduğu ifade edilmektedir. 1955 yılında ise artan maliyetler nedeniyle ENIAC'ın görevi sona ermiştir (Wikipedia, 2022c).

ENIAC kişisel kullanım amaçlı bir bilgisayar ya da teknoloji değildi. Kişisel kullanım amaçlı ilk bilgisayar Programma 101'dir (Şekil 3.2). Programma 101, 1965 yılında İtalya'da Olivetti firması tarafından üretilmiştir. Ay yüzeyine uçuş için gerekli hesaplamaların Programma 101 ile yapıldığı ifade edilmektedir (Ercan, 2020). Ülkemizde ise ilk bilgisayar kullanımı 1960 yılında KGM (Karayolları Genel Müdürlüğü) kullanımına tahsis edilen ve 12 yıl süre ile kullanılan IBM-650 Data Processing Machine ile başlamıştır (KGM, 2022). IBM-650, yol tasarımında ihtiyaç duyulan hesaplamaların daha hızlı olarak yapılması amacıyla temin edilmiştir. Öyle ki IBM-650 öncesinde yol tasarımında ihtiyaç duyulan hesaplamaların aylarca sürdüğü ifade edilmektedir. Bu nedenle KGM hesaplamaların daha hızlı olarak yapılması amacıyla bilgisayar

kullanımına ihtiyaç duymuştur. 63 km uzunluğundaki Polatlı-Sivrihisar yolu için gerekli hesaplamaların IBM-650 ile bir saatte yapıldığı ifade edilmektedir (Ercan, 2020).



Şekil 3.2: Programma 101 (Wikipedia, 2022d)

Abaküsten mekanik hesap makinelerine buradan da bilgisayarlara gelinen süreç yeni kavramlar ve teknolojiler ile devam etmiştir. İnternet kavramı bu sürecin devamında ortaya çıkmıştır. İnternet kavramının temelinde iletişim kavramı yatmaktadır. Çünkü İnternet bir iletişim ağıdır. Bu ağ ile dünya çapında bilgisayar sistemleri birbirlerine bağlanmakta ve iletişim kurmaktadır. İnternet, bilgisayar teknolojisine benzer şekilde savaş koşulları düşünülerek ortaya çıkmıştır. Bu teknoloji ABD Savunma Bakanlığı tarafından olası bir nükleer saldırı durumunda askeri alanda güvenli haberleşmeyi sağlamak amacıyla 1969 yılında ARPANET projesi ile ortaya çıkmıştır (Yıldırım, 2014). 1969 yılı, 1947-1989 yılları arasında süren soğuk savaş dönemine denk gelmektedir. Bu ağ ile iletilen ilk mesajın Kaliforniya Üniversitesinde bulunan bir profesöre ait bilgisayara gönderildiği ifade edilmektedir (Ercan, 2020). 1973 yılında ise ARPANET'e biri İngiltere'de biri Norveç'te olan iki üniversite dahil olmuştur. Bu durum ağın küreselleşme yolundaki ilk adımı olarak ifade edilmiştir (Yıldırım, 2014). Bunun devamında ağ genişlemiş ve Askeri Kuruluş Ağı olan MILNET (Military Network), ARPANET'ten ayrılmıştır (Aslan, 2019). Bunun ardından oluşan iki ağ arasındaki iletişim İnternet

protokolleri ile sağlanmıştır. Bu iletişim IP (Internet Protocol) kavramının oluşmasına neden olmuştur (Ercan, 2020). Bilgisayarların İnternet ağları ile iletişim kurabilmesi için ortak bir protokole ihtiyaç vardır. Bu protokol TCP (Transmission Control Protocol) olarak isimlendirilir. Bu protokolda bilgisayarların birbirinden ayırt edilebilmesi için sayısal olarak ifade edilen adresler kullanılır. Bu adresler de IP olarak isimlendirilir (Sarısakal, 2006).

1989 yılına gelindiğinde ise yeni bir kavram insan hayatında yer edinmiştir. Bu kavram ilk olarak İngiliz bilim insanı Tim Berners-Lee tarafından CERD’de araştırma sonuçlarının bilgisayar ortamında dağıtımı için tasarlanan ağ ile ortaya çıkmış, bunun devamında Dünya’yı kapsayacak şekilde genişletilmesi ile WWW adını almıştır (Berners-Lee, 2009). Günümüzde kısaca Web olarak bildiğimiz ve kullandığımız teknolojinin temeli WWW yazılımına dayanmaktadır. Web, İnternet aracılığı ile birbirleri ile bağlantılı köprü metni (hypertext) belgelerinin oluşturduğu bir bilgi sistemi olarak ifade edilebilir (Bildirici ve Kırtıloğlu, 2015). Bu belgelere kullanıcının bilgisayarında yer alan Web tarayıcısı ile erişilebilmektedir. Yani bu belgeler Web sayfalarıdır (Wikipedia, 2022e). İnternet ve Web’i ayıran temel nokta da budur. İnternet’in temeli iletişimdir. Bu iletişim somut olmayan ağlar ile sağlanmaktadır. Web’in temeli ise Web sayfalarıdır. İlk Web sayfası ise Tim Berners-Lee tarafından hazırlanmıştır (Şekil 3.3). 30 Nisan 1993 yılına gelindiğinde ise Word Wide Web yazılımı kamu kullanımına sunulmuştur. 2019 yılı Şubat ayında ise World Wide Web otuzuncu yılı dolayısıyla bu teknolojiyi kullanıcıların deneyimlenmesini sağlamak amacıyla yeniden kullanıma sunmuştur (WWW, 2019). Günümüzde de <https://worldwideweb.cern.ch/browser/> adresine erişim sağlanarak otuz yıl önce Web ortamında kurulan iletişimin deneyimlenmesi mümkündür.

## World Wide Web

The WorldWideWeb (W3) is a wide-area [hypermedia](#) information retrieval initiative aiming to give universal access to a large universe of documents.

Everything there is online about W3 is linked directly or indirectly to this document, including an [executive summary](#) of the project, [Mailing lists](#) , [Policy](#) , November's [W3 news](#) , [Frequently Asked Questions](#) .

[What's out there?](#)

Pointers to the world's online information [subjects](#) , [W3 servers](#) , etc.

[Help](#)

on the browser you are using

[Software Products](#)

A list of W3 project components and their current state. (e.g. [Line Mode](#) , [X11 Viola](#) , [NeXTStep](#) , [Servers](#) , [Tools](#) , [Mail robot](#) , [Library](#) )

[Technical](#)

Details of protocols, formats, program internals etc

[Bibliography](#)

Paper documentation on W3 and references.

[People](#)

A list of some people involved in the project.

[History](#)

A summary of the history of the project.

[How can I help ?](#)

If you would like to support the web.

[Getting code](#)

Getting the code by [anonymous FTP](#) , etc.

Şekil 3.3: Tim Berners-Lee tarafından tasarlanan ilk Web sayfası

W3, WWW ya da Web'in temeli iki teknolojiye dayanmaktadır: HTML ve HTTP (Hyper Text Transfer Protocol). HTML, köprü metin işaretleme dili olarak dilimize çevrilebilir. HTML, düz metin dosyalarından oluşur ve Web ortamında görülen her şey bu dil ile yazılmıştır. HTTP ise bu dilde yazılan metin belgelerinin aktarımı/transferi için geliştirilmiştir (Ustaoğlu, 2001). Web sayfalarının insan hayatına girmesi ile bu sayfaların davranış ve görünümlerin düzenlenmesi ihtiyacı doğmuştur. Bunun devamında sırasıyla JavaScript ve CSS geliştirilmiştir. JavaScript Web sayfasının davranış biçimini, CSS ise görünümünü düzenlemek amacıyla geliştirilmiştir (Bildirici ve Kırtıloğlu, 2015). Bu teknolojiler günümüzde özellikle kullanıcı taraflı kodlama (Client Side) yapan programcılar tarafından yoğun bir şekilde kullanılmaktadır. Ayrıca bu teknolojiler geçmişten bugüne pek çok yeniliğin oluşmasında önemli birer kilometre taşı niteliğindedir. Web teknolojileri ya da Web'in versiyonları bu yeniliklerin devamı niteliğindedir. Buna bağlı olarak günümüzde Web'in gelişim süreci;

- Web 1.0
- Web 2.0
- Web 3.0
- Web 4.0

olmak üzere dört dönem olarak ele alınmaktadır.

### **3.1.1. Web 1.0**

Web 1.0; Web, WWW ya da W3 olarak da ifade edilebilir. Bu nedenle bu kavramlar için geçerli olan hususlar Web 1.0 için de geçerlidir. Web 1.0, Web'in ilk halidir. Tim Berners-Lee tarafından 1989 yılında üniversite ve enstitülerde görev yapan bilim insanları arasında iletişimin sağlanması amacıyla CERN'de geliştirilmiştir (WWW, 1989). Bu dönemde kullanıcılar pasif ya da ziyaretçi konumunda olup yalnızca bilgi edinme amacı güdülmüştür. Bir başka deyişle İnternet kullanıcıları görüntülenen içeriğe müdahil olamamıştır. Bu durum okuyucu ile gazete, kitap, dergi gibi kaynaklar arasındaki bilgi iletim şekline benzemektedir.

Web 1.0, 1989 yılında kullanımı başlayan ancak 2004 yılında isimlendirilen bir teknolojidir. Bu durum Web 2.0 teknolojisinin 2004 yılında ortaya çıkmasından ötürüdür.

### 3.1.2. Web 2.0

2000’li yılların başında Amerika’da bilgisayar ve İnternet teknolojilerine yatırım yapan şirketlerin beklenen geri dönüşü alamaması nedeniyle bu sektörden çekildiği ifade edilmektedir. Bu süreç dot-com balonunun sönmesi olarak da bilinmektedir. Bunun devamında pek çok İnternet sitesinin kapandığı ifade edilmektedir. Web 2.0 kavramı da bu kriz sonrası bir dönüm noktası olacağı düşüncesiyle ilk kez 2004 yılında bir konferansta dile getirilmiştir (Baytar, 2011). Bu konferans Tim O’Reilly ve MediaLive International tarafından organize edilmiş olup, alanın önde gelen şirketleri de (Google, Yahoo, Msn, Amazon ve Ebay gibi) katılım sağlamışlardır (Ercan, 2020). Konferansta yeni dönemin Web 2.0 olarak adlandırılması ile birlikte o zamana dek Web 1.0 gibi bir tanımlamasının yapılmaması, Web 2.0 öncesinin Web 1.0 olarak tanımlanmasına yol açmıştır.

Web 2.0 dönemi sosyal ağ devrimi olarak da ifade edilmektedir. Çünkü Youtube, Facebook, Twitter ve Instagram gibi platformlar bu dönemin devamında popüler hale gelmiştir. Mobil erişim ve akıllı telefonlar sayesinde de kullanıcılar arası etkileşim hızla artmıştır. Web 1.0 ile Web 2.0 teknolojileri arasındaki temel fark da budur. Web 2.0 teknolojisi ile birlikte kullanıcı pasif konumdan aktif konuma ulaşmıştır. Yani kullanıcı görüntülenen içeriğe müdahil olabilmıştır. Bir başka deyişle bu dönem ile birlikte statik olarak gerçekleştirilen bilgi iletimi yerini etkileşimli bilgi iletişimine bırakmıştır. Bu nedenle Web 2.0 dönemi okuma/yazma ağı olarak da isimlendirilmiştir (Aslan, 2019).

Web 2.0 dönemi İnternet yoluyla harita yayınlama konusunda yeni teknolojilerin oluşmasına katkı sunmuştur. Google Maps gibi teknolojiler bu dönemin devamında 2005 yılında ortaya çıkmıştır. Web 2.0 döneminin çevrimiçi haritalar aracılığıyla mekansal bilgi paylaşımına sunduğu katkılar Web Kartografya başlığı altında ele alınacaktır.

### 3.1.3. Web 3.0

Web 3.0 tıpkı Web 1.0 ile Web 2.0 arasındaki geçiş süreci gibidir. Bu dönem Web 2.0’ın gelişimini tamamlaması sonucu oluşmuştur. Semantik Web olarak da isimlendirilmekle birlikte çeşitli kaynaklarda akıllı Web olarak da ifade edilmektedir (Ersöz, 2020). Çünkü Web 3.0 makineler arası iletişimi olanaklı hale getirmiştir. Bu sayede veriler yorumlanıp kullanıcılara buna uygun içerikler sunulmaktadır. Yani kullanıcının Web üzerindeki her aktivitesi bir veri olarak tutulmakta ve Web aracılığı ile

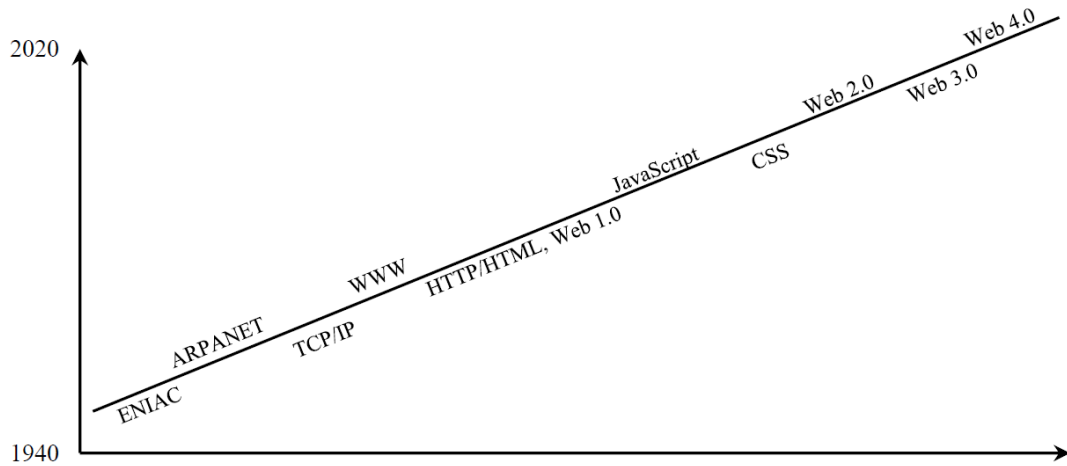
kullanıcı yönlendirilmektedir. Burada Web ortamında sadece kullanıcıyı değil makinalar da okuyucu konumundadır.

Web 3.0 teknolojisini besin kaynağı veridir. Günümüzde pek çok kurum müşteri memnuniyeti düşünülerek verilerin toplanmasına önem vermektedir. Bu durumun büyük veri (big data) oluşumuna katkı sunduğu ifade edilmektedir (Ersöz, 2020). Bunun sonucunda veri tabanları oluşmaktadır. Web 3.0 teknolojisi de bu kaynaklardan beslenmektedir.

### 3.1.4. Web 4.0

Web 4.0 üzerine yapılan incelemeler sonucunda henüz net bir tanımlamanın olmadığı görülmüştür. Ancak bu kavramın 2011 yılında Almanya’da bir fuarda ortaya çıkan Endüstri 4.0 ile ilişkili olabileceği ifade edilmektedir (Ersöz, 2020). Ayrıca Web 4.0 teknolojisinde yapay zeka teknikleri ile artırılmış gerçekçilik (Augmented Reality) teknolojilerinin ön planda olacağı ön görülmektedir. Bunun bir sonucu olarak da insandan yazılıma doğru bir geçişin olacağı düşünülmektedir. Son dönemde popüler hale gelen Metaverse dünyası bunu destekler niteliktedir.

Şekil 3.4 hem bu bölümün hem de yaklaşık olarak son yüzyıl içerisinde teknolojiye yaşanan gelişmelerin genel bir özeti niteliğindedir.



Şekil 3.4: Bilişim teknolojilerinin gelişim trendi

### 3.2. Web Kartografya

Bilişim teknolojilerinde yaşanan gelişmeler neticesinde geçmişte klasik yöntem olarak ifade edebileceğimiz kalem-kağıtla yapılan kartografya uygulamaları yerini bilgisayar destekli sistemlerle yapılan uygulamalara bırakmıştır. Bu sayede kartografya eğitimi olmayanların da harita yapmasının önü açılmıştır.

Bilişim teknolojilerinde yaşanan gelişmeler haritaların tasarımına ve sunumuna doğrudan etki etmiştir. Bunun bir sonucu olarak kâğıt vb. materyaller üzerinde olan haritalar ekran üzerinde tasarlanmaya ve sunulmaya başlamıştır. Burada İnternet'in temel felsefesi olan bilgi paylaşımının, mekânsal bilgi paylaşımı için de etkin olacağı düşüncesi vardır. Bu düşünce Web Kartografya kavramının ortaya çıkmasına neden olmuştur (Uluğtekin ve ark., 2003).

1970'li yıllarda sayısal ortamda haritaların üretildiği bunun devamında 1990'lı yıllarda ise Web kavramının çıkışına paralel olarak Web Kartografya kavramının literatürde yer edindiği ifade edilmektedir (Bildirici ve Kırtıloğlu, 2015). Web Kartografya ile kartografya temel olarak birbirlerinden farklı değildir. Kartografya, harita yapmak ve kullanmak için gerekli bilim, sanat ve teknik olarak tanımlanır (Bildirici, 2019). Web Kartografya da sayısal ortamda harita tasarımı için gerekli bilim, sanat ve teknik olarak tanımlanabilir. Web Kartografya'da da kartografik tasarım ilkeleri aynen uygulanmakta olup, yalnızca haritaların ekran üzerinden sunulması nedeniyle haritanın sunum ortamı değişmektedir. Çizelge 3.1'de analog harita ile ekran haritası karşılaştırmalı olarak ele alınmıştır.

**Çizelge 3.1:** Analog ve ekran harita karşılaştırması

<b>Analog harita</b>	<b>Ekran haritası</b>
Yüksek çözünürlük	Düşük çözünürlük
Büyük boyutlar	Kısıtlı boyutlar
Saklama koşulları zor	Saklama koşulları kolay
Elle tutulur	Elle tutulmaz
Teknoloji kullanımı zorunlu değil	Teknoloji kullanımı zorunlu

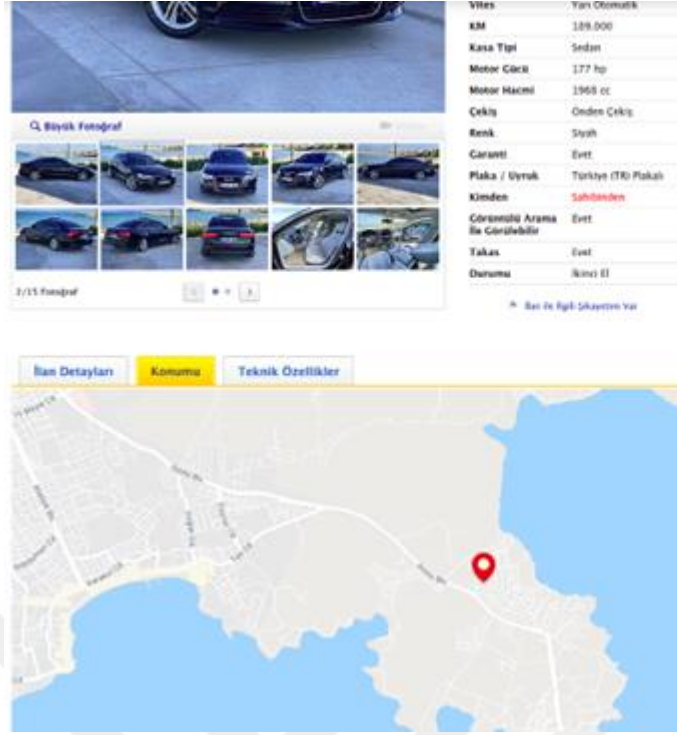
Web Kartografya'ya bir başka yaklaşım ise, interaktif ve mobil ortamda harita tasarımı şeklindedir (Muehlenhaus, 2014).

Haritaların ekran üzerinden sunumları başlangıçta statik olarak gerçekleştirilmiştir. Bu durum tıpkı bir Web sayfasının içeriğinin pasif olarak görüntülenmesindeki gibi düşünülebilir. Burada kullanıcı içeriğe müdahil olamamakla birlikte yalnızca okuyucu durumundadır.

Web 2.0 dönemi İnternet'in gelişim sürecinde önemli bir yere sahip olmakla birlikte köklü değişiklikleri de beraberinde getirmiştir. Kullanıcılar Web 2.0 dönemi ile birlikte pasif durumdan etkin duruma ulaşmıştır. Bununla birlikte Web 2.0 dönemi ile birlikte haritalar aracılığı ile İnternet ortamında dinamik yapıda mekansal bilgi paylaşımının ivme kazandığı ifade edilmektedir (Bildirici ve ark., 2009). Google Maps ve devamında gelen yeni teknolojilerin Web 2.0 döneminde gelişme kaydetmesi bunu destekler niteliktedir (Bildirici ve Böge, 2010). Bu nedenle de Web 2.0 dönemi Web ortamında harita sunumu için ayrı bir öneme sahiptir.

Haritaların Web ortamında sunulmasında bir başka önemli konu ise Mashup hizmetleridir. Mashup kavramı Web sayfa/site içerisinde en az iki kaynaktan gelen içeriğin kullanıcılara sunulması olarak ifade edilebilir (Şekil 3.5). Bu sayede en az bir harita altlığı bir başka Web kaynağı ile bir arada sunulabilmektedir. Bu hizmet 2005 yılında Google tarafından tanıtılan Google Maps uygulaması ile ortaya çıkmış ve kullanıcıların Web sitelerine Google haritaları ekleme imkanı sunmuştur (Bildirici ve Kırtıloğlu, 2015). Bu sayede restoran ya da ayakkabı dükkanı gibi işletmelere ait Web sitelerine haritaların eklenebileceği ve satışların arttırılabileceği yaklaşımı oluşmuştur (Garfield, 2020). Bu işlem genel olarak açık kaynak kodlu API'ler aracılığıyla gerçekleştirilmektedir. API, uygulama programlama arayüzü olarak ifade edilebilir. API'ler ait oldukları servisin bir dizi hazır JavaScript kod kümelerinden oluşmaktadır. Bu sayede kullanıcılar bu kod kümelerinden yararlanarak yeniden kod yazma zahmetine girmeden API kullanımı ile Web sayfasını bir başka kaynak ile zenginleştirme imkanına kavuşmaktadır (Bildirici ve Kırtıloğlu, 2015).





Şekil 3.5: Mashup hizmetlerinin araç ilanında kullanımı (sahibinden.com)

Web tabanlı harita tasarımında iki tür kodlamadan söz etmek mümkündür. Kullanıcı taraflı (Client Side) ve sunucu taraflı (Server Side). Kullanıcı taraflı kodlamada kodlar kullanıcının Web tarayıcısında çalışmaktadır. Bu teknolojiye kodlar yorumlanır yani derlenmez. Bu nedenle de geleneksel programlama dillerinde (C#, C++ gibi) olduğu gibi bir .exe dosyası oluşmaz. Sunucu taraflı kodlama da yorumlama ile çalışmaktadır. Ancak burada kodlar Web sunucusu tarafında çalıştırılıp elde edilen sonuçlar HTML görüntüsü şeklinde kullanıcılara sunulmaktadır. Bu nedenle de kullanıcı taraflı kodlamada kullanıcılar kodlara erişebilirken, sunucu taraflı kodlamada kullanıcılar kodlara erişememektedir.

API tasarımında açık kaynak kodlu uygulamalar oldukça önemlidir. Açık kaynak kodlu API'lere Leaflet, OpenLayers ve CesiumJS örnek olarak verilebilir. Ticari sistemlere ise Google Maps ve Bing Maps verilebilir. Leaflet, harita yayınlamak amacıyla oluşturulan ve Google Maps gibi ticari sistemlere alternatif olarak geliştirilen açık kaynak kodlu uygulamalar arasında en popüler JavaScript kütüphanesi ya da API'si olarak ifade edilebilir (Bildirici, 2021a).

Leaflet, Web tabanlı çevrimiçi harita tasarımında oldukça yararlıdır. Bu nedenle de JavaScript Web ortamında harita tasarımda öne çıkmaktadır. JavaScript'e ilave olarak Web programlama açısından oldukça önemli olan iki programlama dili daha mevcuttur:

HTML ve CCS. Üç dil içerisinde öncelikle HTML geliştirilmiştir. HTML dili Web sayfasının içeriğini oluşturmada rol almıştır. Bunun devamında ise CSS ve JavaScript geliştirilmiştir. CSS ile Web sayfasının biçimi, JavaScript ile ise Web sayfasının davranışı tanımlanmıştır.

### 3.2.1. Hypertext Markup Language: HTML

Web sayfalarının temel görünümünü oluşturmak için köprü metin işaretleme dili yani HTML kullanılmaktadır. Bu dil 1993 yılında geliştirilmiştir. HTML, bir metin editörüne (Notepad++ ya da PsPad gibi) yazılan kodlar serisinden oluşur. Kodları içeren dosyalar Web tarayıcısı (İnternet Explorer, Google Chrome gibi) kullanılarak görüntülenebilir.

Web sayfasına ait tüm içerik HTML etiketleri arasında yer almaktadır. HTML sayfa yapısına ait kod örneği şu şekildedir:

```
<!DOCTYPE html>
<html>
<head>
<title></title>
</head>
<body>
</body>
</html>
```

<!DOCTYPE html> bildirim dokümanın HTML5 versiyonunda olduğunu tarayıcıya bildirmektedir. Yaygın kullanılan versiyon ve bildirimler Çizelge 3.2’de verilmiştir (Bildirici, 2021a).

**Çizelge 3.2:** Yaygın kullanılan HTML bildirimleri

<b>Versiyon</b>	<b>Bildirim</b>
HTML5	<!DOCTYPE html>
HTML 4.01	<!DOCTYPE HTML PUBLIC "-//W3C//DTD HTML 4.01 Transitional//EN" "http://www.w3.org/TR/html4/loose.dtd">
XHTML 1.0	<!DOCTYPE html PUBLIC "-//W3C//DTD XHTML 1.0 Transitional//EN" "http://www.w3.org/TR/xhtml1/DTD/xhtml1-transitional.dtd">

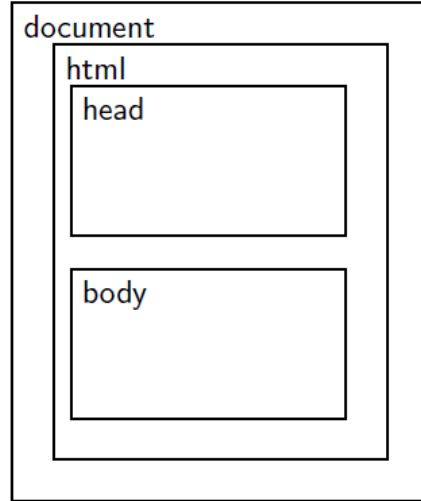
<html> bir HTML dosyasının en temel etiketi niteliğindedir. <head> ve <body> etiketleri ise <html> etiketinden sonra en temel iki etiket olarak ifade edilebilir. <head> etiketi sayfanın başlık kısmını oluşturmaktadır. Bu bölümde sayfa başlığı <title> etiketi ile oluşturulabilir. Bu bilgi üst durum çubuğunda (sekme) görüntülenir. <body> etiketi ise sayfanın gövde bölümü oluşturmaktadır. Bu bölümde yer alan kodlar Web sayfasının içeriğini oluşturmaktadır. Bu bölümde metinsel ya da görsel içerikler yer almaktadır.

Genel olarak HTML’de yer alan etiketler aynı yapıya sahiptir; başlangıç etiketi, içerik ve bitiş etiketi. Bu forma ulaşan kodlar ise eleman olarak isimlendirilmektedir. Bazı HTML elemanları Çizelge 3.3’de verilmiştir.

**Çizelge 3.3:** Bazı HTML elemanları

<b>Başlangıç etiketi</b>	<b>İçerik</b>	<b>Bitiş etiketi</b>
<title>	Sayfa başlığı	</title>
<h1>	Ana başlık	</h1>
<p>	Metinsel ifade	</p>
⋮	⋮	⋮

HTML sayfa yapısı ise Şekil 3.6’da görülmektedir.



Şekil 3.6: HTML sayfa yapısı

### 3.2.1.1. HTML grafiği: SVG ve Canvas

Mekansal bilginin sunumu için bilişim teknolojilerinin kullanımı günümüzde ihtiyacın ötesine geçmiştir. Buna yönelik olarak OGC (Open Geospatial Consortium) başta olmak üzere çeşitli organizasyonlarca pek çok standart geliştirilmiştir. İlgili standartlar arasında kartografya ile ilgili olanlar, Web haritalarının tasarım süreçlerinde oldukça önemlidir. Bu bağlamda öncelikle Web ortamında grafik sunumlar düşüncesiyle geliştirilen, bunun devamında Web haritacılığında önem kazanan ve yaygın bir kullanım alanı edinen SVG (Scalable Vector Graphics) bu standartların ilki olarak gösterilmektedir (Memduhoğlu ve ark., 2015).

SVG, Ölçeklenebilir Vektör Grafikleri olarak ifade edilmektedir. 2001 yılında W3C (World Wide Web Consortium) tarafından, başta çözünürlük olmak üzere raster veri yapısından kaynaklanan dezavantajları gidermek amacıyla geliştirilmiştir. SVG, XML (Extensible Markup Language-Genişletilebilir İşaretleme Dili) tabanlı bir dil olmakla birlikte etkileşimli olarak yapılan değişimleri DOM (Document Object Model-Belge Nesne Modeli) ile tarayıcıda anlık olarak görüntüleyebilme özelliğine sahiptir (Memduhoğlu ve ark., 2015).

SVG vektör tabanlı bir standart olması nedeniyle ölçekten bağımsız olarak görüntü kalitesini korumaktadır. Bununla birlikte etkileşimli olması, animasyon oluşturabilme yeteneğine sahip olması ve XML ile uyumlu olması nedeniyle kartografik gösterimler için uygun bir format olarak gösterilmektedir (Köbben, 2003).

Canvas ise iki boyutlu çizimlerin yapılmasına olanak sağlayan, JavaScript destekli bir HTML5 teknolojisidir. İlk olarak 2004 yılında Apple firması tarafından gündeme getirilen Canvas, 2006 yılında standartlaştırılmış ve W3C tarafından HTML5 versiyonu ile kullanıma sunulmuştur. Canvas'ın tam anlamıyla bir vektör çizim formatı olmadığı, JavaScript kodları yardımıyla oluşturulan vektör çizimlerin ekran üzerinde piksellere dönüştürülerek görüntülediği ifade edilmektedir (Memduhoğlu ve ark., 2015). Ayrıca Canvas öğesinin İnternet üzerinde hızlı görüntüleme yeteneğe sahip olduğu ancak SVG kadar güçlü bir alt yapıya sahip olmadığı da ifade edilmektedir (Yalçın, 2018).

### 3.2.2. Cascading Style Sheets: CSS

CSS, HTML elemanlarına ait stilleri belirlemek ve HTML dokümanını biçimlendirmek amacıyla kullanılan dil olarak ifade edilebilir. Bu yenilik HTML4 versiyonu ile daha iyi stil tanımlamaları yapımına olanak vermek amacıyla W3C tarafından geliştirilmiştir (Bildirici, 2021a).

CSS tanımlamaları genel olarak *css* uzantılı dosyalarda yer almaktadır. Bu dosyalarda yapılacak değişiklikler ilgili Web sayfasına ait görünümde de değişikliğe yol açacaktır. Bununla birlikte CSS tanımlamaları `<head>` bölümünde `<style>` elemanı ya da HTML elemanlarında *style* özneliği ile de yapılabilir (Bildirici, 2021a).

CSS söz dizimi seçici ve bildirim bloğundan oluşmaktadır. Seçici düzenlenmek istenen HTML elemanıdır. Bildirim bloğu ise *özellik adı: değer* biçiminde kodlanmaktadır. CSS ile HTML elemanına ait düzenleme örneği Çizelge 3.4'de verilmiştir (Bildirici, 2021a).

Çizelge 3.4: CSS söz dizimi örneği

Seçici	Bildirim bloğu	Kod yazımı
h1	{color:blue;font-size:12px}	h1 {color:blue;font-size:12px}











### 3.2.3. JavaScript

JavaScript ilk olarak 1995 yılında Netscape tarayıcısında kullanılmaya başlanmıştır. Burada temel motivasyon HTML'den kaynaklanan eksikliklerin giderilmesi olmuştur (Özel ve ark., 2014). Bunun bir sonucu olarak JavaScript ile HTML sayfalarına dinamik bir yapı kazandırılmıştır. Amerikalı bir yazılımcı olan Jeff Atwood JavaScript

ile ilgili olarak; “JavaScript ile yazılabilen herhangi bir uygulama sonunda JavaScript ile yazılacaktır” ifadesini dile getirmiştir (Wikipedia, 2022f).

JavaScript popüler programlama dillerinden birisidir. TIOBE Programlama Topluluğu Endeksi programlama dillerinin popülerliğini ile ilgili bir ölçüt kabul edilmektedir. 2022 Kasım ayında yayınlanan endekste JavaScript 7. Sırada yer almaktadır. İlk onda yer alan programlama dilleri Çizelge 3.5’de görülmektedir (Tiobe, 2022).

**Çizelge 3.5:** Kasım 2022 TOIBE endeksi

Sıra No	Programlama dili
1	 Python
2	 C
3	 Java
4	 C++
5	 C#
6	 Visual Basic
7	 JavaScript
8	 Assembly Language
9	 SQL
10	 PHP

JavaScript, programlama tecrübesi olan programcılar için öğrenimi daha kolay bir dildir. C dili ile benzer sözdiziminin olması bunu destekler niteliktedir. JavaScript kodları HTML dili içerisinde `<script>` ile `</script>` etiketleri arasında yer almaktadır. Bu etiketler sayesinde kodun başlangıç ve bitişi belirtilmiş olur. Bu kodlar HTML sayfasında `<body>` ve `<head>` olmak üzere iki bölümde yer alabilir (Bildirici, 2021a).

JavaScript, Web programlama açısından oldukça önemli programlama dillerinden birisidir. JavaScript ile Web programlama yapılırken oluşturulan kodlar kullanıcının Web tarayıcısında çalışmaktadır. Bu nedenle kullanıcı tarafı kodlama/teknoloji (Client Side) olarak ifade edilmektedir. JavaScript ile birlikte HTML ve CSS dilleri bu bütünün birer parçasıdır. Öyle ki bu teknolojilerin bir araya gelmesi ile dinamik yapıda bir Web sayfasının tasarımı mümkün olacaktır.

### 3.3. Web Harita Servisleri ve Uygulamaları

Mekansal bilginin kavranması ve anlaşılması için bilgisayar sistemlerinin kullanılması işlemi mekansal görselleştirme olarak ifade edilmektedir (Selçuk ve ark., 2006). Mekansal ya da kartografik görselleştirme işlemi için vektör standartlar kullanılmaktadır. W3C tarafından Web ortamında grafik sunumlar için geliştirilen SVG bu standartların başlangıcı niteliğindedir. SVG, günümüzde popüler tarayıcılar tarafından eklenti gerektirmeden desteklenmektedir. SVG ve devamında gelen standartlar nitelikli Web haritalarının oluşturulmasında da önemli rol oynamaktadır. Bu standartların sağlanmasında OGC öne çıkmaktadır (Memduhoğlu ve ark., 2015).

OGC, açık kaynaklı coğrafi birlik olarak ifade edilebilir. Bu birlik 1994 yılında 8 katılımcı ile İngiltere’de kurulmuştur. Aynı yıl içerisinde 12 yeni katılımcı ile üye sayısı 20’ye ulaşmıştır. Günümüzde ise 500’den fazla şirket, üniversite, devlet kurumu ve kar amacı gütmeyen diğer araştırma kuruluşlarının bir araya geldiği uluslararası bir birliktir. OGC, coğrafi bilgi ve konum bilgisini kullanan ya da ihtiyaç duyan herkesin yararlanabildiği bir uygulama ya da platform oluşturma vizyonuna sahiptir. Misyon olarak ise teknik standartların açık olarak sunulması benimsenmiştir. Bunların yanında OGC’in kar amacı gütmeyen bir birlik olarak faaliyetlerini sürdürmesi benimsenen vizyon ve misyonu destekler niteliktedir (Ekin ve Çabuk, 2011).

OGC, mekansal standartlar üretmektedir. Oluşturulan standartlar kullanıcılara açık formatlarda sunulmaktadır. Birlik kuruluşundan bugüne 30’dan fazla standart yayınlamış olup günümüzde tamamı yaygın olarak kullanılmamaktadır. Günümüzde yaygın olarak kullanılan standartlar/servisler şu şekilde sıralanabilir (Memduhoğlu ve ark., 2015):

- Web Harita Servisi (Web Map Service, WMS)
- Web Detay Servisi (Web Feature Service, WFS)
- Web Raster Servisi (Web Coverage Service, WCS)
- Web Harita Döşeme Servisi (Web Map Tile Service, WMTS)
- Coğrafi İşaretleme Dili (Geography Markup Language, GML)
- Stilli Katman Tanımlayıcısı (Styled Layer Descriptor, SLD)

Google Maps ve OpenStreetMap gibi pek çok çevrimiçi harita uygulamaları bu standartları kullanarak haritalarını sunmaktadır. Ayrıca bu vb. standartların kullanımı ile herhangi bir kuruluş tarafından üretilen verilerin veya sistemlerin birbirleri ile entegre edilerek kamu kurumlarına sistemin yönetimi için gerekli altyapının sağlanabileceği ifade edilmektedir (Memduhoğlu ve ark., 2016).

Web harita uygulamaları ise 1989 yılında Web kavramının ortaya çıkması ile birlikte gelişme kaydetmiştir. Bunun bir sonucu olarak ilk statik harita sunucularından bir tanesi olan Xerox PARC Map Viewer Steve Putz tarafından 1993 yılında geliştirilmiştir (Putz, 1994). 1993 yılı Web 1.0 olarak isimlendirilen pasif ya da statik döneme denk gelmektedir. Bu nedenle ilk harita sunumu da statik olarak gerçekleştirilmiştir. Web 2.0 dönemi ile birlikte haritalar etkileşimli hale gelmiş ve çevrimiçi harita kavramı oluşmuştur. Bilgi teknolojilerinde yaşanan gelişmelerin bir sonucu olarak çevrimiçi harita yayınlayan Web sitelerinin sayısı gün geçtikçe artmaktadır. Google Maps, Bing Maps, OpenStreetMaps ve HGM Atlas popüler çevrimiçi harita sağlayıcıları arasında yer almaktadır (Bildirici, 2019).

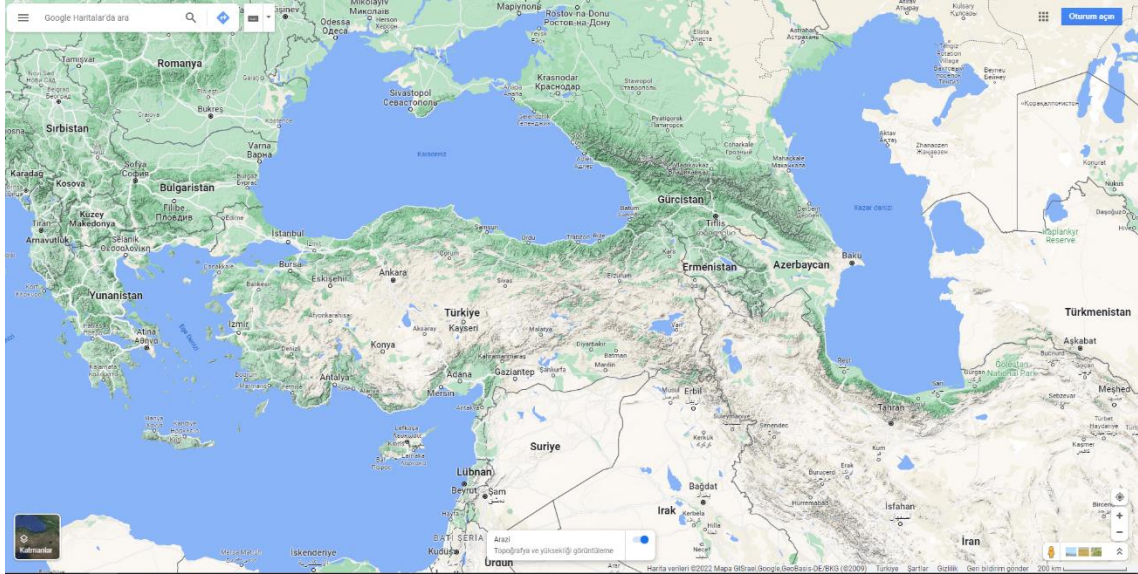
Çevrimiçi haritalar haritayı hazırlayan şirketlerin izin verdiği ölçüde, kullanım amacına uygun olarak zenginleştirilebilir. Bunun için harita sunucularına ait API kullanılmaktadır (Yeşiltaş ve Pehlivan, 2015). Kullanıcılar farkında olmasa da Facebook ve Twitter gibi pek çok sosyal medya uygulaması kullanıldığında aslında API kullanımı söz konusu olmaktadır. Web haritalama servisleri de API teknolojisinden yararlanmaktadır. Google Maps API, Google Maps altyapısı üzerinde JavaScript dili kullanılarak Web sitesi tasarımcılarının kendi sitelerine haritalar eklemelerine olanak sağlayan bir API teknolojisidir. Bu haritalar dinamik nitelikte olup mevcut verilere (Google Maps) ek olarak kullanıcı tarafından eklenen mekansal verileri de içerir. Bu sayede ek bir maliyet gerektirmeksizin Web haritalarının diğer Web içerikleri ile birlikte oluşturulması ve sunulması mümkündür (Bildirici ve Böge, 2010).

### **3.3.1. Google Maps API**

Google Maps, Google tarafından sağlanan bir Web harita hizmeti uygulaması olarak ifade edilebilir. Google Maps navigasyon uygulamalarında sıklıkla kullanılmaktadır. Google Maps, WGS-84 (World Geodetic System-1984) datumunda Merkator projeksiyonunu (normal konumlu konform silindirik projeksiyon) temel alır. Buna uygun olarak Google Maps ile kutuplara yakın bölgelerin gösterimi yeterince uygun



değildir. Google Maps’de Google’ın Web uygulamalarına benzer olarak JavaScript programlama dili kullanılmaktadır (Bildirici ve Böge, 2010). Şekil 3.7’de fiziki harita katmanında Türkiye ve çevresine ait Google Maps görüntüsü yer almaktadır.



Şekil 3.7: Türkiye ve çevresine ait Google Maps görüntüsü

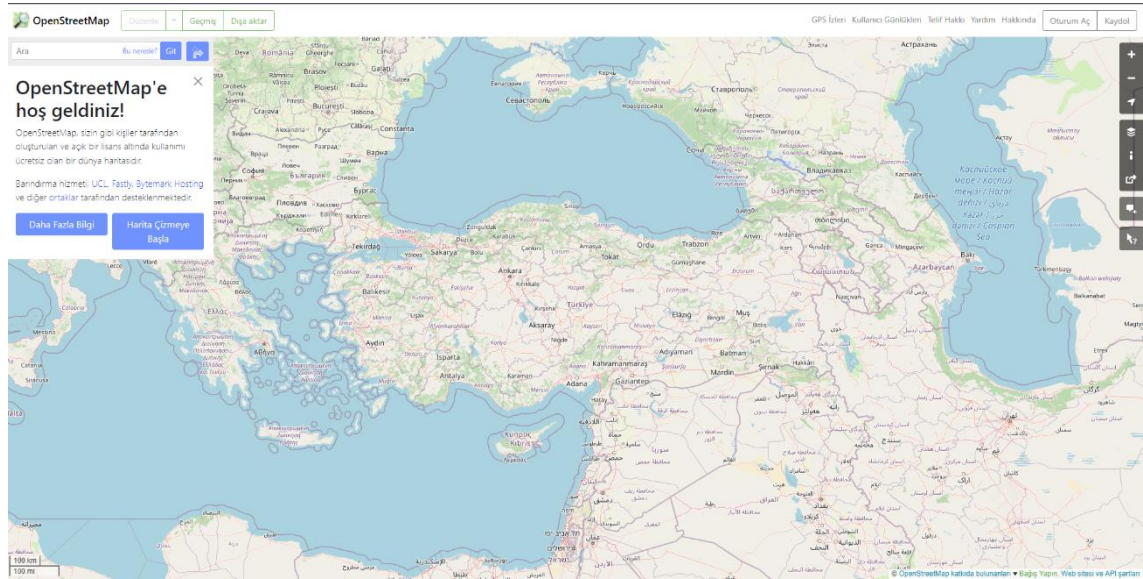
Google Maps API Google tarafından program geliştiricilerin kendi sayfalarına Google haritalarını entegre edebilmeleri için geliştirilmiştir. API genel olarak Web sayfa tasarımcılarına sunulan çevrimiçi fonksiyon kütüphanelerini içermektedir. Google Maps API ile Google Maps haritalarını Web sayfaları içerisinde görüntülemek mümkündür. Bunun için program geliştiricileri, kullandıkları Web sunucularına karşılık gelen bir anahtar koda (key) ihtiyaç duymaktadır (Bildirici ve Böge, 2010).

### 3.3.2. OpenStreetMap

OSM (OpenStreetMap), 2004 yılında İngiliz bilgisayar bilimcisi Steve Coast tarafından gönüllülük esaslı bir düşünce olarak ortaya çıkmıştır. Burada gönüllüler tarafından sağlanan mekansal bilgilerin bir araya getirilerek bir veri tabanı oluşturulması düşüncesi vardır. Bu sayede vektör tabanlı haritaların gönüllüler tarafından kullanıcılara ücretsiz ve güncel olarak ulaşabileceği öne sürülmüştür (Erden, 2019).

OSM coğrafi bilgiyi güncel olarak sayısal ortamda sunmaktadır. Burada kullanıcıların rolü büyüktür. OSM’ye ücretsiz kayıt olup, uydu görüntüleri ile çeşitli coğrafi detaylar (yol ve bina gibi) sayısal hale getirilebilir. GPS alıcısına sahip

kullanıcılar mekânsal bilgi elde edip veri tabanına katkıda bulunabilir (Erden, 2019). Şekil 3.8’de Türkiye ve çevresine ait OSM görüntüsü yer almaktadır.

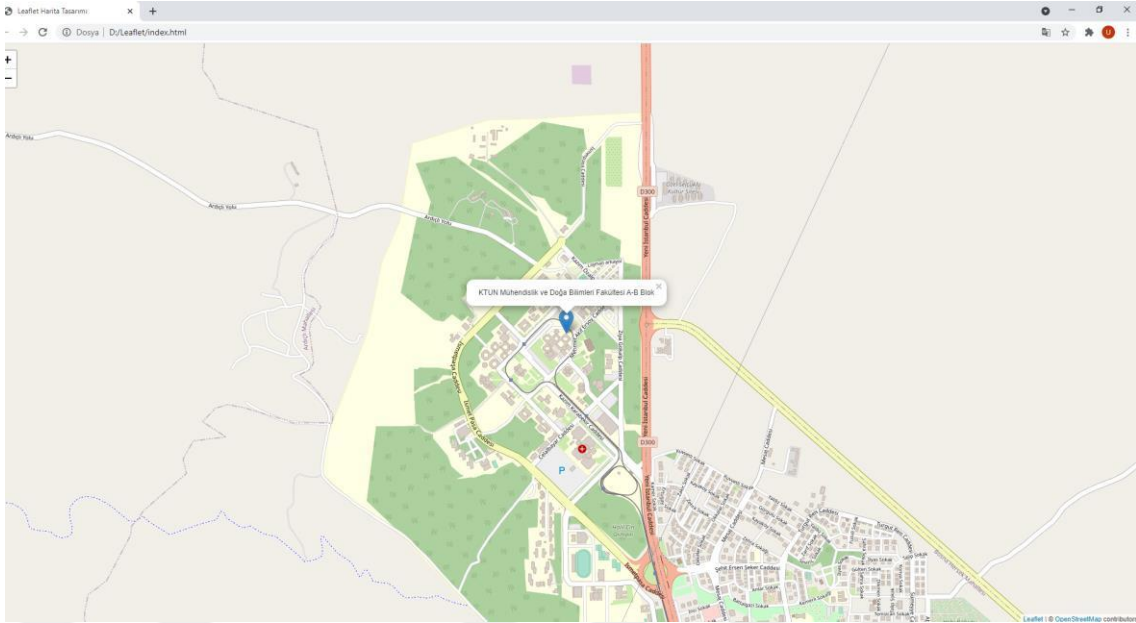


Şekil 3.8: Türkiye ve çevresine ait OSM görüntüsü

### 3.3.3. Leaflet

Leaflet çevrimiçi harita yayınlamak amacıyla 2011 yılında Volodymyr Agafonkin tarafından tasarlanan açık kaynak kodlu bir JavaScript kütüphanesidir. Bir başka deyişle JavaScript API'sidir. 39 KB hacminde olup çevrimiçi haritalar ile yazılım geliştiren kullanıcıların ihtiyaçlarına önemli ölçüde yanıt vermektedir. Bu nedenle önde gelen JavaScript kütüphaneleri arasında yer almaktadır. Leaflet basitlik, performans ve kullanılabilirlik kavramları temel alınarak geliştirilmiştir. Bu sayede masaüstü ve mobil platformlarda etkin bir şekilde kullanılmaktadır (Leaflet, 2022).

Leaflet, Google Maps gibi ticari uygulamalara alternatif olan açık kaynaklı sistemler arasında en popüler API'ler arasındadır. Leaflet, kullanıcılara haritaya ait veri sağlamamaktadır. Bununla birlikte harita verileri ticari sistemler (Google gibi) ya da açık kaynak kodlu sistemlerden (OpenStreetMap) temin edilmektedir (Bildirici, 2021a). Şekil 3.9'da görülen haritada da veriler OpenStreetMap'den temin edilmiştir.



Şekil 3.9: Leaflet kullanımı ile tasarlanan bir çevrimiçi harita görüntüsü

### 3.3.4. HGM Atlas

HGM-Atlas, çeşitli coğrafi verileri ve araçları içeren Web tabanlı haritacılık uygulaması olarak tanımlanabilir. Harita Genel Müdürlüğü ve PiriReis Bilişim tarafından geliştirilmiştir. HGM-Atlas, Google Maps gibi sistemlere alternatif oluşturmak ve bu konuda dışa bağımlılığı azaltmak amacıyla geliştirilmiştir. Bu nedenle milli yazılım olarak da ifade edilmektedir (HGM Atlas, 2022).

HGM Atlas Haritalar API, OpenLayers ve Leaflet ile uyumlu olarak tasarlanan ve bu kütüphanelere ait yeteneklerin HGM Atlas üzerinden sunumuna olanak veren bir JavaScript kütüphanesi olarak ifade edilmektedir. HTML5 versiyonu ile uyumlu tarayıcılar için geliştirilmiştir. HGM Atlas Haritalar API ile HGM Atlas'ın sahip olduğu harita katmanları bir başka Web sayfasına eklenebilir. Bu sayede kullanıcılar Türkiye ölçeğinde doğruluğu yüksek güncel haritalara erişebilmektedir (HGM Atlas Haritalar API, 2022). Şekil 3.10'da siyasi harita katmanında Türkiye ve çevresine ait HGM Atlas görüntüsü yer almaktadır.

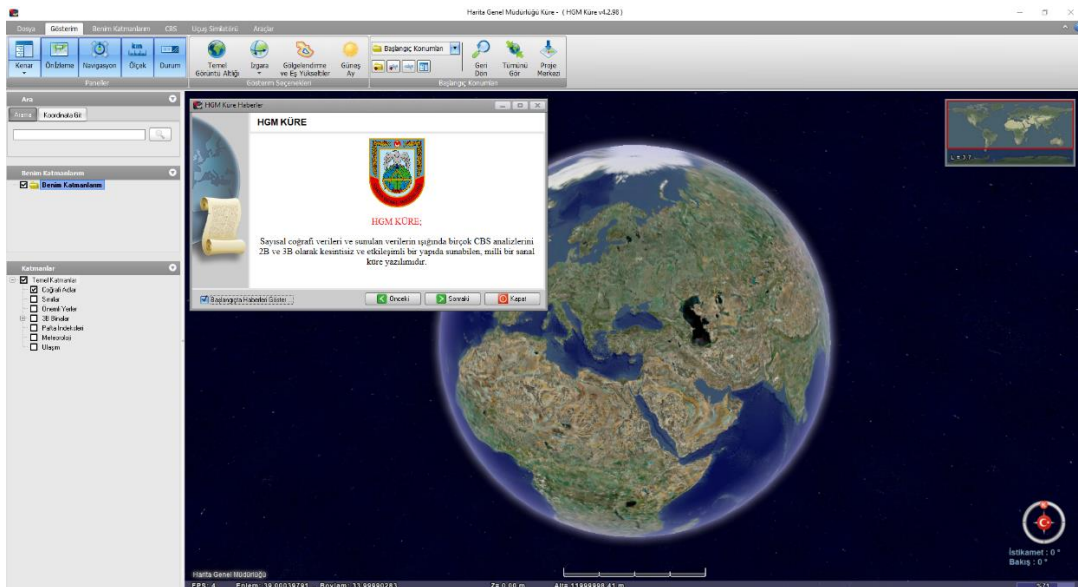




Şekil 3.10: Türkiye ve çevresine ait HGM Atlas görüntüsü

### 3.3.5. HGM Küre

HGM Küre, coğrafi verileri üç boyutlu olarak görüntülemeye ve analiz etmeye olanak veren bir sanal küre uygulamasıdır. Sunucu-İstemci mimarisi sayesinde arazi tabanlı analizler kolaylıkla yapılabilmektedir. GPS takip yeteneği ile konum verileri kullanılarak çeşitli analizler yapılabilmektedir. Ölçekli çıktı alabilme yeteneği sayesinde ise sanal küre ortamında yapılan çalışmaların dokümanite edilmesi mümkündür (HGM Küre, 2022). <https://kure.harita.gov.tr/> adresinden HGM Küre masaüstü uygulamasına ait kurulum dosyasına erişilebilir (Şekil 3.11).

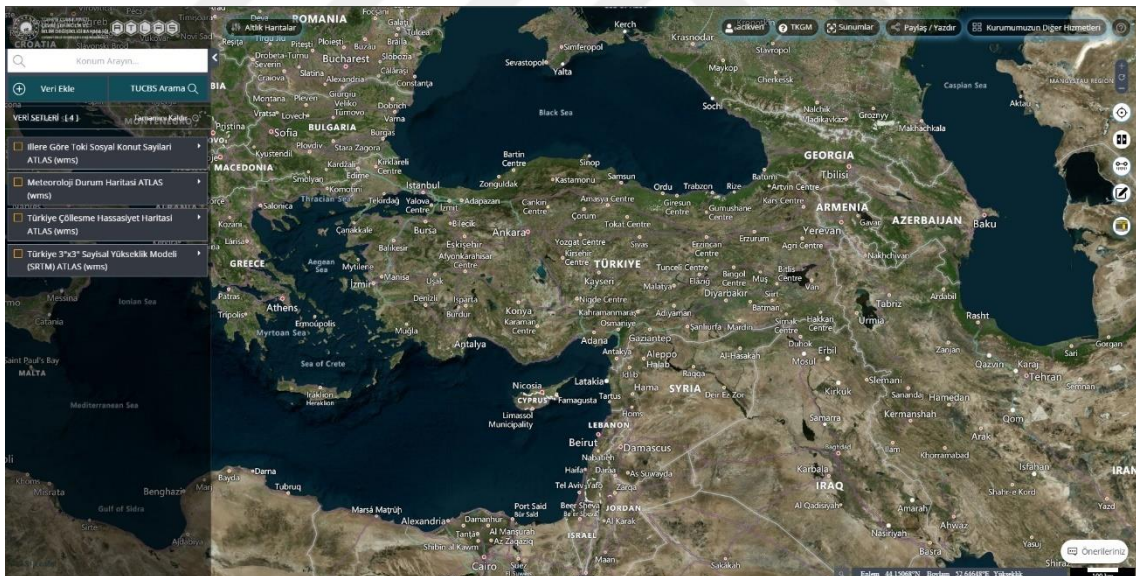


Şekil 3.11: HGM Küre masaüstü uygulaması

### 3.3.6. Atlas

4 Temmuz 2011 tarihli 27984 sayılı Resmi Gazete ilanı ile ulusal anlamda Coğrafi Bilgi Sisteminin kurulması ve geliştirilmesi amacıyla T.C. Çevre Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı bünyesinde Coğrafi Bilgi Sistemleri Genel Müdürlüğü kurulmuştur. Coğrafi Bilgi Sistemleri Genel Müdürlüğü coğrafi veri üretimi ve paylaşımı noktasında ülkemize hizmet sunmaktadır. Bu hizmetlerden birisi de Atlas uygulamasıdır (Şekil 3.12). Atlas uygulaması ile coğrafi veriler Web ortamında 2 ve 3 boyutlu olarak kullanıcılara sunulmaktadır. Atlas uygulaması açık kaynak kodlu bir Web uygulaması olup bu sistemde veriler OGC standartlarındaki Web servisleri aracılığıyla Atlas üzerinden sunulmaktadır (CBS Genel Müdürlüğü, 2022a).

Atlas API, Atlas uygulamasının çeşitli uygulamalarda ve Web sayfalarında kullanılabilmesi amacıyla geliştirilmiştir. Atlas API, Çevre ve Şehircilik Bakanlığına ait coğrafi verilerin Web tabanlı bir CBS (Coğrafi Bilgi Sistemi) uygulamasında sunulması ve sorgulanmasını sağlamaktadır (CBS Genel Müdürlüğü, 2022b).



Şekil 3.12: Atlas uygulaması

### 3.3.7. Web Graphics Library: WebGL

WebGL, bir grafik kütüphane standardı olarak ifade edilmektedir. Khronos olarak adlandırılan teknoloji şirketlerinin oluşturduğu konsorsiyum tarafından geliştirilmiştir. Tarayıcı üzerinde birçok kütüphaneden yararlanılarak oluşturulmuş olması nedeniyle

kullanıcılar kolaylıkla kütüphaneden faydalanabilmektedir. WebGL, üç boyutlu grafikler için tek başına yeterli değildir. Bu nedenle ek kütüphaneler ile birlikte kullanılmaktadır. Ek kütüphaneler ile bağlantı JavaScript ile sağlanmaktadır (İralı, 2020).

WebGL, Web ortamında 2 ve 3 boyutlu grafik çizimi yapımına olanak sağlayan düşük seviyeli bir API olarak da ifade edilmektedir. Düşük seviyeli olması nedeniyle kullanımı zordur. Karmaşık yapıda olması nedeniyle daha kullanışlı bir uygulama arayışı oluşmuş ve bunun devamında Cesium ortaya çıkmıştır (Özhorasan ve Ateş, 2015).

### **3.3.8. CesiumJS**

CesiumJS, Apache 2.0 lisansı adı altında ticari ve ticari olmayan kullanımlar için ücretsiz olarak yayımlanmıştır. CesiumJS, 3 boyutlu haritalar ve küreler oluşturmak amacıyla geliştirmiş açık kaynaklı bir JavaScript kütüphanesi ya da API'sidir. Etkileşimli Web uygulamalarından akıllı şehirlere kadar pek çok alanda etkileşimli Web uygulamaları oluşturmak için CesiumJS kütüphanesi kullanılmaktadır (CesiumJS, 2022).

### **3.3.9. OpenLayers**

OpenLayers ilk versiyonu 2006 yılında yayımlanan ve Web haritalama uygulamalarında yaygın olarak kullanılan açık kaynaklı bir JavaScript kütüphanesidir. Bir başka deyişle JavaScript API'sidir. OpenLayers OGC servislerinden WMS ve WFS gibi pek çok Web CBS formatı ile uyumludur. OpenLayers, coğrafi bilginin kullanımına katkı sunmak amacıyla geliştirilmiş olup, kullanımı tamamen ücretsizdir (OpenLayers, 2022).

### **3.3.10. Asynchronous JavaScript and XML: AJAX**

AJAX'ın açılımı Asynchronous JavaScript and XML şeklindedir. AJAX açılımına uygun olarak JavaScript ve XML kullanımı ile Web ortamında etkileşimli uygulama tasarımı için kullanılan bir programlama tekniğidir. AJAX'ın temel görevi Web sayfasının etkileşim hızını arttırmaktır. Kullanıcının isteğine uygun olarak Web sayfasının tamamını güncellemek yerine ilgili kısmı güncelleyerek sayfanın hızla yüklenmesini sağlamaktadır. Google Maps gibi çevrimiçi haritalar AJAX ile

güncellenmektedir. Gmail ve Google Translate gibi Google teknolojilerinde de AJAX kullanımı söz konusudur.

### **3.3.11. Geoserver**

Geoserver, Java altyapısına sahip açık kaynak kodlu bir coğrafi veri sunucu uygulaması olarak ifade edilebilir. Geoserver kullanıcıların farklı ortamlardan mekansal verilere erişmesine ve düzenlemesine olanak sağlamaktadır. Bununla birlikte Geoserver, OGC standartlarında Web servislerin (WMS, WFS, WCS gibi) oluşmasına katkı sunmaktadır. Geoserver ile vektör ve raster verilerin kullanılabilmesinin yanında standart protokollerde üretilmiş KML (Keyhole Markup Language), GML gibi formatlar da okunabilmektedir (CBS Genel Müdürlüğü, 2021).

## 4. KARTOLIB API

Bu bölümde mini bir API referansı çalışması yapılmıştır. Buna uygun olarak kütüphane (kartolib.js) içerisinde yer alan değişken ve fonksiyonlar kullanım örnekleri ve uygulamalarla birlikte ele alınmıştır.

### 4.1. Temel Kartolib Değişkenleri ve Fonksiyonları

Kütüphane içerisinde bulunan fonksiyon ve nesnelerin kullanımı için öncelikle kartolib.js dosyasına erişilmelidir. <http://galileo.ktun.edu.tr/maps/kartolib/kartolib.js> adresinden kartolib.js dosyasına erişilebilir. Kütüphane içerisinde yer alan fonksiyon ve nesnelerin kullanımı için ise iki yol bulunmaktadır. İlk olarak HTML dosyası ile kartolib.js dosyasının aynı klasörde olduğu varsayılarak HTML'in script elemanında tanımlama yapılabilir.

#### Kullanım örneği:

```
<script src="kartolib.js"></script>
```

İkinci yol olarak kartolib.js uzak sunucuda olduğu varsayılarak uygun URL (Uniform Resource Locator) ile tanımlama yapılabilir.

#### Kullanım örneği:

```
<script  
src="http://galileo.ktun.edu.tr/maps/kartolib/kartolib.js">  
</script>
```

Kütüphanenin kullanılabilmesi için ilk olarak kartolib\_start(i) fonksiyonu (başlatıcı fonksiyon) çağrılmalıdır. i parametresi tamsayı olmakla birlikte datum seçimini sağlamaktadır (Çizelge 4.1).



**Çizelge 4.1:**  $i$  parametresine bağlı olarak datum seçimleri

Değer	Referans elipsoiti
0	WGS84 (1984)
1	ED50 (1950)
2	GRS80 (1979)
3	Bessel (1841)
4	Clarke (1880)

#### 4.1.1. Temel değişken nesnelere

Elipsoit parametreleri `elpsd` adı ile nesne olarak tanımlanmıştır. Bu nesneye ait özellikler şu şekildedir:

***a***: Ekvator yarıçapı

***f***:  $1/f$  (basıklık)

***b***: Kutup yarıçapı

***c***: Kutup eğrilik yarıçapı

***e<sub>1</sub>***: Birinci dış merkezlik

***e<sub>2</sub>***: İkinci dış merkezlik

***ok***: tanımlama yapılmış ise True/1, yapılmamış ise False/0 değerini alır.

Kütüphane tasarımında WGS84 tanımı varsayılan datum olarak tanımlanmıştır. Datum değişimi için `elpsd` nesnesinde yer alan `upd` metodu kullanılabilir. Bunun için  $a$  ve  $f$  parametreleri tanımlanmalıdır. Bu değerlere bağlı olarak diğer parametreler hesaplanacaktır. Ayrıca `upd` kullanımı ile  $f \rightarrow 1/f$  dönüşümü de yapılmaktadır.

#### Kullanım örneği:

```
elpsd.def="ED50";
elpsd.a=6378388.0;
elpsd.f=297.0;
elpsd.upd();
```

#### 4.1.2. Enlem boylam nesnesi

$\text{var } p=\{\text{lat}:u, \text{lng}:v\}$  şeklinde (obje sabiti yolu ile) tanımlanmaktadır.  $\text{lat}$  enlem (latitude),  $\text{lng}$  boylam (longitude) değerini içermekte olup açı birimi derecedir.

Kullanım örneği:

```
var nokta1={lat:0.,lng:0.};
```

#### 4.1.3. Kartezyen koordinat nesnesi

$\text{var } p=\{x:x_0, y:y_0, z:z_0\}$  şeklinde metrik olarak  $x$ ,  $y$  ve  $z$  koordinatları özellik olarak tanımlanmaktadır.  $x_0$ ,  $y_0$  ve  $z_0$  reel sayı olup uzunluk birimindedir (metre).

Kullanım örneği:

```
var noktakartezyen={x:0, y:0, z:0};
```

#### 4.1.4. Gauss-Krüger koordinat nesnesi

Gauss-Krüger koordinat nesnesi metrik olarak Gauss-Krüger koordinatlar, meridyen yakınsama açısı, diferansiyel ölçek, dilim orta meridyeni ve dilim numarası olmak üzere altı özellik ile tanımlanmaktadır.

Kullanım örneği:

```
var noktagk={x:x_g, y:y_g, c:0, m:0, dl:0, dn:0};
```

#### 4.1.5. Kenar nesnesi

Kenar nesnesi, birinci ve ikinci noktadaki azimut ve uzunluk bilgilerini kapsamakta olup, kenar uzunluğu, başlangıç ve bitiş açılarını özellik olarak içeren bir nesne sabiti olarak tanımlanmaktadır. Açı birimi derece, kenar birimi uzunluktur.

Kullanım örneği:

```
var kenar={azimut1:0.,azimut2:0.,kenar:0.};
```

#### 4.1.6. Uzunluk birimleri

Uzunluk birimi ya elipsoid yarıçapları ya da küre yarıçapı ile aynı birimindedir. Varsayılan elipsoid olan WGS84 yarıçapları metre birimindedir. Varsayılan küre yarıçapı ise 6371 kilometredir. `elpsd` nesnesi yeniden tanımlanarak varsayılan elipsoid parametreleri değiştirilebilir. Küre yarıçapı ise `changeRad(r)` fonksiyonu ile değiştirilebilir durumdadır.

Kullanım örneği:

```
function changeRad(6370);
```

## 4.2. Küre Fonksiyonları

### 4.2.1. Birinci temel ödev (directSolSp)

Bu fonksiyonun kullanımı ile koordinatı, azimut değeri ve ikinci noktaya olan uzaklığı bilinen bir noktaya göre ikinci noktanın koordinatları hesaplanmaktadır. (4.1) ve (4.2) eşitliklerinde ilgili formüller verilmiştir (Bildirici, 2019).

Verilenler:  $\varphi_1, \lambda_1, \alpha_1, \delta$

İstenenler:  $\varphi_2, \lambda_2$

$$\sin \varphi_2 = \sin \varphi_1 \cos \delta + \cos \varphi_1 \sin \delta \cos \alpha_1 \quad (4.1)$$

$$\tan(\lambda_2 - \lambda_1) = \frac{\sin \alpha_1}{\frac{\cos \varphi_1}{\tan \delta} - \sin \varphi_1 \cos \alpha_1} \quad (4.2)$$

Fonksiyona ait girdi parametreleri enlem-boylam ve kenar nesnesidir. Bu fonksiyon geri dönüş değeri olarak enlem-boylam nesnesi döndürmektedir (Çizelge 4.2).

**Çizelge 4.2:** Birinci temel ödev parametreleri

<i>Fonksiyon parametreleri</i>	<i>Geri dönüş parametreleri</i>
nokta1, kenar	nokta2

Kullanım örneği:

```
nokta2=directSolSp(nokta1, kenar);
```

#### 4.2.2. İkinci temel ödev (inverseSolSp)

Bu fonksiyonun kullanımı ile koordinatları bilinen iki noktaya göre noktalar arasındaki azimut değeri ve kenar uzunluğu hesaplanmaktadır. (4.3) ve (4.4) eşitliklerinde ilgili formüller verilmiştir (Bildirici, 2019).

Verilenler:  $\varphi_1, \lambda_1, \varphi_2, \lambda_2$

İstenenler:  $\delta, \alpha_1$

$$\cos \delta = \sin \varphi_1 \sin \varphi_2 + \cos \varphi_1 \cos \varphi_2 \cos(\lambda_2 - \lambda_1) \quad (4.3)$$

$$\tan \alpha_1 = \frac{\sin(\lambda_2 - \lambda_1)}{\cos \varphi_1 \tan \varphi_2 - \sin \varphi_1 \cos(\lambda_2 - \lambda_1)} \quad (4.4)$$

Fonksiyona ait girdi parametreleri iki tane enlem-boylam nesnesidir. Bu fonksiyon geri dönüş değeri olarak kenar nesnesi döndürmektedir (Çizelge 4.3).

**Çizelge 4.3:** İkinci temel ödev parametreleri

<i>Fonksiyon parametreleri</i>	<i>Geri dönüş parametreleri</i>
nokta1, nokta2	kenar

Kullanım örneği:

kenar=inverseSolSp(nokta1, nokta2);

#### 4.2.3. Küresel pafta alanı (sp\_quad\_area)

Bu fonksiyonun kullanımıyla meridyen ve paraleller ile sınırlanmış bir bölgenin alanı (pafta alanı) hesaplanmaktadır. Bunun için koordinatları bilinen iki noktaya ihtiyaç vardır. (4.5) eşitliğinde ilgili formül verilmiştir (Bildirici, 2019).

Verilenler:  $\varphi_1, \lambda_1, \varphi_2, \lambda_2$

İstenenler:  $F$

$$F = R^2(\sin \varphi_2 - \sin \varphi_1)(\lambda_2 - \lambda_1) \quad (4.5)$$

Fonksiyona ait girdi parametreleri iki tane enlem-boylam nesnesidir. Geri dönüş değeri olarak ise pafta alanı elde edilmektedir (Çizelge 4.4).

**Çizelge 4.4:** Küresel pafta alanı parametreleri

<i>Fonksiyon parametreleri</i>	<i>Geri dönüş parametreleri (float)</i>
nokta1, nokta2	PaftaAlani

*Kullanım örneği:*

PaftaAlani=sp\_quad\_area(nokta1, nokta2);

**4.2.4. Küresel üçgen alanı (sp\_area)**

Bu fonksiyonun kullanımıyla küre yüzeyinde bulunan üç noktanın büyük daire yayları ile birleştirilmesi sonucu oluşan küresel üçgenin alanı hesaplanmaktadır. (4.6) ve (4.7) eşitliklerinde ilgili formüller verilmiştir (Bildirici, 2019).

*Verilenler:*  $\varphi_1, \lambda_1, \varphi_2, \lambda_2, \varphi_3, \lambda_3$

*İstenenler:*  $F$

$$\varepsilon = \alpha + \beta + \gamma - 180^\circ \quad (4.6)$$

$$F = \varepsilon R^2 \quad (4.7)$$

Fonksiyona ait girdi parametreleri üç tane enlem-boylam nesnesidir. Bu fonksiyon geri dönüş değeri olarak küresel üçgen alanını döndürmektedir (Çizelge 4.5).

**Çizelge 4.5:** Küresel üçgen alanı parametreleri

<i>Fonksiyon parametreleri</i>	<i>Geri dönüş parametreleri (float)</i>
nokta1, nokta2, nokta3	KureselUcgenAlan

*Kullanım örneği:*

KureselUcgenAlan=sp\_area(nokta1, nokta2, nokta3);

#### 4.2.5. Küresel poligon alanı (sp\_poli\_area)

Bu fonksiyonun kullanımıyla kürede kapalı şeklin (poligon) küresel alanı hesaplanmaktadır. (4.8) eşitliğinde ilgili formül verilmiştir. Burada  $\theta$  şeklin radyan biriminde iç açılar toplamı,  $n$  şekli oluşturan nokta sayısıdır. İç açılar ikişer ikişer kenarların oluşturduğu küresel üçgen çözümleri ile hesaplanmaktadır (Bildirici, 2019).

Verilenler:  $\theta, n$

İstenenler:  $F$

$$F = (\theta - (n - 2)\pi)R^2 \quad (4.8)$$

Fonksiyona ait girdi parametreleri enlem-boylam nesnelere içeren bir dizidir. Bu fonksiyon geri dönüş değeri olarak dizide yer alan noktaların oluşturduğu küresel poligon alanını döndürmektedir (Çizelge 4.6).

**Çizelge 4.6:** Küresel poligon alanı parametreleri

<i>Fonksiyon parametreleri</i>	<i>Geri dönüş parametreleri (float)</i>
[nokta1, nokta2, ...]	KureselPoligonAlani

Kullanım örneği:

KureselPoligonAlani=sp\_poli\_area(nokta1, nokta2, ...);

#### 4.2.6. Küresel poligon çevresi (sp\_poli\_length)

Bu fonksiyonun kullanımıyla kürede kapalı şeklin (poligon) çevresi hesaplanmaktadır. Poligonu oluşturan noktalar arasındaki büyük daire yay uzunluklarının toplamı ile küresel poligonun çevresi elde edilmektedir. (4.9) ve (4.10) eşitliklerinde ilgili formüller verilmiştir.

$$s_{ij} = R \arccos(\sin \varphi_i \sin \varphi_j + \cos \varphi_i \cos \varphi_j \cos(\lambda_j - \lambda_i)) \quad (4.9)$$

$$S = \sum s_{ij} \quad (4.10)$$

Buna uygun olarak fonksiyona ait girdi parametreleri enlem-boylam nesnelərini içeren bir dizidir. Bu fonksiyon geri dönüş değeri olarak dizide yer alan noktaların oluşturduğu küresel poligon çevresini döndürmektedir (Çizelge 4.7).

**Çizelge 4.7:** Küresel poligon çevresi parametreleri

<i>Fonksiyon parametreleri</i>	<i>Geri dönüş parametreleri (float)</i>
[nokta1, nokta2, ...]	KureselPoligonCevresi

*Kullanım örneği:*

KureselPoligonCevresi=sp\_poli\_length(nokta1, nokta2, ...);

### 4.3. Elipsoit Fonksiyonları

#### 4.3.1. Elipsoit yarıçapları

Kartolib içerisinde çapraz eğrilik yarıçapı, meridyen eğrilik yarıçapı ve Gauss eğrilik yarıçapı fonksiyon olarak bulunmaktadır. Bu fonksiyonlar enlem değerini radyan biriminde kabul etmektedir.

#### 4.3.2. Birinci temel ödev (directSolElp)

Bu fonksiyonun kullanımı ile koordinatları, azimutu ve ikinci noktaya olan uzaklığı (kenar) bilinen bir noktaya göre ikinci noktanın koordinatları ve ikinci noktadaki azimut değeri hesaplanmaktadır. Elipsoitte temel ödev çözümleri ile ilgili çeşitli yöntemler bulunmaktadır. Burada büyük uzunluklar için yaygın kullanımı olan Vincenty yöntemi kullanılmıştır. Burada Vincenty (1975) ve Bildirici (2017) kaynaklarından yararlanılmıştır.

Fonksiyona ait girdi parametreleri enlem-boylam ve kenar nesnesidir. Bu fonksiyon geri dönüş değeri olarak enlem-boylam nesnesi döndürmektedir (Çizelge 4.8).

**Çizelge 4.8:** Birinci temel ödev parametreleri

<i>Fonksiyon parametreleri</i>	<i>Geri dönüş parametreleri</i>
nokta1, kenar	nokta2

Kullanım örneği:

```
nokta2=directSolElp(nokta1, kenar);
```

**4.3.3. İkinci temel ödev (inverseSolElp)**

Bu fonksiyonun kullanımı ile koordinatları bilinen iki noktaya göre noktalar arasındaki kenar uzunluğu ve kenarın azimut açısı hesaplanmaktadır. Birinci temel ödev çözümünde olduğu gibi ikinci temel ödev çözümünde de Vincenty yöntemi kullanılmıştır. Burada da Vincenty (1975) ve Bildirici (2017) kaynaklarından yararlanılmıştır.

Fonksiyona ait girdi parametreleri iki tane enlem boylam nesnesidir. Bu fonksiyon geri dönüş değeri olarak kenar nesnesi döndürmektedir (Çizelge 4.9).

**Çizelge 4.9:** İkinci temel ödev parametreleri

<i>Fonksiyon parametreleri</i>	<i>Geri dönüş parametreleri</i>
nokta1, nokta2	kenar

Kullanım örneği:

```
kenar=inverseSolElp{nokta1, nokta2};
```

**4.3.4. Pafta alanı (elip\_alan)**

Bu fonksiyonun kullanımıyla meridyen ve paraleller ile sınırlanmış bir bölgenin alanı (pafta alanı) hesaplanmaktadır. Bunun için koordinatları bilinen iki noktaya ihtiyaç vardır. (4.11) eşitliğinde ilgili formül verilmiştir (Bildirici, 2019).

Verilenler:  $\varphi_1, \lambda_1, \varphi_2, \lambda_2$

İstenenler:  $F$

$$F = \frac{b^2(\lambda_2 - \lambda_1)}{2} \left( \frac{\sin \varphi}{1 - e^2 \sin^2 \varphi} + \frac{1}{2e} \ln \frac{1 + e \sin \varphi}{1 - e \sin \varphi} \right) \Big|_{\varphi_1}^{\varphi_2} \quad (4.11)$$

Fonksiyona ait girdi parametreleri iki tane enlem-boylam nesnesidir. Geri dönüş değeri olarak ise pafta alanı elde edilmektedir (Çizelge 4.10).



**Çizelge 4.10:** Pafta alanı parametreleri

<i>Fonksiyon parametreleri</i>	<i>Geri dönüş parametreleri (float)</i>
nokta1, nokta2	PaftaAlani

Kullanım örneği:

PaftaAlani=elip\_alan(nokta1, nokta2);

#### 4.3.5. Coğrafi-kartezyen koordinat dönüşümü (geo2xyz)

Bu fonksiyonun kullanımıyla coğrafi koordinatlar kartezyen koordinatlara dönüştürülmektedir. Bunun için coğrafi koordinatları bilinen bir noktaya ihtiyaç vardır. (4.12), (4.13) ve (4.14) eşitliklerinde ilgili formüller verilmiştir (Demirel ve Üstün, 2014).

Verilenler:  $\varphi_1, \lambda_1, h$

İstenenler:  $x, y, z$

$$x = (N + h) \cos \varphi \cos \lambda \quad (4.12)$$

$$y = (N + h) \cos \varphi \sin \lambda \quad (4.13)$$

$$z = (N(1 - e^2) + h) \sin \varphi \quad (4.14)$$

Fonksiyona ait girdi parametreleri bir tane enlem-boylam nesnesidir. Geri dönüş değeri olarak ise kartezyen koordinat nesnesi elde edilmektedir (Çizelge 4.11).

**Çizelge 4.11:** Coğrafi kartezyen koordinat dönüşümü parametreleri

<i>Fonksiyon parametreleri</i>	<i>Geri dönüş parametreleri</i>
nokta1	noktakartezyen

Kullanım örneği:

noktakartezyen= geo2xyz (nokta1);

#### 4.3.6. Kartezyen-coğrafi koordinat dönüşümü (xyz2geo)

Bu fonksiyonun kullanımıyla kartezyen koordinatlar coğrafi koordinatlara dönüştürülmektedir. Bunun için kartezyen koordinatları bilinen bir tane noktaya ihtiyaç vardır. (4.15), (4.16), (4.17), (4.18) ve (4.19) eşitliklerinde ilgili formüller verilmiştir. (4.17) eşitliğinde bulunan coğrafi enlem iteratif olarak elde edilmektedir. Burada bulunan enlem değeri (4.19) eşitliğinde kullanılmaktadır. Burada Bowring (1976) ve Bildirici (2018) kaynaklarından yararlanılmıştır.

Verilenler:  $x, y, z$

İstenenler:  $\varphi_1, \lambda_1, h$

$$p = \sqrt{x^2 + y^2} \quad (4.15)$$

$$\tan \beta = \frac{z}{p} \sqrt{1 + e'^2} \quad (4.16)$$

$$\tan \varphi = \frac{z + be'^2 \sin^3 \beta}{p - ae^2 \cos^3 \beta} \quad (4.17)$$

$$\lambda = \tan^{-1} \left( \frac{y}{x} \right) \quad (4.18)$$

$$h = \frac{p}{\cos \varphi} - N \quad (4.19)$$

Fonksiyona ait girdi parametreleri kartezyen koordinat nesnesidir. Geri dönüş değeri olarak ise coğrafi koordinatlar (enlem, boylam ve elipsoidal yükseklik) elde edilmektedir (Çizelge 4.12).

**Çizelge 4.12:** Kartezyen coğrafi koordinat dönüşümü parametreleri

<i>Fonksiyon parametreleri</i>	<i>Geri dönüş parametreleri</i>
noktakartezyen	nokta1

Kullanım örneği:

nokta1=xyz2geo(noktakartezyen) ;

#### 4.3.7. Coğrafi-indirgenmiş enlem dönüşümü (phi2beta)

Bu fonksiyonun kullanımıyla coğrafi enlem indirgenmiş enleme dönüştürülmektedir. Bunun için coğrafi enlem değerine ihtiyaç vardır. Buna uygun olarak indirgenmiş enlem değeri elde edilmektedir. (4.20) eşitliğinde ilgili formül verilmiştir (Demirel ve Üstün, 2014).

Verilenler:  $\varphi$

İstenenler:  $\beta$

$$\tan \beta = \frac{\tan \varphi}{\sqrt{1 + e'^2}} \quad (4.20)$$

Fonksiyona ait girdi parametresi coğrafi enlemdir. Geri dönüş değeri olarak ise indirgenmiş enlem değeri elde edilmektedir (Çizelge 4.13).

**Çizelge 4.13:** Coğrafi indirgenmiş enlem dönüşümü

<i>Fonksiyon parametreleri (float)</i>	<i>Geri dönüş parametreleri (float)</i>
CografıEnlem	İndirgenmişEnlem

Kullanım örneği:

İndirgenmişEnlem=phi2beta (CografıEnlem) ;

#### 4.3.8. İndirgenmiş-coğrafi enlem dönüşümü (beta2phi)

Bu fonksiyonun kullanımıyla indirgenmiş enlem coğrafi enleme dönüştürülmektedir. Bunun için indirgenmiş enlem değerine ihtiyaç vardır. Buna uygun olarak coğrafi enlem değeri elde edilmektedir. (4.21) eşitliğinde ilgili formül verilmiştir (Demirel ve Üstün, 2014).

Verilenler:  $\beta$

İstenenler:  $\varphi$

$$\tan \varphi = \sqrt{1 + e'^2} \tan \beta \quad (4.21)$$

Fonksiyona ait girdi parametresi indirgenmiş enlemdir. Geri dönüş değeri olarak ise coğrafi enlem değeri elde edilmektedir (Çizelge 4.14).

**Çizelge 4.14:** İndirgenmiş coğrafi enlem dönüşümü

<i>Fonksiyon parametreleri</i> (float)	<i>Geri dönüş parametreleri</i> (float)
IndirgenmisEnlem	CograficEnlem

*Kullanım örneği:*

CograficEnlem=beta2phi (IndirgenmisEnlem) ;

### 4.3.9. Coğrafi Gauss-Krüger koordinat dönüşümü (cog2gk)

Bu fonksiyonun kullanımıyla coğrafi koordinatlar Gauss-Krüger koordinatlara dönüştürülmektedir. Bunun için coğrafi koordinatları bilinen bir tane nokta ile noktanın bulunduğu dilim orta meridyeninin değerine ihtiyaç vardır. (4.22) ve (4.29) arasında yer alan eşitliklerde ilgili formüller verilmiştir. (4.22) eşitliğinde,  $\varphi$  enlemine karşılık gelen meridyen yay uzunluğunu, (4.23) eşitliğinde ise çapraz eğrilik yarıçapı bulunur. (4.23) eşitliğindeki katsayılar, elipsoit boyutlarına bağlı olarak değişiklik göstermektedir. (4.24) ve (4.25) eşitliklerinde  $t$  ve  $\eta^2$  parametreleri bulunur. (4.26) ve (4.27) eşitlikleri ile Gauss-Krüger koordinatlar, (4.28) eşitliği ile meridyen yakınsama açısı ve (4.29) eşitliğiyle de diferansiyel ölçek elde edilmektedir (Bildirici, 2019).

*Verilenler:*  $\varphi_1, \lambda_1, \lambda_0$

*İstenenler:*  $x_g, y_g, \gamma, m$

$$G = \alpha\varphi - \beta \sin 2\varphi + \gamma \sin 4\varphi - \delta \sin 6\varphi + \varepsilon \sin 8\varphi \dots \quad (4.22)$$

$$N = \frac{\alpha}{\sqrt{1 - e^2 \sin^2 \varphi}} \quad (4.23)$$

$$t = \tan \varphi \quad (4.24)$$

$$\eta^2 = e'^2 \cos^2 \varphi \quad (4.25)$$

$$x_g = G + N \sin \varphi \cos \varphi \left( \frac{\Delta\lambda^2}{2} + \frac{\Delta\lambda^4}{24} \cos^2 \varphi (5 - t^2 + 9\eta^2) \right) \quad (4.26)$$

$$y_g = N \cos \varphi \left( \Delta\lambda + \frac{\Delta\lambda^3}{6} \cos^2 \varphi (1 - t^2 + \eta^2) + \frac{\Delta\lambda^5}{120} \cos^4 \varphi (5 - 18t^2 + t^4) \right) \quad (4.27)$$

$$\gamma = \Delta\lambda \sin \varphi + \frac{\Delta\lambda^3}{3} \sin \varphi \cos^2 \varphi (1 + 3\eta^2) + \dots \quad (4.28)$$

$$m = 1 + \frac{\Delta\lambda^2}{2} \cos^2 \varphi (1 + \eta^2) + \frac{\Delta\lambda^4}{24} \cos^4 \varphi (5 - 4t^2 + 14\eta^2 - 28t^2 \eta^2) + \dots \quad (4.29)$$

Fonksiyona ait girdi parametreleri coğrafi koordinat nesnesi ile dilim orta meridyen değeridir. Geri dönüş değeri olarak ise Gauss-Krüger koordinat nesnesi elde edilmektedir (Çizelge 4.15).

**Çizelge 4.15:** Coğrafi Gauss-Krüger koordinat dönüşümü

<i>Fonksiyon parametreleri</i>	<i>Geri dönüş parametreleri</i>
nokta1, dl	noktagk

Kullanım örneği:

noktagk=cog2gk(nokta1, dl) ;

#### 4.3.10. Gauss-Krüger coğrafi koordinat dönüşümü (gk2cog)

Bu fonksiyonun kullanımıyla Gauss-Krüger koordinatlar coğrafi koordinatlara dönüştürülmektedir. Bunun için Gauss-Krüger koordinatları bilinen bir tane nokta ile dilim orta meridyeninin değerine ihtiyaç vardır. (4.30) ve (4.37) arasında yer alan eşitliklerinde ilgili formüller verilmiştir. (4.30) ve (4.31) eşitliklerinden meridyen yay uzunluğuna karşılık gelen  $\varphi_f$  enlemi bulunur. (4.31) eşitliğindeki katsayılar, elipsoit boyutlarına bağlı olarak değişiklik göstermektedir. (4.32), (4.33) ve (4.34) eşitlikleri ile  $N_f$ ,  $t_f$  ve  $\eta_f^2$  parametreleri bulunur. (4.35), (4.36) ve (4.37) eşitlikleri ile de coğrafi koordinatlar elde edilmektedir (Bildirici, 2019).

Verilenler:  $x_g, y_g, \lambda_0$

İstenenler:  $\varphi, \lambda$

$$\varphi_0 = \frac{x_g}{a} \quad (4.30)$$

$$\varphi_f = \varphi_0 + \bar{\beta} \sin 2 \varphi_0 + \bar{\gamma} \sin 4 \varphi_0 + \bar{\delta} \sin 6 \varphi_0 + \bar{\varepsilon} \sin 8 \varphi_0 \quad (4.31)$$

$$N_f = \frac{\alpha}{\sqrt{1 - e^2 \sin^2 \varphi_f}} \quad (4.32)$$

$$t_f = \tan \varphi_f \quad (4.33)$$

$$\eta_f^2 = e'^2 \cos^2 \varphi_f \quad (4.34)$$

$$\varphi = \varphi_f - \frac{t_f}{2N_f^2} (1 - n_f^2) y^2 + \frac{t_f}{24N_f^4} (5 + 3t_f^2 - 6\eta_f^2 - 6n_f^2 t_f^2) y^4 \quad (4.35)$$

$$\Delta\lambda = \frac{1}{N_f \cos \varphi_f} y - \frac{1 + 2t_f^2 + \eta_f^2}{6N_f^3 \cos \varphi_f} y^3 \quad (4.36)$$

$$\lambda = \lambda_0 + \Delta\lambda \quad (4.37)$$

Buna uygun olarak fonksiyona ait girdi parametreleri Gauss-Krüger koordinat nesnesidir. Geri dönüş değeri olarak ise enlem boylam nesnesi elde edilmektedir (Çizelge 4.16).

**Çizelge 4.16:** Coğrafi Gauss-Krüger koordinat dönüşümü

<i>Fonksiyon parametreleri</i>	<i>Geri dönüş parametreleri</i>
noktagk	nokta1

Kullanım örneği:

nokta1=gk2cog(noktagk);

#### 4.4. Genel Fonksiyonlar

##### 4.4.1. Derece-ondalık dönüşümü (dms)

Bu fonksiyonun kullanımıyla derece dakika saniye biriminde olan coğrafi koordinatlar ondalık birime dönüştürülmektedir (Çizelge 4.17).

**Çizelge 4.17:** Derece ondalık dönüşümü

<i>Fonksiyon parametreleri (dizge)</i>	<i>Geri dönüş parametreleri (float)</i>
DereceDakikaSaniye	OndalikKoordinat

Kullanım örneği:

OndalikKoordinat=dms2dec(DereceDakikaDaniye);

#### 4.4.2. Ondalık-derece dönüşümü (dec)

Bu fonksiyonun kullanımıyla ondalık birimde olan koordinatlar derece dakika saniye birimine dönüştürülmektedir (Çizelge 4.18).

**Çizelge 4.18:** Ondalık derece dönüşümü

<i>Fonksiyon parametreleri (float)</i>	<i>Geri dönüş parametreleri (dizge)</i>
OndalikKoordinat	DereceDakikaSaniye

#### Kullanım örneği:

DereceDakikaSaniye=dec2dms (OndalikKoordinat) ;

#### 4.5. Kartolib Uygulamaları

Kartolib, Leaflet ile çalışabilir şekilde kurgulandığı için sonuçların Web ortamında gösterimi mümkün olmuştur. Bu başlık altında Kartolib içerisinde yer alan değişken ve fonksiyonların kullanımı ile oluşturulan HTML dokümanları, örnek uygulama olarak ele alınmıştır. Bu uygulamalar; Elipsoit yüzeyinde pafta alanı hesabı, üç derece dilim genişliğinde Gauss Krüger-Coğrafi koordinat dönüşümü, altı derece dilim genişliğinde Gauss Krüger-Coğrafi koordinat dönüşümü olarak sıralanabilir. Uygulamalar <http://galileo.ktun.edu.tr/maps/umutvural> adresinden yayınlanmaktadır.

Bu uygulamaların ortak özellikleri;

- Harita tıklanan yerin coğrafi koordinatlarının alınması,
- Haritada tıklanan yerin marker (işaretleyici) ile gösterilmesi,
- Referans elipsoit seçimi,
- Ölçek gösterimi,
- DMS (DegreeMinuteSecond) dönüşümü,
- Temizle butonu ile kutucukların boşaltılması ve sayfanın ilk haline dönmesi

olarak sıralanabilir.

#### 4.5.1. Elipsoit yüzeyinde pafta alanı hesabı

Bu uygulama ile meridyen ve paralellerle sınırlanmış bir bölgenin alanı hesaplanmaktadır. Bunun için harita üzerinde iki nokta işaretlenmelidir. Bunun devamında harita üzerinde tıklanan yerlere uygun olarak dikdörtgen (rectangle) çizimi yapılmaktadır. Alan değeri dikdörtgenin (paftanın) sağ üst ya da sol alt köşesi referans alınarak metrekare biriminde elde edilmektedir (Şekil 4.1).

Bu uygulama <http://galileo.ktun.edu.tr/maps/umutvural/epafta.html> adresinden yayınlanmaktadır.

### Elipsoit Yüzeyinde Pafta Alanı Hesabı



Nokta	Enlem( $\phi$ )	Boylam( $\lambda$ )
P <sub>1</sub>	<input type="text" value="39.191820"/>	<input type="text" value="31.245117"/>
P <sub>2</sub>	<input type="text" value="37.293721"/>	<input type="text" value="35.332031"/>
Alan	<input type="text" value="75376.9340"/>	m <sup>2</sup>
	<input type="button" value="Hesapla"/>	<input type="button" value="GRS80"/>
	<input type="button" value="Temizle"/>	

Şekil 4.1: Elipsoitte pafta alanı uygulaması



#### 4.5.2. Üç derece dilim genişliğinde Coğrafi-GK koordinat dönüşümü

Bu uygulamada Coğrafi>GK butonu ile harita üzerinden alınan coğrafi koordinatlardan dilim orta meridyeni, meridyen yakınsama açısı, diferansiyel ölçek, yukarı ve sağa değer hesaplanmaktadır (Şekil 4.2). Bu uygulama <http://galileo.ktun.edu.tr/maps/umutvural/gkcog3.html> adresinden yayınlanmaktadır.

### 3° Dilim Genişliğinde Coğrafi Gauss-Krüger Koordinat Dönüşümü

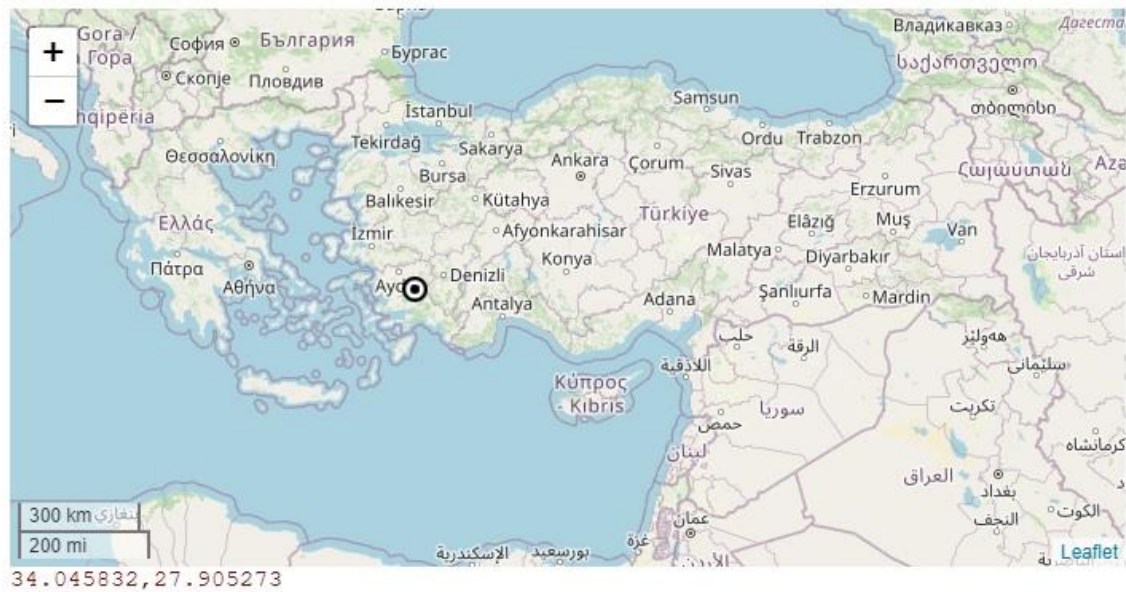


Nokta	Enlem( $\phi$ )	Boylam( $\lambda$ )
P <sub>1</sub>	37° 30' 15.669"	28° 20' 29.267"
$\lambda_0$	27° 0' 0"	
c	0° 49' 0.505"	
m	1.000173235	
Yukarı Değer	4153330.693	m
Sağa Değer	618615.437	m
	Cografi>GK	GK>Cografi
		GRS80
	DMS (°,'")	Temizle

Şekil 4.2: Üç derece dilim genişliğinde Coğrafi-Gauss Krüger koordinat dönüşümü uygulaması

GK>Cografi butonu ile Gauss-Krüger koordinatlarından coğrafi koordinatlar hesaplanmaktadır. Bunun için yukarı ve sağa değer ile dilim orta meridyenine ait kutucuklara ilgili değerler girilmelidir. Hesap sonucunda elde edilen coğrafi koordinatlar harita üzerinde gösterilmektedir (Şekil 4.3).

### 3° Dilim Genişliğinde Gauss-Kruger Coğrafi Koordinat Dönüşümü



Nokta	Enlem( $\phi$ )	Boylam( $\lambda$ )
P <sub>1</sub>	37° 30' 15.667"	28° 20' 29.266"
$\lambda_0$	27° 0' 0"	
c	0° 0' 0"	
m	1	
Yukarı Değer	4153330.693	m
Sağa Değer	618615.437	m
	Cografî>GK	GK>Cografî
		GRS80
	DMS (°,'")	Temizle

Şekil 4.3: Üç derece dilim genişliğinde Gauss Krüger-Coğrafi koordinat dönüşümü uygulaması

#### 4.5.3. Altı derece dilim genişliğinde Coğrafi-GK koordinat dönüşümü

Bu uygulamada Cografî>GK butonu ile harita üzerinden alınan coğrafi koordinatlardan dilim orta meridyeni, dilim numarası, meridyen yakınsama açısı, diferansiyel ölçek, yukarı ve sağa değer hesaplanmaktadır (Şekil 4.4). Bu uygulama <http://galileo.ktun.edu.tr/maps/umutvural/gkcog6.html> adresinden yayınlanmaktadır.

## 6° Dilim Genişliğinde Coğrafi Gauss-Kruger Koordinat Dönüşümü



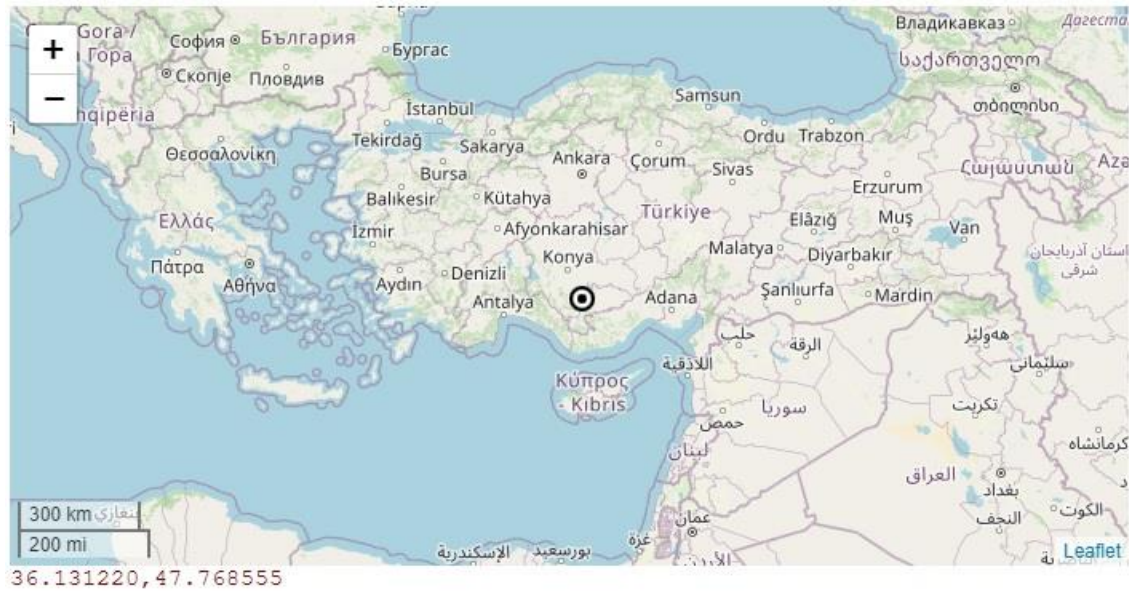
Nokta	Enlem( $\phi$ )	Boylam( $\lambda$ )
P <sub>1</sub>	37° 16' 28.999"	32° 54' 16.999"
$\lambda_0$	33° 0' 0"	
DN	36	
c	-0° 3' 27.733"	
m	0.999600879	
Yukarı Değer	4125353.160	m
Sağa Değer	491553.154	m
	Cografî>GK	GK>Cografî
	GRS80	
	DMS (°,'")	Temizle

Şekil 4.4: Altı derece dilim genişliğinde Coğrafi-Gauss Krüger koordinat dönüşümü uygulaması

GK>Cografî butonu ile Gauss-Krüger koordinatlarından coğrafi koordinatlar hesaplanmaktadır. Bunun için yukarı değer, sağa değer ve dilim orta meridyenine ait kutucuklara ilgili değerler girilmelidir. Hesap sonucunda elde edilen coğrafi koordinatlar harita üzerinde gösterilmektedir (Şekil 4.5).



## 6° Dilim Genişliğinde Gauss-Kruger Coğrafi Koordinat Dönüşümü



Nokta	Enlem( $\phi$ )	Boylam( $\lambda$ )
P <sub>1</sub>	37° 16' 28.999"	32° 54' 16.999"
$\lambda_0$	33° 0' 0"	
DN	0	
c	0° 0' 0"	
m	1	
Yukarı Değer	4125353.161	m
Sağa Değer	491553.154	m
	Cografî>GK	GK>Cografî
		GRS80
	DMS (°,',"")	Temizle

Şekil 4.5: Altı derece dilim genişliğinde Gauss Kruger-Coğrafi koordinat dönüşümü uygulaması

## 5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Bu çalışmada temel mesleki hesaplamaları yapan bir yazılım kütüphanesinin oluşturulması hedeflenmiştir. Literatürde yer alan çalışmalar incelendiğinde temel mesleki hesaplamaları yapan uygulamalar olduğu görülmüştür. Ancak uygulamaların kütüphane ya da API formunda olmadığı tespit edilmiştir. Bu uygulamaların kütüphane ya da API formunda olabilmeleri için bir başka uygulama tarafından kullanılabilir fonksiyon ve objelere sahip olmaları gerekmektedir. Ayrıca fonksiyon ve objelerin kullanımları dokümanite edilmelidir.

Bu çalışmada matematiksel kartografya ve matematiksel jeodezi kapsamındaki temel hesaplamaları yapan bir JavaScript kütüphanesinin geliştirilmesi amaçlanmıştır. Buna uygun olarak Kartolib olarak isimlendirilen bir kütüphane geliştirilmiştir. Kütüphane, Leaflet JavaScript kütüphanesi ile çalışabilir şekilde kurgulanmıştır. Bu sayede Web ile kütüphane arasındaki ilişki kurulmuş ve Web tabanlı yazılım kütüphanesi geliştirilmiştir. Kütüphanenin işlevsel olması amacıyla kütüphane içerisinde yer alan fonksiyon ve objelerin kullanımları dokümanite edilmiştir. Bu sayede kütüphane mini bir API formuna ulaşmıştır.

Kütüphane tasarımında JavaScript ile birlikte Web programlamada yaygın kullanımı olan HTML ve CSS dilleri kullanılmıştır. HTML ve CSS ile örnek uygulamaların Web ortamındaki görünümü tasarlanmıştır. JavaScript ile kütüphane işleyişine ve temel hesaplamalara yönelik değişken ve fonksiyonlar kodlanmıştır.

Çalışma kapsamında oluşturulan kütüphane içerisinde; temel değişken ve fonksiyonlar, küre fonksiyonları, elipsoit fonksiyonları ve genel fonksiyonlar yer almaktadır. Temel değişken ve fonksiyonlar kütüphanenin genel işleyişinin temelini oluşturmaktadır. Küre fonksiyonları ise küre yüzeyi referans alınarak tasarlanan çeşitli hesaplamaları içermektedir. Buna benzer olarak elipsoit fonksiyonları da elipsoit yüzeyi referans alınarak tasarlanan çeşitli hesaplamaları içermektedir. Genel fonksiyonlar ise kütüphane ile bütünlük oluşturacak şekilde çeşitli kodlar içermektedir.

Kartolib'in bu tip hesaplamaları yapan açık kaynaklı kütüphanelerin çok fazla olmaması nedeniyle Web tabanlı kartografya-jeodezi konularında programlama yapacak kişilere önemli bir alt yapı oluşturacağı, bu nedenle de önemli olduğu değerlendirilmektedir. Bir başka önemli nokta ise çalışmanın Web ortamında yapılması ile platformdan bağımsız olarak kullanılabilmesidir.

Tez kapsamında oluşturulan kütüphanenin çeşitli fonksiyon ve objelerin ilave edilmesi ile geliştirilmesi mümkündür. Buna bağlı olarak oluşturulan uygulamaların geliştirilmesi ya da yeni uygulamaların oluşturulması da mümkün olacaktır. Bu hali ile kütüphanenin bu alanda başlangıç niteliğinde bir çalışma olduğu söylenebilir.

Bu çalışma kısmen nesne tabanlı programlama teknikleri içermekle birlikte temel olarak fonksiyonlardan oluşmaktadır. Bir sonraki aşamada tamamen nesne tabanlı programlama tekniklerine uygun olarak bir çalışma geliştirilebilir. Bu durumda fonksiyonlar yerine sınıflardan oluşan bir yapı oluşabilir.



## KAYNAKLAR

- Aslan, A. (2019). Web Tasarımında Renkler: Okunabilirlik, Uyum ve Örnek Bir Web Site Tasarımı. Yüksek Lisans Tezi, *Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Ankara.
- Başçiftçi, F. (2008). Jeodezide Kullanılan Dönüşüm Yöntemlerinin Programlanması. *Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Konya.
- Başçiftçi, F., ve İnal, C. (2008). Jeodezide Kullanılan Bazı Koordinat Dönüşümlerinin Programlanması. *Selçuk Üniversitesi Müh-Mim. Fak. Dergisi*, c.23, s.1, 27-40.
- Baytar, C. U. (2011). Web 2.0 ve Web Tasarımı Üzerindeki Etkilerin Analiz Edilmesi. Yüksek Lisans Tezi, *Bahçeşehir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, İstanbul.
- Berners-Lee, T. (2009). Pre-W3C Web and Internet Background. *World Wide Web Consortium*.
- Bildirici, İ. Ö., Böge, S., ve Alpsal, B. S. (2009). Ücretsiz Veri ve Teknolojiler ile Web Haritalarının Oluşturulması: Google Map API Teknolojisi. *TMMOB Coğrafi Bilgi Sistemleri Kongresi*, 02-06 Kasım 2009, İzmir.
- Bildirici, İ. Ö., ve Böge, S. (2010). Google Map API Teknolojisi ile Web Harita Uygulamaları. *Akademik Bilişim '10 - XII. Akademik Bilişim Konferansı Bildirileri*, (s. 133 - 140). Muğla.
- Bildirici, İ. Ö., ve Kırtıloğlu, O. S. (2015). Google Maps API ile Etkili Kartografik Araçlar Oluşturmak. *15. Harita Bilimsel ve Teknik Kurultayı*, Ankara.
- Bildirici, İ. Ö. (2017). Elipsoit Yüzeyinde Temel Ödev Çözümleri Üzerine Bir İnceleme. *Geomatik Dergisi*, 2(1);52-57.
- Bildirici, İ. Ö. (2018). Yer Merkezli Dik Koordinatlardan Coğrafi Koordinatlara Dönüşüm, *Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 18 (1), 232-239.
- Bildirici, İ. Ö. (2019). Kartografya: Harita Tasarımı ve Kullanımı İçin Gerekli Bilim, Sanat ve Teknik. İkinci Baskı, Atlas Akademi, Konya.
- Bildirici, İ. Ö. (2021a). Web Kartografya: Harita Mashup Hizmetleri Kullanarak İnternet Yoluyla Harita Yayınlama. Yayınlanmamış Ders Notu, Konya.
- Bildirici, İ. Ö. (2021b). İki Büyük Daire Yayının Kesişimi: Vektörel Çözüm, Kartograf, <http://www.iobildirici.com/kartograf/bdykes.pdf>, Ziyaret Tarihi: [21.09.2021].
- Bowring, B. (1976). Transformation from spatial to Geographical Coordinates, *Survey Review*, XXIII,181, 323-327.

- CBS Genel Müdürlüğü. (2021). Türkiye Ulusal CBS Entegrasyon Projesi: Geoserver İle Web Servisi Yayınlama Eğitim Dökümanı. Ankara: T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı.
- CBS Genel Müdürlüğü. (2022a). Atlas. <https://cbs.csb.gov.tr/atlas-i-5439>, [Ziyaret Tarihi: 27.03.2022].
- CBS Genel Müdürlüğü. (2022b). Atlas API. <https://cbs.csb.gov.tr/atlas-api-i-5437>, [Ziyaret Tarihi: 27.03.2022].
- CesiumJS. (2022). 3D geospatial visualization for the web, <https://cesium.com/platform/cesiumjs/>, [Ziyaret Tarihi: 30.03.2022].
- Demirel, H., ve Üstün, A. (2014). Matematiksel Jeodezi. Yayınlanmamış Ders Notu, Konya.
- Doğan, Ş., ve Yaprak, S. (2011). Koordinat Dönüşümü ve Pafta Bul Yazılımı. *TMMOB Harita ve Kadastro Mühendisleri Odası 13. Türkiye Harita Bilimsel ve Teknik Kurultayı*, Ankara.
- Ekin, E., ve Çabuk, A. (2011). OGC olanakları ile CBS Tabanlı Hizmet Yönetimi: Akıllı Altyapı. *6th International Advanced Technologies Symposium (IATS'11)*, 16-18 May 2011, Elazığ, Turkey, 252-255.
- Ercan, A. (2020). Diplomasinin Değişen Tanımları: Ad Hoc Diplomasiden Twiplomacy ve Tekplomasi Çağına, *Kocaeli Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 39: 135 - 148.
- Erden, Ö. E. (2019). OpenStreetMap Verilerindeki Bina Detaylarının Büyük Ölçekli Topografik Harita Verileri İle Karşılaştırmalı Geometrik Kalite Analizi. Yüksek Lisans Tezi, *Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, İstanbul.
- Ersöz, B. (2020). Yeni Nesil Web Paradigması: Web 4.0. *Bilgisayar Bilimleri ve Teknolojileri Dergisi*, 1(2); 58-65.
- Garfield, S. (2020). On the Map, Profile Books,. England.
- HGM. (2022). Jeodezik hesaplamalar uygulaması. <https://www.harita.gov.tr/temel-jeodezik-hesaplamalar>. Ziyaret Tarihi: [03.02.2022].
- HGM Atlas. (2022). HGM-Atlas, <https://www.pirireis.com.tr/pirireis/page/HGMAtlas>, [Ziyaret Tarihi:18.10.2022].
- HGM Atlas Haritalar API. (2022). Haritalar API nedir?, <https://api.harita.gov.tr/atlasapidoc/hari%CC%87talar#createLayer>, [Ziyaret Tarihi:22.10.2022].
- HGM Küre. (2022). HGM-Küre, <https://www.pirireis.com.tr/pirireis/page/HGMKure>, [Ziyaret Tarihi:22.10.2022].



- İralı, A. E. (2020). WebGL Teknolojisinin Tarihsel Anlatı Oluşturmak İçin İletişim Aracı Olarak Kullanımı. International Marmara Social Sciences Congress (Imascon 2020 – Autumn), İstanbul.
- KGM. (2022). Türkiyede Kullanılan İlk Bilgisayar. <https://www.kgm.gov.tr/Sayfalar/KGM/SiteTr/Galeri/IlkBilgisayar.aspx>. [Ziyaret Tarihi: 08.03.2022].
- Kocaman, H. (2015). Kocaman Pro, <http://www.kocamanpro.com/hakkinda/>, [Ziyaret Tarihi: 27.04.2022].
- Köbben, B. (2003). VG and the TOP10NL Project , EuroSDR Workshop, “Visualization and Rendering” İçinde, ITC Enschede.
- Kurt, A. İ. (2002). Temel Jeodezik Hesapların İnternet Ortamında İnteraktif Uygulaması. *Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Ankara.
- Kurt, A. İ., ve Çelik , R. N. (2003). İnternet Ortamında Temel Jeodezlk Hesaplamalar. *HKM Jeodezi, Jeoinformasyon Arazi Yönetimi Dergisi*, 9-14.
- Leaflet. (2022). Leaflet: an open-source javascript library for mobile-friendly interactive maps, <https://leafletjs.com/>, [Ziyaret Tarihi: 27.03.2022].
- Maraş, S., ve Şanlıoğlu, İ. (2007). Web Tabanlı Jeodezik Uygulamalar. 3. *Mühendislik Ölçmeleri Sempozyumu*, Konya.
- Memduhoğlu, A., Başaraner, M., ve Şengün, Y. S. (2015). Web Haritalarının Tasarımı için Vektör Tabanlı Grafik Kodlama ve Standartlar. TMMOB Harita ve Kadastro Mühendisleri Odası, 15. *Türkiye Harita Bilimsel ve Teknik Kurultayı*, Ankara.
- Memduhoğlu, A., Başaraner, M., ve Şengün, Y. S. (2016). Açık Kaynaklı Yazılımlar ile OGC Web Servisleri Üzerinden Görerek Uçuş Bilgilerinin Kartografik Sunumu. *Harita Dergisi*, 156: 41-55.
- Muehlenhaus, I. (2014). Web Cartography. CRC Press, Taylor & Francis Group, Boca Raton, Florida, USA, 241ss.
- OpenLayers. (2022). OpenLayers, <https://openlayers.org/>, [Ziyaret Tarihi: 30.03.2022].
- O'Reilly, T. (2007). What Is Web 2.0: Design Patterns and Business Models for the Next Generation of Software. Published in: International Journal of Digital Economics No. 65 (March 2007): pp. 17-37.
- Özel, A., Kaya, Ç., ve Eken, S. (2014). JavaScript Güvenlik Açıkları ve Güncel Çözüm Önerileri,, (s. 7th International Conference on Information Security and Cryptology 7. Uluslararası Bilgi Güvenliği ve Kriptoloji Konferansı). 17-18 Ekim, İstanbul.

- Özhorasan, B., ve Ateş, H. (2015). Örün Tabanlı Coğrafi Bilgi Sistemi Uygulama Programlama Arayüzü Geliştirilmesi. *9. Türkiye Ulusal Yazılım Mühendisliği Sempozyumu*, İzmir.
- Putz, S. (1994). Interactive information services using World-Wide Web hypertext. *Computer Networks and ISDN Systems*, 27(2), 273-280.
- Sarısakal, N. (2006). Web tasarım ders notları. İstanbul: İletişim Fakültesi.
- Selçuk, M., Uçar, D., Uluğtekin, N., Bildirici, İ. Ö., Gökgöz, T., Başaraner, M., Doğru, A. (2006). Sayısal Kartografya ve Mekansal Bilişim, *Türkiye Bilişim Ansiklopedisi İçinde*, TBV & Papatya Yayıncılık, ss.689694.
- Tiobe. (2022). TIOBE Index for November 2022, <https://www.tiobe.com/tiobe-index/>, [Ziyaret Tarihi: 22.10.2022].
- Tunç, T. E. (2015). Jeodezik Hesap Web Uygulaması: Jeodezik Hesap, <https://blog.ettunc.com/2015/10/jeodezik-hesap-web-uygulamasi.html>, Ziyaret Tarihi: [27.04.2022].
- Uluğtekin, N., Bildirici, İ. Ö., ve Doğru, A. Ö. (2003). Web Haritalarının Tasarımı. *9. Türkiye Harita Bilimsel ve Teknik Kurultayı*, (s. 347-359). Ankara.
- Ustaoglu, A. (2001). İnternette banner reklamlarının geleneksel medya araçlarındaki reklamlarla karşılaştırılması. *Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Marmara Üniversitesi*, İstanbul.
- Vincenty, T. (1975). Direct and inverse solutions of geodesics on the ellipsoid with application of nested equations. *Survey review*, 23(176), 88-93.
- Wikipedia. (2022a). Bilgisayar donanımı tarihi. [https://tr.wikipedia.org/wiki/Bilgisayar\\_donan%C4%B1m%C4%B1\\_tarihi](https://tr.wikipedia.org/wiki/Bilgisayar_donan%C4%B1m%C4%B1_tarihi) [Ziyaret Tarihi: 08.03.2022].
- Wikipedia. (2022b). Hesap makinesi, [https://tr.wikipedia.org/wiki/Hesap\\_makinesi](https://tr.wikipedia.org/wiki/Hesap_makinesi), [Ziyaret Tarihi: 08.03.2022].
- Wikipedia. (2022c). ENIAC. <https://tr.wikipedia.org/wiki/ENIAC>. [Ziyaret Tarihi: 08.03.2022].
- Wikipedia. (2022d). Programma 101. [https://en.wikipedia.org/wiki/Programma\\_101](https://en.wikipedia.org/wiki/Programma_101) [Ziyaret Tarihi: 08.03.2022].
- Wikipedia. (2022e). World Wide Web. [https://tr.wikipedia.org/wiki/World\\_Wide\\_Web](https://tr.wikipedia.org/wiki/World_Wide_Web). [Ziyaret Tarihi: 08.03.2022].
- Wikipedia. (2022f). Jeff Atwood, [https://en.wikipedia.org/wiki/Jeff\\_Atwood](https://en.wikipedia.org/wiki/Jeff_Atwood), [Ziyaret Tarihi:20.03.2022].

- WWW. (1989). The birth of the Web. <https://home.web.cern.ch/science/computing/birth-web>, [Ziyaret Tarihi: 13.03.2022].
- WWW. (2019). WorldWideWeb Rebuild, <https://worldwideweb.cern.ch/>, [Ziyaret Tarihi: 13.03.2022].
- Yalçın, İ. (2018). Açık Kaynaklı Web Tabanlı Coğrafi Bilgi Sistemi Geliştirilmesi. Yüksek Lisans Tezi, *Hacettepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Ankara.
- Yeşiltaş, E., ve Pehlivan, A. (2015). Sosyal Bilgiler Öğreniminde Çevrimiçi Haritaların Kullanımının Akademik Başarıya Etkisi. *International Periodical for the Languages, Literature and History of Turkish or Turkic*, Volume 10/11, p. 1621-1636.
- Yıldırım, A. (2014). İnternetin Görünen Yüzü. *KMÜ Sosyal ve Ekonomik Arastirmalar Dergisi*, 16 (Özel Sayı I): 51-59.

