KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

HARİTA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

KONUMSAL VERİ SUNUMUNDA MODERN YAKLAŞIM ÖNERİLERİNİN GELİŞTİRİLMESİ

DOKTORA TEZİ

Muhammet Emre YILDIRIM

EKİM 2023
TRABZON

KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

HARİTA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

KONUMSAL VERİ SUNUMUNDA MODERN YAKLAŞIM ÖNERİLERİNİN GELİŞTİRİLMESİ

Muhammet Emre YILDIRIM
ORCID : - - -

Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsünce
"DOKTOR (HARİTA MÜHENDİSLİĞİ)"
Unvanı Verilmesi İçin Kabul Edilen Tezdir.

Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 06 / 10 /2023
Tezin Savunma Tarihi : 27 / 10 /2023

Tez Danışmanı : Prof. Dr. Çetin CÖMERT
ORCID : - - -

Trabzon 2023

ÖNSÖZ

"Konumsal Veri Sunumunda Modern Yaklaşım Önerilerinin Geliştirilmesi" başlıklı çalışma, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Harita Mühendisliği Anabilim Dalında doktora tezi olarak hazırlanmıştır.

Doktora tezimin danışmanlığını üstlenerek, tez çalışması süresince üst görüşü ve önerileri ile yol gösteren, değerli katkıları ile bana destek olan, ilgi ve yardımını esirgemeyen değerli hocam Sayın Prof. Dr. Çetin CÖMERT'e sonsuz teşekkürlerimi sunarım. Tez jürisinde bulundan pozitif katkılarıyla bu çalışmanın başarılı bir şekilde tamamlanmasına katkı sunan değerli hocalarıma teşekkür ederim.

Tez çalışması kapsamında, veri tabanı şemalarını paylaşarak bu çalışmaya destek olan T.C. Manisa Su ve Kanalizasyon İdaresi Genel Müdürlüğü, Bilgi İşlem Dairesi başkanlığına teşekkür ederim. Bu tez çalışması kapsamında, idari süreçlerde desteğini esirgemeyen Harita Mühendisliği Bölüm Sekreteri Muhammet Gümrükçüoğlu'na teşekkür ederim.

Bugünlere gelmemde, büyük fedakarlıklar gösteren rahmetli anneme, aileme ve sevgili eşim Tuğba Yıldırım'a sonsuz teşekkürlerimi sunarım. Bu çalışmayı, sevgili oğlum Emre Taha'ya adıyorum.

Muhammet Emre YILDIRIM
Trabzon 2023

TEZ ETİK BEYANNAMESİ

Doktora Tezi olarak sunduğum “Konumsal Veri Sunumunda Modern Yaklaşım Önerilerinin Geliştirilmesi” başlıklı bu çalışmayı baştan sona kadar danışmanım Prof.Dr. Çetin Cömert’in sorumluluğunda tamamladığımı, verileri/örnekleri kendim topladığımı, deneyleri/analizleri ilgili laboratuvarda yaptığımı/yaptırdığımı, başka kaynaklardan aldığım bilgileri metinde ve kaynakçada eksiksiz olarak gösterdiğimi, çalışma sürecinde bilimsel araştırma ve etik kurallara uygun olarak davrandığımı ve aksinin ortaya çıkması durumunda her türlü yasal sonucu kabul ettiğimi beyan ederim. 27 / 10 / 2023

Muhammet Emre YILDIRIM

İÇİNDEKİLER

Sayfa No

ÖNSÖZ III
TEZ ETİK BEYANNAMESİ IV
İÇİNDEKİLER V
ÖZET VIII
SUMMARY IX
ŞEKİLLER DİZİNİ X
TABLOLAR DİZİNİ XIII
SEMBOLLER VE KISALTMALAR DİZİNİ XV
1. GENEL BİLGİLER 1
1.1. Giriş 1
1.2. Problem Tanımı 3
1.3. Araştırma Konuları 5
1.4. Tezin Yapısı 6
2. AÇIK VERİ 7
2.1. Giriş 7
2.1.1. Kullanılabilirlik ve Erişilebilirlik 9
2.1.2. Açık ve Makine Tarafından Okunabilir Format 9
2.1.3. Yeniden Kullanım ve Yeniden Dağıtım 10
2.1.4. Evrensel Erişim 10
2.1.5. Açık Veri Lisansı 10
2.2. Neden Açık Veri ? 13
2.3. Açık Veri Portalı 17
2.3.1. Katalog Modülü 18
2.3.2. Arama Modülü 19
2.3.3. Veri Görüntüleme Modülü 19
2.3.4. Veri Yayınlama Modülü 19
2.3.5. Organizasyon ve Kullanıcı Modülü 20
2.4. Mevcut Açık Veri Portal Çalışmalarının İncelenmesi 20
2.5. Açık Veri Portal Mimarisinin Oluşturulması ve Geliştirimi 30
2.5.1. Açık Veri Portalı Sistem Mimarisi 31
2.5.2. Katalog ve Harvesting Modülü 34

2.5.3. Arama Modülü 37
2.5.4. Veri Görüntüleme Modülü 38
2.5.5. Veri Yayınlama Modülü 39
2.5.6. Kullanıcı ve Organizasyon Modülü 40
2.6. Kamu Kurumlarının Açık Veriye Geçiş Yol Haritasının Oluşturulması 40
2.6.1. Teknik Çalışmalar 42
2.6.2. Politika ve yasal çalışmalar 49
2.6.3. Finansal çalışmalar 51
2.6.4. Organizasyonel Çalışmalar 52
2.6.5. Kültürel Çalışmalar 52
2.6.6. Kamu Kurumları ve Yerel Yönetimlerin Açık Veriye Geçişi Yol Haritası 54
2.7. Ülkemizdeki Açık Verinin Yasal Durumu 56
2.8. Sonuç 63
3. GRAPHQL 65
3.1. Giriş 65
3.1.1. Ürün Merkezli (Product-centric) 65
3.1.2. Hiyerarşik Yapı (Hierarchical) 65
3.1.3. Tipi Kesin Olarak Belli (Strongly Typed) 66
3.1.4. İstemci Tarafından Belirlenen Yanıt (Client-specified response) 66
3.1.5. İç Gözlem (Introspection) 67
3.2. GraphQL Tarihçesi 68
3.3. GraphQL Tanımlar 70
3.3.1. GraphQL Şema (GraphQL Schema) 70
3.3.2. Sorgu (Query) 70
3.3.3. Mutasyon (Mutation) 70
3.3.4. Abonelik (Subscription) 70
3.3.5. Obje Tipleri (Object Types) 70
3.3.6. Alanlar (Fields) 71
3.3.7. Bağımsız Değişkenler (Arguments) 71
3.3.8. Çözücüler (Resolvers) 71
3.3.9. GraphQL İstemcisi (GraphQL Client) 71
3.3.10. GraphQL Sunucusu (GraphQL Server) 72
3.4. GraphQL Örnek Uygulama 72
3.4.1. GraphQL Örnek Sorgu Listesi 76
3.5. REST Servis Yaklaşımı ile Örnek Uygulama Geliştirimi 77

3.5.1. REST Örnek Sorgu Listesi 78
3.6. REST Servisleri ve GraphQL Servis Karşılaştırması 79
3.7. GraphQL Gerçekleştiriminde Farklı Yaklaşımlar 83
3.7.1. Doğrudan veritabanı ile bağlantılı GraphQL sunucusu: 84
3.7.2. Mevcut servis altyapıları ile bağlantılı GraphQL sunucusu 85
3.7.3. Hibrid GraphQL sunucusu 86
3.8. TKGM servislerinin GraphQL Servis Yaklaşımı ile Gerçekleştirimi 86
3.9. GraphQL'in UKVA Ortamında Kullanımı 93
3.9.1. GraphQL ile Servis Kompozisyonu 94
3.9.2. GraphQL'in Açık Veri Ortamında Dönüştürücü Olarak Kullanılması 98
3.9.3. GraphQL ile Konumsal Veri Yayını 99
3.9.4. GraphQL ve OGC Kapsamında Değerlendirilmesi 104
3.10. Sonuç 107
4. UKVA GERÇEKLEŞTİRİMİ GEÇERLİLİĞİ 109
4.1. Giriş 109
4.2. Türkiye'de UKVA Çalışmaları 109
4.2.1. CBS Genel Müdürlüğü Geoportal Uygulaması İncelemesi 112
4.2.2. Ülkemizdeki UKVA Çalışmaları ve Özel Sektörün Durumu 122
4.3. UKVA Yaklaşımının Geçerliliği 127
4.3.1. UKVA Gerçekleştirimlerinin Proje Süresi Bakımından Değerlendirilmesi 127
4.3.2. UKVA Gerçekleştirimlerinin Standartlaştırılmış Veri Şemaları Bakımından Değerlendirilmesi 133
4.4. UKVA Ortamında Yayınlanan Konumsal Web Servislerinin Genel Web Ortamında Kullanılabilirliği Bakımından İncelenmesi 142
4.4.1. Mikro veri (Microdata) 145
4.4.2. RDFa 146
4.5. Konumsal Verinin Bağlantılı Veri Olarak Yayınlanması 150
4.5.1. Ontoloji Tanımı: 153
4.5.2. Ontop Mapping Tanımları: 154
4.5.3. Ontop İlişkisel Veritabanı Bağlantı Dosyası: 156
4.6. Konumsal Veri Sunumunda Modern Yaklaşımlar Doğrultusunda Oluşturulan Mimari 163
4.7. Sonuç 165
5. KAYNAKLAR 170
6. EKLER 183
ÖZGEÇMİŞ

Doktora Tezi

ÖZET

KONUMSAL VERİ SUNUMUNDA MODERN YAKLAŞIM ÖNERİLERİNİN GELİŞTİRİLMESİ

Muhammet Emre Yıldırım

Karadeniz Teknik Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Harita Mühendisliği Anabilim Dalı
Danışman: Prof.Dr. Çetin CÖMERT
2023, 182 Sayfa, 9 Ek Sayfa

Konumsal veri sunumunda modern yaklaşım önerilerinin geliştirilmesi, günümüzde konumsal verinin paylaşım yöntemlerine bakıldığında son 20 yılda hiç değişiklik ve gelişim göstermemiş olması bakımından oldukça önemli bir konudur. Hiç şüphe yok ki, konumsal veri sunumu UKVA'dan bağımsız bir şekilde değerlendirilemez. Bu çalışma kapsamında yapılan çalışmalar sonucunda, UKVA'da hedeflenen konumsal veri paylaşımı ortamının bir an önce hayata geçirilmesi için açık veri yaklaşımı ile tüm tarafların verilerini doğrudan kendi uygulama şemalarında paylaşılması önerildi ve açık veri yaklaşımına geçiş yapacak kamu kurum ve kuruluşları ve tüm paydaşlar için bir yol haritası oluşturuldu. Bu doğrultuda, konumsal verinin paylaşımında modern yaklaşımların neler olabileceği konusunda çalışmalar gerçekleştirildi. GraphQL, REST ve Bağlantılı Veri (BV) konuları, konumsal verinin sunumunda modern yaklaşımlar olarak belirlendi. GraphQL yaklaşımı ile konumsal veriler için etkin bir sorgulama ortamı oluşturulmasına katkı sağlayacaktır. Konumsal verinin REST yaklaşımıyla yayınlanması, genel web ortamı ile konumsal veri altyapıları arasındaki kullanılabilirlik sorununu çözme noktasında önemli bir katkı verdiği tespit edilmiştir. OGC'nin son dönemlerde konumsal veri sunumuna yönelik yayınladığı standartların, REST yaklaşımı ile hazırlanmış olması bu yaklaşımı doğrulamaktadır. Konumsal verinin sunumunda hedeflenmesi gereken nihai nokta, konumsal verinin BV olarak yayınlanmasıdır. Bir konumsal verinin BV olarak paylaşılması için mevcut yöntemler incelendi ve mevcut teknolojiler ışığında en ideal yöntemin Sanal Bilgi Çizgesi (Virtual Knowledge Graph - VKG) oluşturulması olarak belirlendi. Konumsal veri yayıncısının, OGC API standartları, GraphQL yaklaşımı ve VKG'yi aynı anda kullanarak konumsal veri yayınlama işlemlerini gerçekleştirmesi, UKVA'da baştan beri çözülmesi hedeflenen etkin veri paylaşım ortamının oluşturulması sorununu tamamıyla çözecektir. Sonuç olarak, doğrudan açık veri yaklaşımlarını hayata geçirilmesi ve konumsal verinin yayınlanmasında REST ve GraphQL yaklaşımların kullanılması ve bağlantılı veriye geçiş için VKG'nin oluşturulmasının hedeflenmesi, özellikle henüz bir UKVA'sı olmayan Türkiye gibi ülkeler için gidilmesi gereken yoldur.

Anahtar Kelimeler: Açık Veri, Açık Veri Portalı, GraphQL, REST Web Servisleri,VKG, UKVA, Konumsal Veri Altyapıları, Bağlantılı Veri

PhD. Thesis

SUMMARY

DEVELOPING MODERN APPROACH RECOMMENDATIONS IN SPATIAL DATA DISSEMINATION

Muhammet Emre Yıldırım

Karadeniz Technical University
The Graduate School of Natural and Applied Sciences
Geomatics Engineering Graduate Program
Supervisor: Prof.Dr. Çetin COMERT
2023, 182 Pages, 9 Pages Appendix

The development of modern approach suggestions in spatial data presentation is a very important issue since today's spatial data sharing methods have not changed or developed at all in the last 20 years. There is no doubt that spatial data presentation cannot be evaluated independently of NSDI. As a result of the studies carried out within the scope of this study, it was suggested that all parties share their data directly in their own application schemes with the open data approach in order to implement the spatial data sharing environment targeted in NSDI as soon as possible, and a path was created for public institutions and organizations and all stakeholders that will transition to the open data approach. map was created. In this direction, studies were carried out on what modern approaches could be in sharing spatial data. GraphQL, REST and Linked Data (BV) topics were identified as modern approaches to presenting spatial data. It will contribute to creating an effective query environment for spatial data with the GraphQL approach. The fact that the standards published by OGC recently for spatial data presentation were prepared with the REST approach confirms this approach. The final point that should be targeted in the presentation of spatial data is the publication of spatial data as BV. Existing methods for sharing spatial data as BV were examined and in the light of existing technologies, the most ideal method was determined to be the creation of a Virtual Knowledge Graph (VKG). The spatial data publisher's ability to publish spatial data using OGC API standards, GraphQL approach and VKG simultaneously will completely solve the problem of creating an effective data sharing environment, which was aimed to be solved in NSDI from the beginning. As a result, directly implementing open data approaches and using REST and GraphQL approaches in publishing spatial data and aiming to create a VKG for the transition to linked data is the way to go, especially for countries such as Turkey that do not yet have a NSDI.

Keywords: Open Data, Open Data Portal, GraphQL, Linked Data, REST Web Services, Spatial Data, VKG, Infrastructures, NSDI

ŞEKİLLER DİZİNİ

Sayfa No

Şekil 1. ABD Açık Veri Portalı 8
Şekil 2. Birleşik Krallık Açık Veri Portalı 9
Şekil 3. Tarihsel süreçte verinin saklanma şekilleri 13
Şekil 4. Açık verinin ekonomik katkı tahmini 16
Şekil 5. Açık Veri Portalı Modül Listesi 18
Şekil 6. Dünyada Açık Veri Portalını Hayata Geçiren Ülkeler 20
Şekil 7. İstanbul Büyükşehir Belediyesi Açık Veri Portalı 24
Şekil 8. İzmir Büyükşehir Belediyesi Açık Veri Portalı 24
Şekil 9. Ankara Büyükşehir Belediyesi Açık Veri Portalı 25
Şekil 10. CBS Genel Müdürlüğü Açık Veri Platformu 28
Şekil 11. CBS Genel Müdürlüğü Atlas Uygulaması 29
Şekil 12. Bu çalışma kapsamında geliştirilen açık veri portali ekran görüntüsü 31
Şekil 13. Bu çalışma kapsamında geliştirilen açık veri portali mimarisi 33
Şekil 14. Geliştirilen açık veri portalı arama ekranı 38
Şekil 15. Veri Görüntüleme Modülü 39
Şekil 16. Geliştirilen açık veri portalı açık veri yayınlama ekranı 40
Şekil 17. Açık Veri Süreci 41
Şekil 18. Tim Berners-Lee - 5 Star for Open Data 45
Şekil 19. data.europa.eu tarafından belirlenen yüksek katma değerli açık veri 49
Şekil 20. Açık Veri Ekosistemi 50
Şekil 21. Kamu Kurumları ve Yerel Yönetimlerin Açık Veriye Geçişi İş Akış Önerisi 54
Şekil 22. Ulusal Coğrafi Sorumluluk Matrisi 59
Şekil 23. GraphiQL istemci uygulamasında sorguda hata yapıldığında dair hata mesajı gösterilmesine yönelik örnek senaryo 66
Şekil 24. GraphQL farklı sorgu tiplerinde farklı sonuç dokümanlarının üretilmesi 67
Şekil 25. GraphiQL istemci uygulamasında örnek __schema isteği 68
Şekil 26. Kütüphane Veritabanı ER Diyagramı 73
Şekil 27. REST Servisi ile Örnek Uygulamanın Mimarisi 80
Şekil 28. GraphQL Servisi ile Örnek Uygulamanın Mimarisi 80

Şekil 29. Bazı şirketlerin mikro servis mimari diyagramı 82
Şekil 30. Doğrudan veritabanı ile bağlantılı GraphQL sunucusu 84
Şekil 31. Mevcut servis altyapıları ile bağlantılı GraphQL sunucusu 85
Şekil 32. Hibrid GraphQL Sunucusu 86
Şekil 33. TKGM Soap ve Megsis Servislerinin GraphQL ile gerçekleştirimi 88
Şekil 34. Tapu servisleriyle bir gerçek kişiye ait taşınmazların hisse bilgilerine ulaşmak için hazırlanan UML Akış Diyagramı 90
Şekil 35. Zemin ID listesi ile gerçek kişinin sahip olduğu parsellerin geometri bilgisinin alınması 91
Şekil 36. UKVA ortamında belirlenen senaryonun gerçekleştirilmesi iş akış diyagramı ... 95
Şekil 37. GraphQL ile Servis Kompozisyonu İş Akış Diyagramı 96
Şekil 38. GraphQL'in açık veri ortamında dönüştürücü olarak kullanılması senaryosu 98
Şekil 39. CBS Genel Müdürlüğü tarafından atlas.gov.tr adresinde yayınlanan geoportal uygulaması 110
Şekil 40. UKVA Bileşenleri 123
Şekil 41. INSPIRE çalışmaları yol haritası 129
Şekil 42. Türkiye UKVA Çalışmaları Yol Haritası 130
Şekil 43. UKVA ortamında Şema Dönüşüm Senaryosu 131
Şekil 44. Açık Veri Yaklaşımında Şema Dönüşümü Senaryosu 132
Şekil 45. TUCBS Altyapı Teması Su Ağı Uygulama Şeması Kod Listesi 135
Şekil 46. TUCBS Altyapı Teması Su Ağı Uygulama Şeması 136
Şekil 47. MASKİ İçme Suyu Altyapısı Şeması 138
Şekil 48. İhtiyaçlara Göre Farklı UKVA gerçekleştirim senaryosu 141
Şekil 49. OGC servislerinin, genel web'in kullanımına açılmasına yönelik proxy yöntemi önerisi 144
Şekil 50. Mikro veri olmadan yayınlanan bir HTML elementi örneği 145
Şekil 51. Mikro Veri ile birlikte yayınlanan HTML element örneği 145
Şekil 52. Mikro veri sayesinde Google tarafından otomatik indekslenen bilgiler 146
Şekil 53. RDFa ile birlikte yayınlanan HTML örnek elementi 147
Şekil 54. JSON-LD örneği 147
Şekil 55. VKG Süreci 152
Şekil 56. Bağlantılı veriye dönüştürülecek veri setleri 153
Şekil 57. Ontoloji tanımının RDF graph olarak gösterimi 157
Şekil 58. SPARQL sorgusu oluşturulmuş örnek bağlantılar 163

Şekil 59. Konumsal verilerin sunumunda modern yaklaşım önerisi 164

TABLOLAR DİZİNİ

Sayfa No

Tablo 1. Lisans listesi ve koşulların karşılaştırması 11
Tablo 2. Ülkelerin ve şehir belediyelerinin açık veri lisans örnekleri 12
Tablo 3. Açık veri portal uygulamalarından bazı örnekler 21
Tablo 4. Açık Veri Portal Platformları ve Kullanılan Metaveri Standartları 22
Tablo 5. Türkiye'de gerçekleştirilen açık veri çalışmalarının listesi 22
Tablo 6. Açık veri portal listesi ve veri seti sayıları 25
Tablo 7. Açık veri için yayınlanmış meta verilerin karşılaştırılması 34
Tablo 8. Metaveri Alanlarının Karşılaştırılması 36
Tablo 9. Açık veri için 5 yıldız tanımı 45
Tablo 10. Açık veri formatlı olarak kullanılabilecek örnek açık veri format listesi 46
Tablo 11. 49 sayılı Coğrafi Bilgi Sistemleri hakkında Cumhurbaşkanlığı Kararnamesinde (1) sayılı liste olan Coğrafi Veri Tema Listesi 60
Tablo 12. Açık Veri Portallarındaki yayınlanan CBS verisi istatistikleri 62
Tablo 13. schema.js - GraphQL Şeması 73
Tablo 14. resolver.js - Resolver 74
Tablo 15. kitap.js - Data Source 75
Tablo 16. Index.js – API ve server konfigürasyonları 75
Tablo 17. Kitap Listesi Getir 76
Tablo 18. Kitap Adı ve Yayınevi Listesi Getir - Sadece Kitap Adı ve Yayıncı İsmi Getir 76
Tablo 19. Kitap Kategori Listesi Getir - Sadece Kitapların Kategori Bilgisini Getir 77
Tablo 20. Kitap Yayınlanan Şehir Listesi 77
Tablo 21. Kitap Listesi Getir 78
Tablo 22. Yayınevi Listesi Getir 78
Tablo 23. Kitap Kategori Listesi Getir - Sadece Kitapların Kategori Bilgisini Getir 79
Tablo 24. Kitap Yayınlanan Şehir Listesi 79
Tablo 25. Şekil 35 Senaryosunun GraphQL ile gerçekleştirilmesi 92
Tablo 26. GraphQL ile Gerçek Kişinin sadece TC nosu, Taşınmazın ID bilgisi, Hisse Pay ve Payda bilgisi getiren sorgu 93
Tablo 27. GraphQL Servis Kompozisyonu Servis İsteği 97
Tablo 28. GraphQL ile Su Deposu Listesi Getirme 102

Tablo 29. GraphQL ile İçme Suyu Hattı Listesi Getirme 103
Tablo 30. ID'si 1 olan içme suyu hattı geometrisini getirme 104
Tablo 31. Portal Uygulamalarının Senaryo Bazlı Kullanılabilirlik Açısından Karşılaştırılması 113
Tablo 32. Senaryo 1 114
Tablo 33. Senaryo 2 115
Tablo 34. Senaryo 3 117
Tablo 35. Senaryo 4 120
Tablo 36. Senaryo 5 121

SEMBOLLER VE KISALTMALAR DİZİNİ

AB	: Avrupa Birliği
API	: Application Programming Interface
AWS	: Amazon Web Services
B2B	: Business to Business
B2C	: Business to Consumer
BDDK	: Bankacılık Düzenleme ve Denetleme Kurulu
CBS	: Coğrafi Bilgi Sistemleri
CC	: Creative Commons
CD	: Continuous Deployment
CI	: Continuous Integration
CSV	: Comma Separated Values
ÇŞB	: Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı
DCAT	: Data Catalog Vocabulary
GML	: Geography Markup Language
GSYİH	: Gayri Safi Yurt İçi Hasılası
INSPIRE	: Infrastructure for Spatial Information in Europe
ISO	: International Standards Organization
JSON	: Javascript Object Notation
KML	: Keyhole Markup Language
KVA	: Konumsal Veri Altyapıları
KVKK	: Kişisel Verilerin Korunması Hakkında Kanun
MASKİ	: Manisa Su ve Kanalizasyon İdaresi Genel Müdürlüğü
OGC	: Open Geospatial Consortium
OGP	: Open Government Partnership
OKF	: Open Knowledge Foundation
ORM	: Object Relational Mapping
RDF	: Resource Description Framework
REST	: Representational State Transfer
RPC	: Remote Procedure Call
SOAP	: Simple Objects Access Protocol

SQL : Simple Query Language
TAKBİS : Tapu ve Kadastro Bilgi Sistemi
TUCBS : Türkiye Ulusal Coğrafi Bilgi Sistemleri
UKVA : Ulusal Konumsal Veri Altyapıları
UML : Unified Modeling Language
TKGM : Tapu ve Kadastro Genel Müdürlüğü
XML : Extensible Markup Language
W3C : World Wide Web Consortium
WCS : Web Coverage Service
WFS : Web Feature Service
WMS : Web Mapping Service
WMTS : Web Mapping Tile Service

1. GENEL BİLGİLER

1.1. Giriş

Dünya genelinde veri ekosistemleri incelendiğinde, son dönemlerde pek çok ülkede açık veri çalışmalarının hız kazandığı görülmektedir. Açık veri, verinin mülkiyeti açısından herhangi bir kısıtlama olmaksızın kullanılabilen veriler için ifade edilen bir kavramdır. Ülke yönetimlerinin açık veri yaklaşımını benimsemelerindeki en önemli neden; demokratik ülke yönetiminin şeffaf olmasına katkı verecek en verimli yollardan birisinin açık veri yaklaşımı olmasıdır. Açık veri, kamu kurum ve kuruluşları, yerel yönetimler, özel sektör, üniversiteler kısaca veri ile iş yapan tüm kesimler arasındaki birlikte işlerliğe önemli katkılar sağlamaktadır. Birlikte işlerlik mekanizmalarının sağlıklı bir şekilde hayata geçirilmesiyle, özellikle kamunun sahibi olduğu veriyi açık veri olarak yayınlaması, inovasyon ve ekonomik gelişmeye oldukça önemli katkılar sağlamaktadır. Bu çalışma kapsamında, açık veri yaklaşımı irdelenmiştir. Dünya genelinde yapılan örnek açık veri çalışmalarına yönelik araştırmalar yapılmıştır. Yapılan bu çalışmalar ışığında, bir açık veri portal geliştirme mimarisi geliştirilmiş ve bu doğrultuda bir açık veri portal yazılımı geliştirilmiştir. Akabinde, bir kurumun açık veri yaklaşımına geçmeye karar vermesi sonrasında, izleyeceği yol haritasına yönelik çalışmalar gerçekleştirilmiş ve örnek bir yol haritası önerisi oluşturulmuştur.

Web servisleri, 2000'li yılların başında internet üzerinden bilgi alışverişi için ortaya çıkmış web tabanlı bir teknolojidir. 2000 yılında, ilk defa Bill Gates tarafından Microsoft Profesyonel Geliştiriciler konferansında, web servisleri kavramı ortaya atılmıştır (Cömert ve Akıncı, 2003). Web servisleri yaklaşımı, o günden bu yana oldukça popülerleşti. Web servislerinin kullanımının yoğunlaşmasıyla, baş edilmesi gereken çeşitli sorunlar ortaya çıktı. Bunlardan bir tanesi, bir uygulamanın yaşamsal döngüsünün sağlanması için gereken servis sayısının artması ve çok sayıda web servisinin yönetilmesi sorunudur. Örneğin; Facebook, Netflix vb. şirketleri kendi uygulamalarında kullanılan yüzlerce web servisi geliştirmek zorunda kalmıştır. Bu web servislerinin hem kendi aralarındaki iletişimi sağlamak hem de uygulama ile iletişimini sağlamak, oldukça zor ve karmaşık bir iş halini almıştır.

Bu soruna çözüm olarak, 2015 yılında Facebook bünyesindeki yazılım geliştiricileri, GraphQL isminde bir veri sorgulama dili olarak tanımlanan bir yaklaşımı duyurdular

(Byron, 2015). GraphQL, veri gereksinimlerini ve etkileşimlerini açıklamak için esnek bir sözdizimi ve sistem sağlayarak, istemci uygulamaları oluşturmak için tasarlanmış bir sorgulama dilidir (GraphQL, 2015). Web servisleri alanında yaşanan bu gelişmeler ışığında, GraphQL yaklaşımı incelenmiştir. GraphQL yaklaşımının, Tapu ve Kadastro servis altyapısı alanında kullanılmasına yönelik servis geliştirme çalışmaları gerçekleştirilmiştir. Bu doğrultuda, ülkemizde Tapu ve Kadastro Genel Müdürlüğü tarafından yayınlanan web servisleri incelenmiş ve bu servislerin GraphQL ile gerçekleştirmeye yönelik yazılım geliştirme çalışmaları yapılmıştır. Tüm bu deneyimlerin sonunda, GraphQL yaklaşımının, Tapu ve Kadastro servis altyapısı alanında sağladığı katma değerler ifade edilmiş ve diğer alanlarda kullanımına yönelik örnekler verilmiştir.

Konumsal Veri Altyapıları (KVA) birlikte işlerlik altyapılarıdır (Cömert, 2004). Ulusal ölçekte gerçekleştirilen söz konusu altyapı, Ulusal Konumsal Veri Altyapısı (UKVA) olarak adlandırılmış ve Türkiye için gerekliliği, 1996 yılında dile getirilmiştir (Cömert ve Banger,1996). Bunun akabinde, ülkemizde 2003 yılında UKVA yaklaşımının hayata geçirilmesi için çalışmalara başlanmıştır. 2003 yılından günümüze ülkemizde gerçekleştirilen UKVA çalışmaları incelenmiştir. Bu çalışmalar kapsamında, dünya genelindeki gerçekleştirilen UKVA çalışmaları ile karşılaştırmalar yapılmış, yapılan hataların tespiti gerçekleştirilmiş ve çözüm önerileri getirilmiştir.

Hiç şüphesiz ki, UKVA çalışmalarının özel sektöre etkileri olacaktır. Ülkemizdeki UKVA çalışmalarında ortaya koyulan perspektifin özel sektöre yansımaları değerlendirilmiştir. Bu kapsamda, kamu otoritesi tarafından yayınlanan kanun ve yönetmelikler değerlendirilmiştir. Bu kanun ve yönetmeliklerin özel sektöre olan olumsuz etkileri ortaya koyulmuştur. Çıkarılan kanun ve yönetmeliklerin yanı sıra, UKVA'nın paydaşı olan kamu kurum ve kuruluşların, konumsal veri paylaşımına yönelik yaklaşımları irdelenmiştir. Son zamanlarda, kamu kurum ve kuruluşlarının veri yayıncısı olmaktan çıkıp salt yazılım hizmeti sağlamaya yönelik yaklaşımının, özel sektöre olan olumsuz etkisi hakkında çalışmalar yürütülmüştür. Bu konudaki olumsuzlukların giderilmesi için çözüm önerileri ortaya konulmuştur.

Nihai olarak, dünya genelinde yaşanan tüm bu teknolojik ve bilimsel gelişmeler ışığında, ülkemizde bu konularda yapılan çalışmalarda göz önüne alınarak, UKVA yaklaşımının geçerliliği sorgulanmıştır. UKVA yaklaşımının, henüz Türkiye gibi bir UKVA ortamını tesis edememiş ülkelerde, bir UKVA ortamı oluşturmak için mücadele etmesi mi yoksa açık veri yaklaşımı ile devam etmesi mi gerektiği sorusu ele alınmıştır.

Bu tez çalışması kapsamında, konumsal verilerin sunumunda modern yaklaşım önerilerinin geliştirilmesi hedeflenmiştir. Açık veri, yeni web servisi yaklaşımları, UKVA geçerliliği, UKVA kapsamında önerilen uygulama şemalarının üretilmesi gerekliliği konusunda çalışmalar yürütülmüştür. Yapılan çalışmalar sonucunda konumsal verilerin sunumunda modern yaklaşım önerileri geliştirilmiştir.

1.2. Problem Tanımı

Teknolojinin hızla geliştiği dünyada, konumsal verilerinin sunumunda kullanılan teknolojiler ve yaklaşımların güncelliğini yitirdiği görülmektedir. Kullanılan teknolojiler bağlamında incelendiğinde, konumsal verilerin OGC servis yaklaşımıyla sunumunun gerçekleştiği görülmektedir. Yaklaşımlar bağlamında incelendiğinde, Konumsal Veri Altyapıları (KVA) oluşturularak konumsal verilerin uygulama şeması bazında standart hale getirilmesi çalışmalarının yürütüldüğü görülmektedir. Konumsal verilerin sunumunda, OGC servis yaklaşımı, 1994 yılına kadar dayanmaktadır. Aynı şekilde UKVA çalışmaları, ABD'nin 1994 yılında başkanlık emriyle başlamıştır (USA, 1994). Bu süre zarfında, kullanılan teknolojilerde önemli gelişmeler yaşandı. Dolayısıyla, konumsal verinin sunumunda yeni yaklaşımların hayata geçirilmemiş olması önemli bir problem olarak ortaya çıkmaktadır.

Bu çalışma kapsamında, konumsal verinin sunumunda modern yaklaşımların oluşturulması hedeflenmiştir. Bu kapsamda; açık veri, GraphQL, OGC API yaklaşımı ve Linked Data (LD - Bağlantılı Veri) UKVA geçerliliği konularında çalışmalar gerçekleştirilmiştir.

Dünya genelinde açık veri yaklaşımı hızla popülarite kazanmış ve bu doğrultuda çokça çalışma yapıldığı görülmektedir. Özellikle henüz açık veri çalışmalarına başlamamış veya yeni başlamış ülkelerde, açık veri kavramının temel prensiplerinin tam anlaşılamadığı görülmektedir. Ülkemizde açık veri kapsamında, henüz başlangıç noktasında birtakım çalışmaların olduğu görülmektedir. Açık veri yaklaşımını benimseyip bu çalışmalara başlayacak kurum ve kuruluşlar, vakıf ve üniversiteler, özel sektör gibi pek çok paydaş için bir yol haritasının olmaması önemli bir problemdir.

Web servisleri, teknoloji alanında hızlı bir gelişim gösterdikten sonra farklı yaklaşımlar sonucunda, web servislerinin icrasında pek çok yöntem ortaya çıkmıştır. Tüm bu yöntemlerin birbirlerine göre çeşitli avantaj ve dezavantajları bulunmaktadır. Web

servisleri alanında gelişim incelendiğinde son dönemlerde REST servislerin popülerlik kazandığı ve günümüzde kullandığımız web ve mobil uygulamaların çoğunun arkasında bulunan web servisi yaklaşımı olduğu görülmektedir. REST servislerin sayısının hızla arttığı bu günlerde, bu servislerin bir arada iş yapabilir hale getirilmesi, servis kompozisyonu gibi konularda önemli ihtiyaçlar ortaya çıkarmıştır. Bu doğrultuda, Facebook mühendisleri tarafından GraphQL yaklaşımı ortaya atılmıştır. GraphQL' in UKVA ortamındaki kurumsal uygulamalarda ve konumsal servislerde kullanılabilmesinin belirlenmesi önemli bir çalışma konusudur. GraphQL'in UKVA ortamında test edilmesi, sağlayacağı yararların tespit edilmesi, GraphQL servis yaklaşımının konumsal veri sağlayan servis olarak kullanılması çalışmalarının literatürde çok kısıtlı ve yetersiz olması önemli bir sorundur.

UKVA çalışmalarında, verininin standartlaştırılmasının sağlanması için belirli bir temaya yönelik uygulama şemalarının belirlenmesi yoluna gidildiği görülmektedir. UKVA yaklaşımının ana hedefi, kurumlar arasında birlikte işlerlik mekanizmalarının oluşturulmasıydı. Uygulama şemalarının oluşturulması, UKVA' daki tüm tarafların bu uygulama şemalarına uyum sağlaması gibi süreçler oldukça uzun zaman almaktadır. Dünya genelinde ve ülkemizde gerçekleştirilen UKVA çalışmaları incelendiğinde uzun soluklu projeler olduğu görülmektedir. ABD'de 1994 yılında başlayan çalışmaların halen devam ettiği görülmektedir. INSPIRE çalışmalarının yol haritası da UKVA çalışmalarının uzun süreli oluşuna örnek verilebilir. Ülkemizdeki UKVA çalışmalarına baktığımızda 2003 yılından bu yana bu çalışmaların devam ettiği ve henüz kabul edilebilir bir seviyeye ulaşmadığı görülmektedir.

Halbuki, kurumların sahip olduğu konumsal veriler sağlayacağı katma değer bakımından oldukça önemlidir. Bir UKVA altyapısının hayata geçirilmesi için beklenen onlarca yıl, bu verilerin sadece veriyi üreten kurumlar tarafından kullanılabilmesine neden olmaktadır. Bu nedenle ilgili veriler asıl potansiyeline ulaşamamaktadır. Etkin birlikte işlerliğin sağlandığı ortamların yaratacağı ekonomik, sosyal ve kültürel katma değerler, bu projelerin kabul edilebilir bir seviyeye gelmesine yönelik geçen süre boyunca ortaya çıkarılamamaktadır. Bir an önce bu katma değerin ortaya çıkabilmesi için uzun yıllar boyunca süren UKVA çalışmalarının öncesinde veya sırasında nasıl bir yöntem ile sunulacağı konusu çözülmesi gereken önemli bir problem olarak göze çarpmaktadır.

Bunun dışında, ülkemizdeki UKVA çalışmaları kapsamında belirlenen temalar ve bu temalara bağlı veri şemalarının hangi amaçla hazırlandığının belirsiz olması önemli bir

sorundur. Hiç şüphe yok ki, INSPIRE çalışmalarında olduğu gibi bir ülke için UKVA çalışmaları yürütülmesi durumunda bu çalışmalardaki ana hedef belirlenmeli ve temalara bağlı uygulama şemaları oluşturulmalıdır. Örneğin; INSPIRE'ın amacı, Avrupa Birliği ülkelerinin çevre politikalarının yönetimine destek verilmesidir. INSPIRE çalışmaları incelendiğinde veri şemalarının bu amaca yönelik hazırlandığı görülmektedir. Ülkemizdeki UKVA çalışmalarında, amacın belirsiz olması önemli bir problem olmakla beraber yeni bir stratejinin belirlenmesi gerekliliği kaçınılmaz bir gerçektir.

Ayrıca konumsal veriye yönelik yapılan tema ve uygulama şemalarının standardizasyonu çalışmalarının doğal bir sonucuda ilgili veriyi üreten kurumun sahip olduğu veri ile UKVA ortamında temalar yoluyla belirlenmiş veri şemalarının arasında farkların olmasıdır. Bu çalışma kapsamında ülkemizdeki UKVA kapsamında belirlenen bir temadaki veri şeması ile veriyi üreten kurumun kendi iş akışlarında kullandığı veri şemasının karşılaştırılması ve buna bağlı belirlenen senaryoların, UKVA çalışmaları kapsamında belirlenen veri şeması ile gerçekleştirilip gerçekleştiremeyeceği sorunu irdelenmesi gereken önemli bir konudur.

Konumsal verinin LD olarak sunulması, sunulurken kullanılacak yöntemler, modern konumsal veri sunumu bağlamında değerlendirilmesi önemli bir konudur. Hiç şüphe yok ki, modern konumsal veri sunumu konulu bu çalışmada, LD yaklaşımının olmaması önemli bir eksik olacaktır. Bu doğrultuda, bir konumsal verinin LD olarak nasıl sunulacağı, ontoloji tanımlarının nasıl yapılacağı önemli bir problem alanı olarak ortaya çıkmaktadır.

1.3. Araştırma Konuları

Bu tez çalışmasında, konumsal veri teknolojileri bağlamında verilerin en etkin şekilde paylaşılmasını sağlayacak yaklaşımların belirlenmesi ve mevcut çalışmaların irdelenmesi ve çözüm önerilerinin oluşturulmasında odaklanılmıştır.

Bu doğrultuda aşağıdaki sorular bu çalışmanın ana araştırma konularıdır.

1. Konumsal veri sunumunda modern yaklaşımlara zemin hazırlayan teknolojik gelişmeler ve paradigma değişimleri nelerdir? Teknolojik gelişmeler, olması gereken duruma göre yeterli midir? eksiklikler var mıdır?
2. Açık veri ve bağlantılı açık veri alanındaki gelişmeler ve konumsal veri sunumuna yansımaları nelerdir?

3. UKVA paradigması, ilgili teknolojilerdeki yeni gelişmeler bağlamında halen geçerli midir? Ülkelerin UKVA çalışmalarında geldikleri aşama bazında gelecek stratejileri belirlenebilir mi?
4. Türkiye UKVA çalışmalarında son durum nedir? konumsal veri sunumunda yeni teknolojik gelişmeler bağlamında Türkiye UKVA'sı için nasıl bir strateji benimsenmelidir.
5. Kurumların açık veriye geçiş süreci nasıl yönetilmeli? Yapılması gereken çalışmalar nelerdir? Tüm kurumların izleyeceği bir yol haritası oluşturulabilir mi?
6. Bir açık veri portal yazılım geliştirimi için bir mimari belirlenmesi ve geliştiriminin nasıl yapılacağı?
7. GraphQL yaklaşımının UKVA ortamında kullanım senaryoları nelerdir? GraphQL ve OGC konumsal servisler birlikte kullanılabilir mi? GraphQL ve OGC konumsal servislerin birlikte kullanılmasından sağlanacak katma değerler nelerdir ?
8. Konumsal verinin LD olarak sunulması istediğinde yapılması gereken çalışmalar nelerdir ?

1.4. Tezin Yapısı

Bu tez 4 bölüme ayrılmıştır. 1. Bölüm' de tez çalışması hakkında genel bilgilendirmeler yapılmıştır. 2. Bölüm' de açık veri konusunda yapılan çalışmalar anlatılmaktadır. 3. Bölüm' de GraphQL yaklaşımının konumsal veri ekosisteminde kullanılmasına yönelik çalışmalar bulunmaktadır. 4. Bölüm' de nihai olarak UKVA yaklaşımının geçerliliği konusunda çalışmalar aktarılmıştır.

2. AÇIK VERİ

2.1. Giriş

Açık veri, herkes tarafından herhangi bir amaç için kullanılabilen, düzenlenebilen ve paylaşılabilen veridir (OKF, 2012). Verinin açık veri olarak tanımlanabilmesi için belirli koşulların sağlanıyor olması gerekmektedir.

Açık veri;

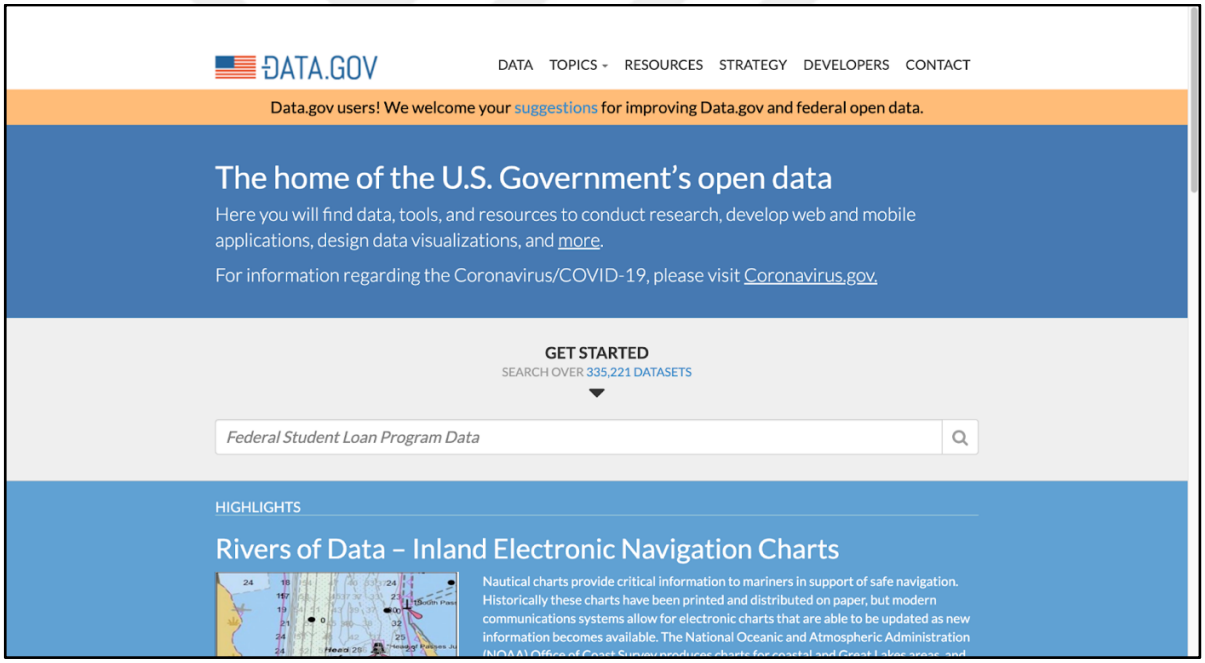
1. Kullanılabilirlik ve erişilebilirlik; verinin internet üzerinden ücretsiz bir şekilde erişilebilir olması koşuludur. Verinin bir kısmının değil tamamının indirilebilir olması gerekmektedir..
2. Açık ve makine tarafından okunabilir veri formatında olmalıdır.
3. Yeniden Kullanım ve yeniden dağıtım; veri yeniden kullanıma ve üretime açık olmalı, farklı veri setleri ile birleştirilebilir ve yayınlanabilir olmalıdır.
4. Evrensel erişim; Herkes kullanabilmelidir. Belli bir gruba veya özel sektör kullanımını engellenmesi gibi belirli bir grubun erişimine açılmasını sağlayacak kısıtlamalar bulunmaması gerekmektedir.
5. Açık veri lisansına tabi olmalıdır.

Açık veri kavramının tarihçesini incelediğimizde, bu kavramın ilk defa, Amerikan Bilim Ajansı tarafından 1995 yılında yayınlanan bir dokümanda kullanıldığı görülmektedir. Bu doküman, Jeofizik ve çevresel verilerin paylaşılması hakkında bir rapor olduğu görülmektedir. Açık verinin önemi, bu rapordaki *"Atmosferimiz, okyanuslarımız ve biyosferimiz, sınırları aşan entegre bir bütün oluşturur."* cümlesiyle oldukça güzel anlatılmıştır. Bu rapordaki asıl amaç bilimsel çalışmalar ve bu çalışmalardaki verilerin tamamıyla açık bir şekilde paylaşılması gerekliliğini vurgulamaktı (Simon, 2013). Bir bilginin açık bir şekilde paylaşılmasının değeri ilk olarak bilimsel araştırma yapan araştırmacılar tarafından fark edildi. Bu doğrultuda bilimsel çalışmaların açık bir şekilde paylaşılması doğrultusunda çalışmalar yapıldı.

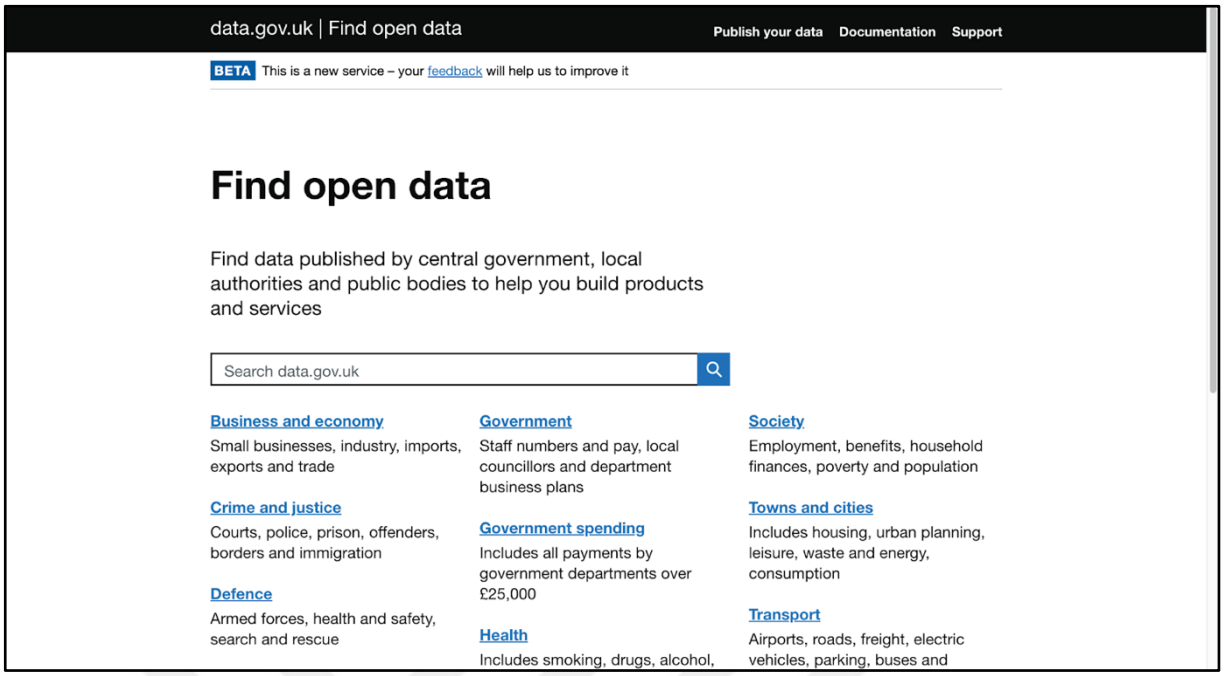
2007 yılına gelindiğinde, Amerika'da 30 internet düşünürü ve aktivisti San Francisco'da bir toplantı düzenledi. Bu toplantının amacı, açık kamu verisi kavramını tanımlamak ve ABD başkan adayları tarafından açık kamu verisi fikrinin benimsemesinin sağlanmasıydı. Bunun dışında, bir çok alanda açık kaynak yaklaşımı benimsendi. Örneğin;

Apache Software Foundation (URL-6, 2023), Wikipedia (URL-7, 2023) gibi bir çok uygulama hayata geçti.

2009 yılında eski ABD başkanı Barack H. Obama, *Şeffaflık ve Açık Hükümet Hakkında Memorandum* yayınlanmasıyla açık veri çalışmaları hızlandı. 2009 yılında, hiperlink (hyperlink) ve internetin mucidi olarak görülen Sir Tim Berners-Lee, TED konferansında, *"Raw data, now!"* (Ham data, şimdi!) konulu sunumuyla, açık veri çalışmalarının hızlanmasına katkı sağladı (Berners-Lee, T., 2012). Açık veri çalışmaları, bu doğrultuda hızla gelişti ve dünyadaki pek çok ülke açık veri çalışmaları yürüttü. Açık verilerin bulunmasını ve görüntülenmesi sağlayan pek çok açık veri portalı geliştirildi. Amerika Birleşik Devletlerinden Birleşik Krallığa, Almanya'dan İspanya'ya pek çok ülke açık veri portallerini geliştirerek yayına aldı. Ülkelerin yanı sıra, yerel yönetim düzeyinde kentlerinde kendi açık veri portallarını yayına aldığı görülmektedir.



Şekil 1. ABD Açık Veri Portalı



Şekil 2. Birleşik Krallık Açık Veri Portalı

2.1.1. Kullanılabilirlik ve Erişilebilirlik

Bir verinin internet üzerinden web sayfasından görüntülenebilir olması tek başına o verinin açık veri olarak kabul edilmesi için yeterli değildir. İlgili verinin internet üzerinden ücretsiz bir şekilde indirilebilir olması gerekmektedir. Verinin bir kısmının değil tamamının indirilebilir olması gerekmektedir.

2.1.2. Açık ve Makine Tarafından Okunabilir Format

Yayınlanan verinin açık veri olarak kabul edilebilmesi için ticari bir yazılım formatının kullanılmaması gerekmektedir. Kullanılan veri formatının makine tarafından okunabilir formatta olması gerekmektedir. Örneğin; bir tablo verisinin tarayıcı kullanılarak taranıp bir resim formatında yayınlanması o verinin açık veri olarak nitelenmesini engellemektedir. Bunun yerine ilgili tablo verisi CSV (*comma separated values* - virgül ile ayrılmış değerler) veri formatında yayınlanması, ilgili verinin açık veri olarak yayınlanabilir hale gelmesini sağlamaktadır.

2.1.3. Yeniden Kullanım ve Yeniden Dağıtım

Yayınlanan veri, başka veri setleri ile karıştırılması da dahil olmak üzere, herhangi bir kullanıcının kendi ortamında veriyi tekrar tekrar kullanabilmesi ve dağıtabilmesine izin veren koşullar altında yayınlanması gerekmektedir. Açık veri kullanıcısı, veriyi indirdikten sonra hiç değişiklik yapmadan ya da başka bir veriyle birleştirerek yayınlanmasının önünde herhangi bir engel olmamalıdır.

2.1.4. Evrensel Erişim

Yayınlanan veri, herkes tarafından erişilebilir ve kullanılabilir olmalıdır. Herhangi bir grup ya da kurum kullanımına özel sınırlamaların olmaması gerekmektedir. Örneğin; bir belediye sahip olduğu veriyi sadece belediye çalışanların kullanımına açmış ise bu veriler açık veriler olarak nitelendirilemez. Ayrıca belli gruplara kısıtlamaların olmasıda evrensel erişimi ortadan kaldıran bir durumdur. Örneğin; bir verinin ticari amaçlar için kullanılmasını engelleyen bir koşul var ise bu durumda ilgili verinin açık veri olarak tanımlanamamaktadır.

2.1.5. Açık Veri Lisansı

Verinin açık veri olarak kabul edilebilmesi için en önemli koşulların başında, ilgili verinin bir açık veri lisans koşulları altında kullanıma sunulmuş olmasıdır. Lisans koşulları belirsiz olan bir veri herhangi bir şekilde açık veri olarak kabul edilemez. Creative Commons CCZero (CC0-1.0, 2013), Open Data Commons Public Domain Dedication and Licence (PDDL-1.0, 2005), Creative Commons Attribution 4.0 (CC-BY-4.0, 2013) lisansları, açık veri lisanslamalarında kullanılabilecek bazı açık veri lisanslarıdır.

Veri için tanımlanmış lisans koşulları, temel açık veri koşullarını sağlıyor olması gerekmektedir. Örneğin; lisans koşulu verinin yeniden yayınlanmasını engellemesi durumunda ilgili veri açık veri olarak tanımlanamaz.

Tablo 1. Lisans listesi ve koşulların karşılaştırması

Lisans Adı	**Atıf Gerekiyor mu?**	**Aynı Koşullarda Paylaşmalı mı?**
Creative Commons CCZero (CC0-1.0, 2013)	Hayır	Hayır
Open Data Commons Public Domain Dedication and Licence (PDDL-1.0, 2005)	Hayır	Hayır
Creative Commons Attribution 4.0 (CC-BY-4.0)	Evet	Hayır
Open Data Commons Attribution License (ODC-BY-1.0, 2009)	Evet	Hayır
Creative Commons Attribution Share-Alike 4.0 (CC-BY-SA-4.0, 2013)	Evet	Evet
Open Data Commons Open Database Licence (ODBL-1.0, 2009)	Evet	Evet

Tablo 1'de açık veri lisansları, atıf gerektirme durumu ve aynı koşullarda paylaşma başlıklarıyla irdelenmiştir. Atıf gerektirme durumu; bu koşula sahip bir açık veri lisansı ile yayınlanan verinin kaynağı hakkında atıf yapma zorunluluğu getirmektedir. Aynı koşullarda paylaşılma durumu; bu koşula sahip bir açık veri lisansı ile yayınlanan verinin üzerinde işlem yapılması ya da yeniden yayınlanması durumunda, orjinal veri kaynağındaki lisans koşulu ile yayınlanması zorunluluğu getirmektedir. Bu açık veri lisansları dışında ülkelerin, belediyelerin ve şehirlerin oluşturduğu açık veri sistemleri için oluşturmuş olduğu açık veri lisansları mevcuttur.

Tablo 2. Ülkelerin ve şehir belediyelerinin açık veri lisans örnekleri

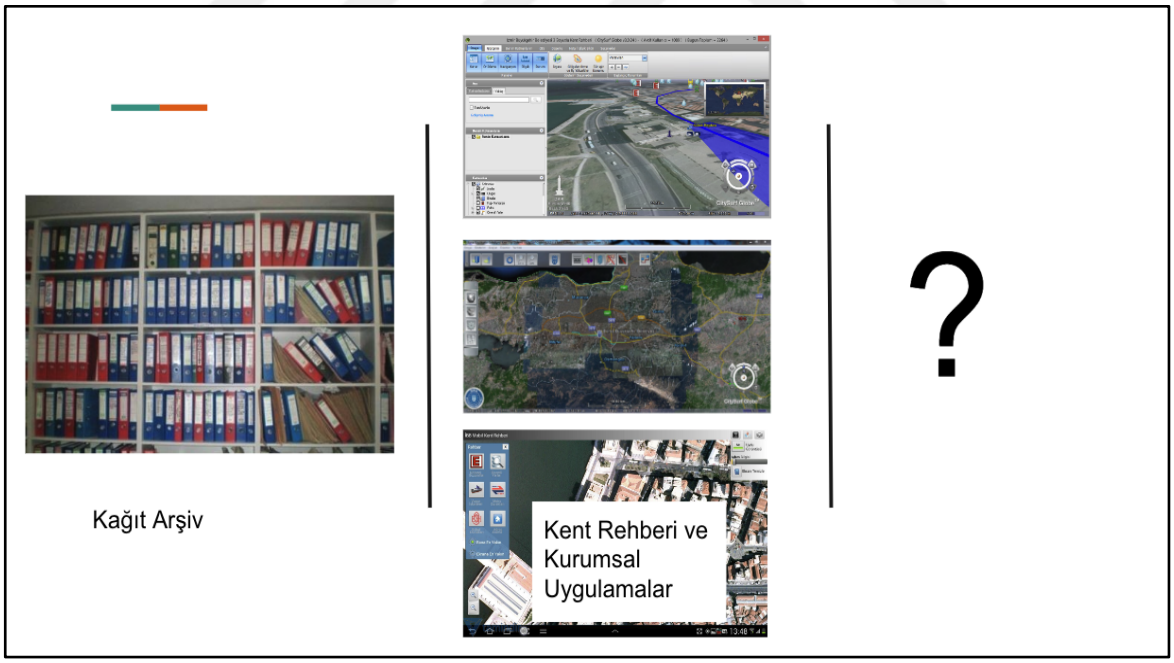
Lisans Adı	**Atıf Gerekiyor Mu?**	**Aynı Koşullarda Paylaşmalı Mı?**
U.S. Government Works - Public Domain (URL-1, 2023)	Hayır	Hayır
Open Government Licence v3 (URL-2, 2023)	Evet	Hayır
Data Licence Germany-Attribution-Version 2.0 (URL-3, 2023)	Evet	Hayır
İstanbul Büyükşehir Belediyesi Açık Veri Lisansı v1.0 (URL-4, 2023)	Evet	Hayır
İzmir Büyükşehir Belediyesi Açık Veri Lisansı (URL-5, 2023)	Evet	Hayır

Tablo 2' de bazı ülkelerin ve şehir belediyelerine ait açık veri lisanslarına ilişkin örnekler mevcuttur. *U.S. Government Works* lisansı (URL-1, 2023), A.B.D.'de gerçekleştirilen açık veri çalışmalarında kullanılan açık veri lisansıdır. *Open Government Licence v3* lisansı (URL-2, 2023), Birleşik Krallık'ta gerçekleştirilen açık veri çalışmalarında kullanılan açık veri lisansıdır. *Data Licence Germany-Attribution-Version* 2.0 lisansı (URL-3, 2023), Almanya'da gerçekleştirilen açık veri çalışmalarında kullanılan açık veri lisansıdır. İstanbul Büyükşehir Belediyesi Açık Veri Lisansı v1.0 lisansı (URL-4, 2023), İstanbul Büyükşehir Belediyesi tarafından gerçekleştirilen açık veri çalışmalarında kullanılan açık veri lisansıdır. İzmir Büyükşehir Belediyesi Açık Veri Lisansı v1.0 lisansı (URL-5, 2023), İzmir Büyükşehir Belediyesi tarafından gerçekleştirilen açık veri çalışmalarında kullanılan açık veri lisansıdır. Tablo 2'de gösterilen İstanbul ve İzmir Büyükşehir Belediyeleri tarafından tanımlanan lisanslar, CC BY 4.0 lisansı (CC-BY-SA-4.0, 2013) baz alınarak hazırlanmıştır.

2.2. Neden Açık Veri ?

Verinin geçmişten günümüze gelen üretim ve kullanım şekillerini incelediğimizde, veri bilgisayar ve internet teknolojilerinin gelişmesinden önceki dönemde, basılı kağıtlar yoluyla arşivlerde depolandığını görmekteyiz. Bilgisayar teknolojilerinin gelişmesiyle, ilk etapta yerel ağ yoluyla birbirine bağlı kısıtlı sayıdaki bilgisayar disklerinde depolandığı görülmektedir. İnternet teknolojilerinin gelişmesiyle kurumlar ve şirketler, ilk etapta kendi içerisinde bilgi paylaşımını sağlayacak çeşitli web uygulamaları geliştirmeye çalıştıklarını görmekteyiz.

Son zamanlara gelindiğinde çeşitli kamu kurum ve kuruluşları çeşitli veri ve hizmetleri güncel teknolojiler kullanarak web uygulamaları vasıtasıyla sunmakta, sunucu disklerinde ve veritabanı gibi ortamlarda depolandığı görülmektedir. Geçmişten günümüze, tüm bu veri depolama ve sunma hizmetlerini değerlendirdiğimizde, verinin saklanma ve sunulma araçlarının değişmesinin yanı sıra veriye erişim şekli konusunda çok da büyük değişimlerinin yaşanmadığı görülmektedir.



Şekil 3. Tarihsel süreçte verinin saklanma şekilleri

Bilgisayar ve internet teknolojilerinin gelişmesinden önce, veriyi kağıt arşivlerde erişimden uzakta, daha sonraları bilgisayarda kısıtlı sayıdaki kişilerin erişebileceği şekilde, son günlerde internet ortamında kısıtlı yetenek seti olan web uygulamaların arkasında

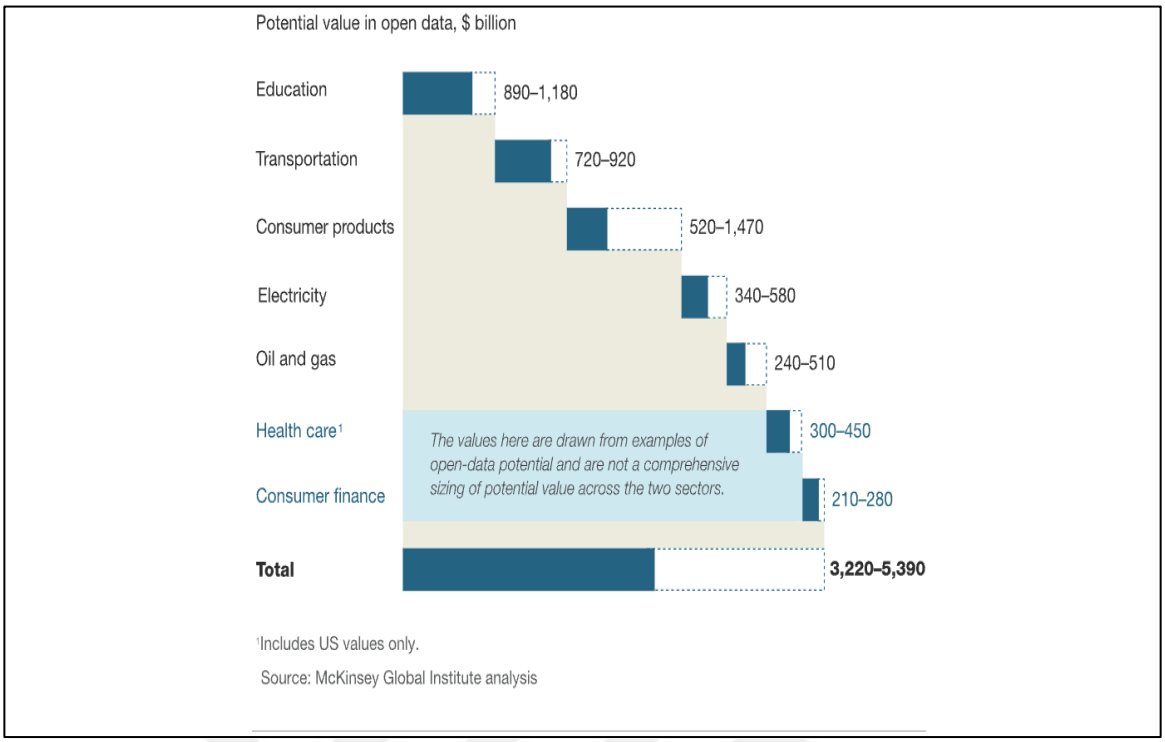
tutmaya devam edildiği görülmektedir. Özellikle kamu kaynaklarının etkin yönetiminde, çok sayıda kamu kurumunun farklı alanlarda ürettikleri verilere anlık erişimin sağlanması oldukça önem arz etmektedir. Kağıt arşiv, kısıtlı yetenek setine sahip web uygulamalarından sonra, günümüzde bu verilerden katma değer üretebilmek için veri ne şekilde paylaşılmalıdır? Günümüzde dünya genelinde bu sorunun kabul görmüş cevabı; açık veri yaklaşımıdır. Açık veri yaklaşımı ile verinin sahip olduğu potansiyelin serbest bırakılmasını sağlanmaktadır. Verinin gerçek potansiyelini ortaya çıkarmak için bu verinin herhangi bir kullanıcıya herhangi bir ücret ve kısıtlama olmaksızın paylaşılması gerekmektedir.

Ülke ve kent yönetimlerinin açık veri yaklaşımını benimsemesi oldukça önem arz etmektedir. Dünyada ve ülkemizde en büyük veri üreticilerinin kamu kurumları olduğu göz önüne alındığında, yaratacağı etki bakımından kamu kurum ve kuruluşlarının sahip oldukları verileri, açık veri lisans koşulları altında paylaşması oldukça önemlidir. Açık veri yaklaşımı; ülke ve kent yönetiminde, demokrasiyi güçlendirmesi, halka verimli ve etkili hizmet sunulması, ekonomik büyümeye katkıda bulunması bakımından son yıllarda oldukça popüler hale gelmiştir (USA, 2013). Demokratik ülke yönetimlerinde en önemli bileşenlerden birisi şeffaflıktır (Hollyer vd., 2011). Günümüzde yönetimde şeffaflığın sağlanmasının en verimli yolu açık veri yaklaşımıdır. Demokratik rejimler de, devlet yöneticilerinin kamu kurum ve kuruluşları eliyle yaptıkları harcamalara ilişkin verilerin yayınlanmasından, kamu kaynakları ile üretilen verilerin yeniden kamuyla paylaşılmasını sağlamaya kadar pek çok alanda, açık veri yaklaşımının benimsenmesi yönetimde şeffaflığa önemli katkılar sağlayacaktır. Açık verinin ülke yönetiminde kullanılması, literatürde Açık Hükümet (Open Government) olarak ifade edilmektedir (Hansson vd., 2014) (Meijer, 2012) (Judie, 2015).

Kamu kaynaklarıyla üretilen veriler kamuya mâl edilmelidir**.** Kamu kaynağından kasıt, devlet yönetiminin topladığı vergilerdir. Kamudan toplanan vergiler yoluyla oluşturulan kaynakları kullanarak üretilen verilerin, açık veri lisans koşulları altında kamuyla paylaşılması, demokratik yönetimlerin olmazsa olmaz şeffaflık ilkesine önemli katkılar sağlayacaktır. Kamu kurum ve kuruluşlarının hangi verileri açık veri olarak paylaşması gerektiği konusu geldiğimizde, kişisel veriler ve ülke güvenliğini ilgilendiren veriler dışındaki tüm veriler kamuyla paylaşılmalıdır. Kişisel veri içeren veriler dikkatli bir şekilde anonimleştirilerek paylaşılmalıdır. Ülke güvenliğini ilgilendiren veriler başlığında titiz bir çalışma yürütülmelidir.

Açık veri yaklaşımı, kamu kurum kuruluşları, özel sektör, yerel yönetimler ve veri ile iş yapan tüm kesimler arasındaki birlikte işlerliğe önemli katkılar sağlayacak ve bu sorunun hızlı bir şekilde çözümüne destek sağlayacaktır. Kurumlar arasındaki birlikte işlerliğin sağlanması için çok sayıda yaklaşım ve çalışma mevcuttur. Örnek verecek olursak; ülkemizde konumsal verinin etkin bir şekilde paylaşılması için KVA konusunda uzun yıllardır çalışmalar yürütülmektedir (Cömert ve Banger, 1996) (Cömert, 2004) (Cömert, 1998). 1995 yılından günümüze, ülkemizde çeşitli çalışmalar vesilesiyle KVA'nın tamamlanmasına çalışılmaktadır. Günümüzde bu çalışmalar, Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, Coğrafi Bilgi Sistemleri Genel Müdürlüğü koordinasyonunda yürütülmektedir. Yaklaşık 30 yıl boyunca kurumlar arasındaki birlikte işlerliği ve veri paylaşım sorununu çözme çalışmaları devam etmektedir. Henüz bu çalışmalar, kabul edilebilir bir seviyeye getirilememiştir. Açık veri yaklaşımı, KVA konusunda hızlıca bir çözüm üretilmesini sağlayacak bir yaklaşımdır. Bu konu UKVA Yaklaşımının Geçerliliği başlığı altında detaylı bir şekilde irdelenecektir. Ülke yönetiminde birlikte işlerlik mekanizmalarının kurulamaması, çeşitli kurum ve kuruluşların aynı veriyi tekrar tekrar üretmesine sebep olmaktadır. Açık veri yaklaşımının hayata geçmesiyle kurumlar ihtiyaç duyduğu veriye, açık kaynaklardan hızlıca erişim sağlayarak gereksiz maliyetlerden kurtulacaktır.

Açık veri, inovasyon ve ekonomik büyümeye oldukça önemli katkılar verecektir. McKinsey Global Enstitüsü, 2013 yılında yayınladığı bir raporda, 7 sektörde yıllık yaklaşık 3 trilyon ila 5 trilyon dolar arasında değerin ortaya çıkarılmasında yardımcı olabileceğini ifade etmektedir (Manyika vd., 2013) . 2013 yılında Türkiye'nin Gayri Safi Yurt İçi Hasılası'nın (GSYİH) dünyanın tamamında üretilen GSYİH'e oranı 1.25 idi (URL-9, 2023). McKinsey raporunda açık veri ekosistemini hayata geçirilmesiyle ortaya çıkarılabilecek yıllık 3 trilyon ila 5 trilyon dolar arasında değeri bu oranla çarptığımızda, yıllık 3,75 Milyar Dolar ekstra değerin ülkemizde ortaya çıkabileceği görülmektedir.



Şekil 4. Açık verinin ekonomik katkı tahmini (Manyika vd., 2013)

Açık veri, inovatif servisler ve uygulamalar geliştirilmesinin önünü açmaktadır (Yankova, 2016) (Jetzek, 2014) (Eckartz, 2016). Veri yayınlayıcısının sahip olduğu kaynaklar ile geliştiremeyeceği, görev alanına girmeyen fakat çeşitli insanların hayatını kolaylaştıracak uygulamaların geliştirilmesinin önünü açmaktadır. Bu durum, yeni fırsatlar ve yeni potansiyelleri açığa çıkarmaktadır.

Açık veri, yeni girişimlerin önünü açarak ekonomik gelişimi oldukça önemli katkılar sağlamaktadır. Günümüzdeki teknolojik gelişmeler incelendiğinde, birçok hizmetin internet üzerinden verildiği görülmektedir. Teknolojik tabanlı bir girişim için en önemli maliyet kalemlerinin içerisinde veriye erişim ve üretim maliyetlerinin olduğu görülmektedir. Açık veri ekosistemi, bir çok girişimin en önemli maliyet kalemlerinden birisi olan veri üretim maliyetini oldukça düşürerek, bu kaynakların teknolojik gelişime ve ticari gelişime ayrılmasının önünü açmaktadır. Özel şirketler için açık veri ekosistemi, yeni fırsatlar yaratmaktadır. Dünya genelinde açık veri ekosistemlerini hayata geçirmiş ülkeler incelendiğinde, açık veri tabanlı yeni iş modellerinin hayata geçtiği görülmektedir (Wocken, 2022).

Açık veri yaklaşımı ülke ve kent yönetimlerinde şeffaflığı katkı vermesinin yanı sıra hesap verilebilirlik ve denetlenebilirlik ilkesine de önemli katkılar sağlamaktadır. Denetlenebilirlik ve hesap verilebilirlik ilkeleri demokratik yönetim şeklinin olmazsa olmaz parçalarıdır. İlgili yöneticilerin kamu kaynaklarını nereye harcadıklarını denetlenmesi konusunda açık veri yaklaşımı oldukça önemli katkılar sunmaktadır.

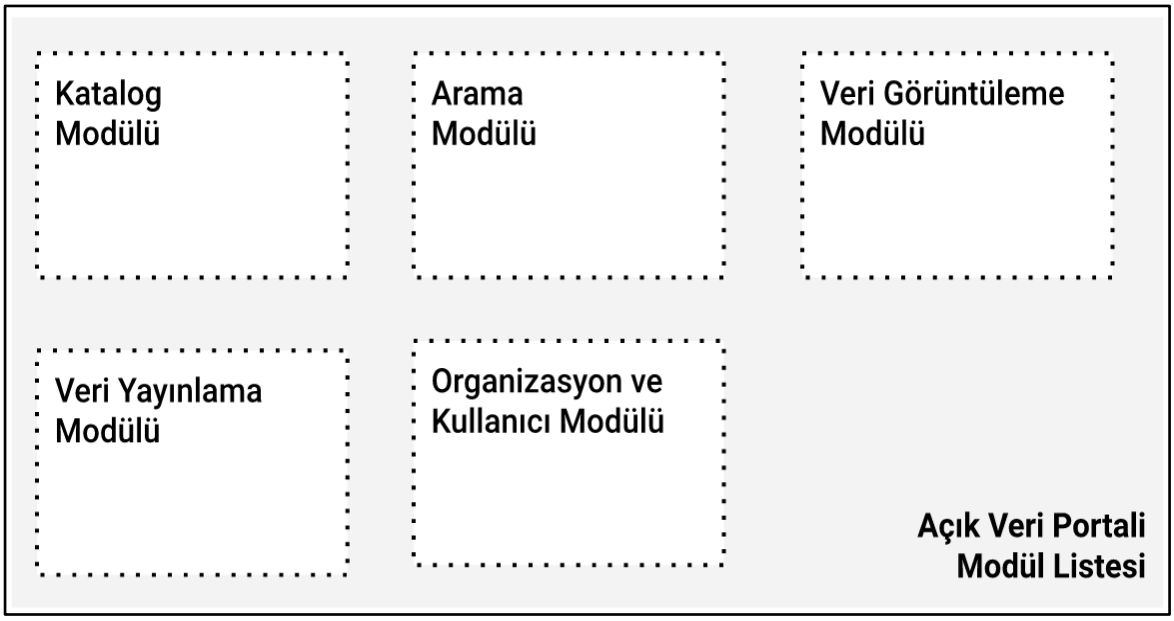
2.3. Açık Veri Portalı

Açık veri ekosisteminde, en önemli bileşenlerden birisi de açık veri portallarıdır (URL-10, 2023) (Yang, 2007) (Colpaert vd., 2013). Literatürde portal kavramının pek çok tanımı bulunmaktadır. Portal, web teknolojilerinin geliştirilmesinin başlamasıyla beraber 1990'ların sonunda ortaya çıktığı görülmektedir (Zhou, 2003). Portal, ilk dönemlerde çoğunlukla B2B (Business to Business) ve B2C (Business to Consumer) web uygulamalarında kullanıldığı görülmektedir. Portal kavramının ana amacına baktığımızda, pek çok kaynaktan gelen bilgilerin kullanıcılara, merkezi bir web sayfasında sunulmasını sağlayacak bir sistem olduğu görülmektedir. Konumsal veri altyapı çalışmalarının artmasıyla birlikte, geoportal (Konumsal Portal) kavramının ortaya çıktığı görülmektedir.

Konumsal veri altyapıları (KVA), günümüzde önem kazanmış ve gerçekleştirilmesi zorunlu hale gelmiştir. KVA'lar, konumsal veri yönetimine yönelik birlikte işlerlik altyapılarıdır (Cömert, 2004). KVA çalışmalarının hızlanmasıyla, kamu kurumları, yerel yönetimler, özel sektör ve konumsal veri ile iş yapan kesimler arasındaki birlikte işlerliği gerçekleştirmek isteyen ülkeler, konumsal portallarını hızla geliştirmişlerdir (Yıldırım ve Cömert, 2011). INSPIRE konumsal portalı, INSPIRE direktifleri çerçevesinde hazırlanan AB'ye üye ülkelerin konumsal veri setlerine, konumsal veri servislerine ulaşmayı sağlayan, konumsal veri setleri ve servisleri üzerinde ihtiyaca göre arama yapma imkânını sağlayan web uygulaması olarak tanımlamaktadır (INSPIRE, 2005). OGC (Open Geospatial Consortium) konumsal portalı, "veri setleri ve servisler içeren bir çevrimiçi konumsal bilgi kaynakları topluluğu için bir kullanıcı arayüzü" olarak tanımlamaktadır (OGC, 2004).

Bu perspektif ile açık verinin gelişimine baktığımızda, diğer her alanda olduğu gibi açık veri alanında da, açık veri sağlayıcılarının ürettikleri verilerin son kullanıcı tarafından hızlıca keşfedilmesi ihtiyacı portal altyapıları ile karşılanma yoluna gidilmiştir.

Açık veri portalı; üretilen bir açık verinin keşfedilmesini sağlayan bileşenler bütününü içeren bir web arayüzüdür. Açık veri portalları, incelendiğinde bir açık veri portalının sağlaması gereken temel modüller; katalog modülü, arama modülü, veri görüntüleme modülü, veri yayınlama modülü, organizasyon ve kullanıcı modülü olduğu görülmektedir (Máchová ve Lněnička, 2017) (Lisowska, 2016). Bu modüllerin dışında farklı hizmetler veren portal uygulamaları bulunmakla beraber, bu çalışma kapsamında açık veri portallarının ana modülleri üzerinde çalışmalar yapılmıştır.



Şekil 5. Açık Veri Portalı Modül Listesi

2.3.1. Katalog Modülü

Katalog Modülü, açık veri portalında yayınlanacak açık veriler hakkındaki meta verilerin kaydedildiği modüldür. Açık veri metaveri standardı, kullanılan açık veri portal yazılımına ve sağlayıcılara göre değişim göstermektedir. Bu konuda kabul görmüş pek çok metaveri standardı bulunmaktadır. Bunlar; DCAT, Dublin Core, INSPIRE Metaveri Şeması, ISO 19139, ISO 191115 gibi pek çok metaveri standardı kullanılmaktadır. Kullanılan açık veri portal yazılım altyapısına göre kullanılan metaveri şeması değişmektedir. Açık veri portal yazılımları mevcut metaveri standartlarını kullanarak katalog modüllerini geliştirmek yanı sıra, çeşitli metaveri standartları genişletilerek kendi özel metaveri standartlarını geliştirmişlerdir. CKAN ve Socrata açık veri portalları, kendi metaveri standartlarını kullanarak geliştirme yapan portal altyapılarına verilebilecek örneklerdir. Açık veri portal

yazılımları, aynı anda bir çok metaveri standardı ile uyumlu çalışması gerekliliği, katalog modülü geliştirilmesi aşamasında aşılması gereken önemli bir konu olarak göze çarpmaktadır.

2.3.2. Arama Modülü

Arama modülü, açık veri portallarında son kullanıcının ihtiyaç duyduğu veriyi bulmasını sağlayan arayüz modülüdür. Bu modülde kullanıcı arama motoru uygulamalarındaki gibi ihtiyaç duyduğu veriye ilişkin serbest metin araması (free text search) yapabilmesinin yanı sıra katalog modülünde kayıtlı meta verilerine göre çok daha çeşitli parametrelere göre arama yapabilmektedir. Veri yayıncısı, kategori, konumsal veri ise belirli bir coğrafi alan ile eşleşmesi gibi pek çok parametreye göre arama yapılabilmelidir.

2.3.3. Veri Görüntüleme Modülü

Veri görüntüleme modülü, açık veri portalında son kullanıcının arama modülünde bulduğu veriyi görüntüleme hizmetini sağlayan modüldür. Açık veri tanımında, açık veri formatlarının herhangi bir ticari lisans hakkıyla sınırlanmış veri formatlarını kullanamayacağı ifade edilmektedir. Dolayısıyla, veri görüntüleme modülünün popüler olarak kullanılan açık veri formatlarını desteklemesi gerekmektedir. Bu veri formatlarına; json, csv, txt, xml ve konumsal veri için ise gml, geojson, shape gibi veri formatları örnek verilebilir.

2.3.4. Veri Yayınlama Modülü

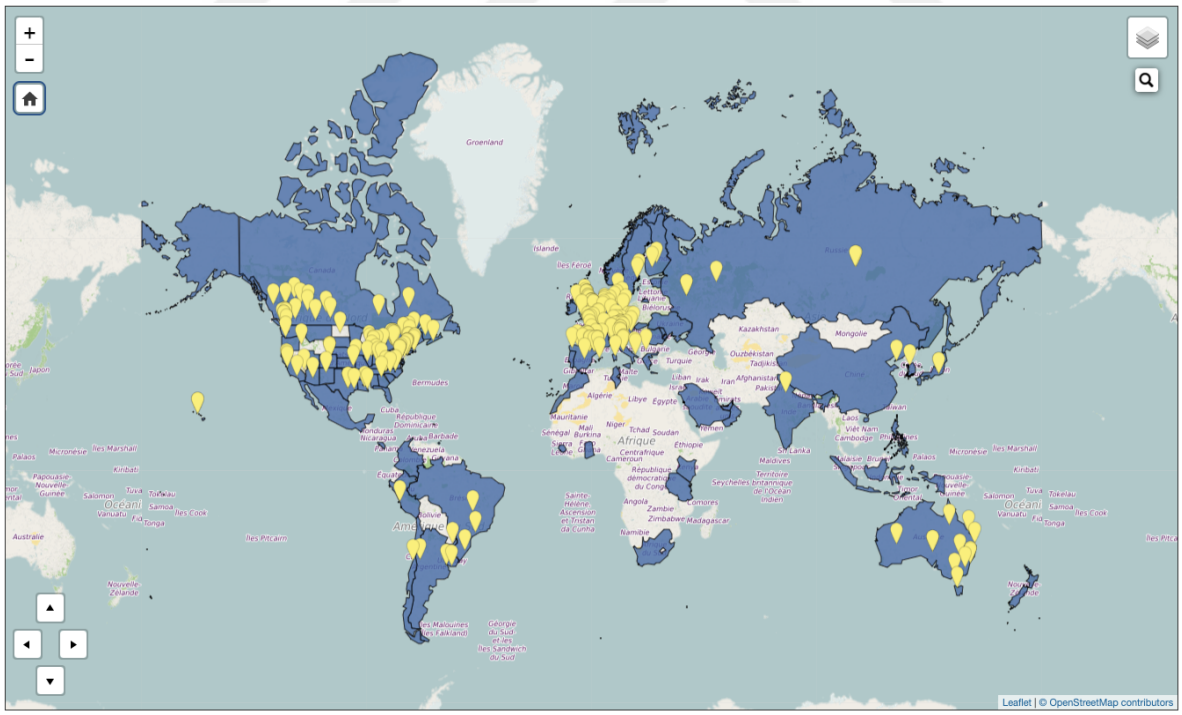
Veri yayınlama modülü, açık veri üreticisi kaynakların, açık verilerini portal kullanıcılarıyla paylaşabilmesini sağlayan modüldür. Açık veri portallarında veri yayınlama, iki farklı şekilde gerçekleştirilmektedir. Birincisi, açık veri yayıncısının yayınlayacağı açık veriyi kendi imkanlarıyla (sahip olduğu web sunucu veya bulut sunucuları) yayınladıktan sonra, açık veri portaline bu veriyle ilgili metaverinin kaydedilmesi yaklaşımıdır. İkincisi ise açık verinin kendisinin açık veri portalının sağladığı hizmet ile sunulması ve ilgili veri için metaverinin oluşturulması yaklaşımıdır.

2.3.5. Organizasyon ve Kullanıcı Modülü

Organizasyon ve kullanıcı modülü, yetkilendirme (authorization) ve kimlik doğrulama (Authentication) hizmetlerini gerçekleştiren modüldür. Bu modül kapsamında, açık veri portalının hizmet amacına göre değişmekle birlikte kullanıcı gruplarının, organizasyonların oluşturulması da sağlanabilmektedir. Kullanıcıların, oluşturulan bu organizasyon ve gruplar ile ilişkilendirilmesi ile yetkilendirme süreçleri yönetilmektedir.

2.4. Mevcut Açık Veri Portal Çalışmalarının İncelenmesi

Dünya genelinde yapılan açık veri çalışmalarında, pek çok ülkenin, kentin ve sivil toplum kuruluşlarının açık veri portal uygulamalarını hayata geçirdiği görülmektedir. Amerika açık veri portalında, 314 adet açık veri portal çalışması listelenmektedir. *Open Knowledge Foundation* tarafından 597 adet açık veri portalı listelenmektedir. Tablo 3'de 20 adet açık veri portalı listelenmiştir.



Şekil 6. Dünyada Açık Veri Portalını Hayata Geçiren Ülkeler

Tablo 3. Açık veri portal uygulamalarından bazı örnekler

Sıra No	**Açık Veri Portalı**	**Erişim Adresi**
1	Dünya Bankası Açık Veri Portalı	https://data.worldbank.org/
2	Afrika Açık Veri Portalı	https://africaopendata.org/
3	Avrupa Birliği Açık Veri Portalı	https://data.europa.eu/en
4	Amerika Birleşik Devletleri Açık Veri Portalı	https://data.gov/
5	Birleşik Krallık Açık Veri Portalı	https://www.data.gov.uk/
6	Fransa Açık Veri Portalı	https://www.data.gouv.fr/
7	Almanya Açık Veri Portalı	https://www.govdata.de/
8	İspanya Açık Veri Portalı	https://datos.gob.es/
9	Litvanya Açık Veri Portalı	https://data.gov.lt/
10	Arjantin Açık Veri Portalı	https://www.datos.gob.ar/
11	Japonya Açık Veri Portalı	https://www.data.go.jp/?lang=en
12	Birleşik Arap Emirlikleri	https://bayanat.ae/en/Data
13	Amsterdam Açık Veri Portalı	https://data.amsterdam.nl/
14	New York Açık Veri Portalı	https://opendata.cityofnewyork.us/
15	Paris Açık Veri Portalı	https://opendata.paris.fr/pages/home/
16	Londra Açık Veri Portalı	https://opendata.london.ca/
17	Dünya Sağlık Örgütü Açık Veri Portalı	https://data.who.int/
18	Birleşmiş Milletler Açık Veri Portalı	https://data.un.org/
20	OECD Açık Veri Portalı	https://data.oecd.org/

Dünya genelindeki açık veri portal uygulamalarında çeşitli uygulamalar kullanılmaktadır. Açık veri portal platformları, Tablo 4'te gösterilmiştir.

Tablo 4. Açık Veri Portal Platformları ve Kullanılan Metaveri Standartları

Portal Yazılımı	**Kullandığı Metaveri Standardı**
CKAN	CKAN
Socrata	Socrata
OpenDataSoft	DCAT
DKAN	DCAT, INSPIRE
ArcGIS Open Data	INSPIRE
Junar	DCAT, INSPIRE

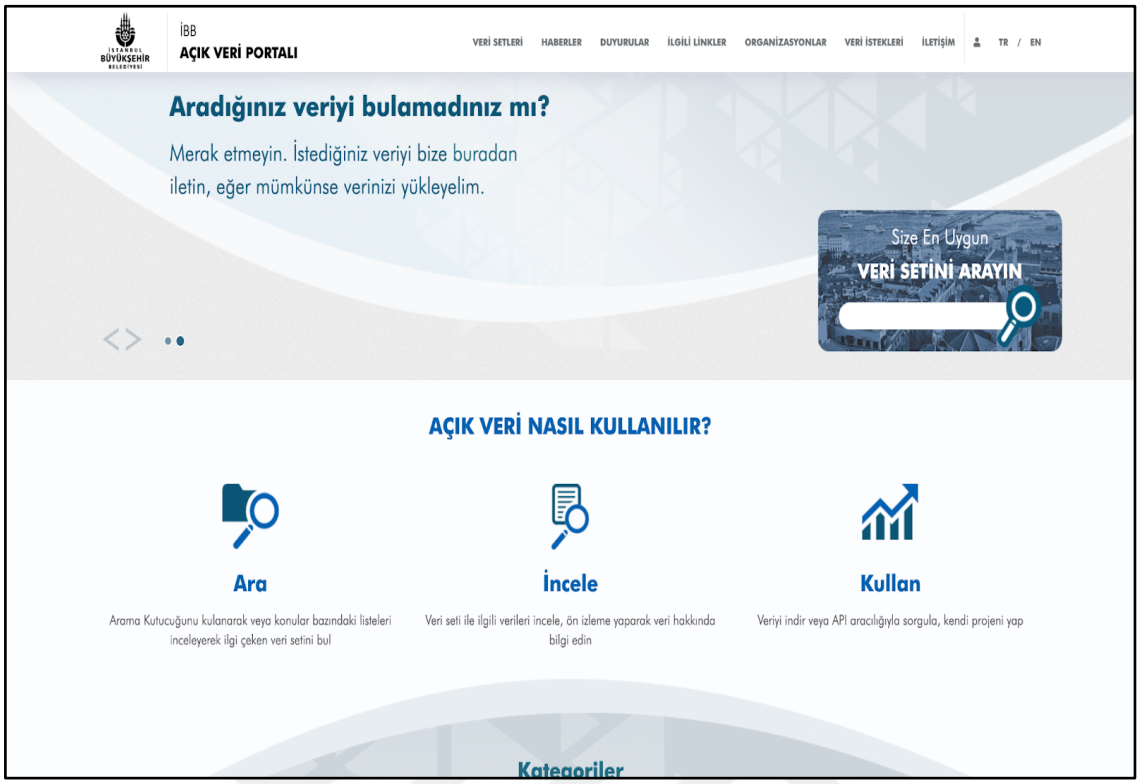
Ülkemizde açık veri çalışmaları yakın dönemde hızlandığı görülmektedir. Ülkemizde yayınlanan açık veri portal uygulamaları son 3 yılda hayata geçtiği görülmektedir.

Tablo 5. Türkiye'de gerçekleştirilen açık veri çalışmalarının listesi

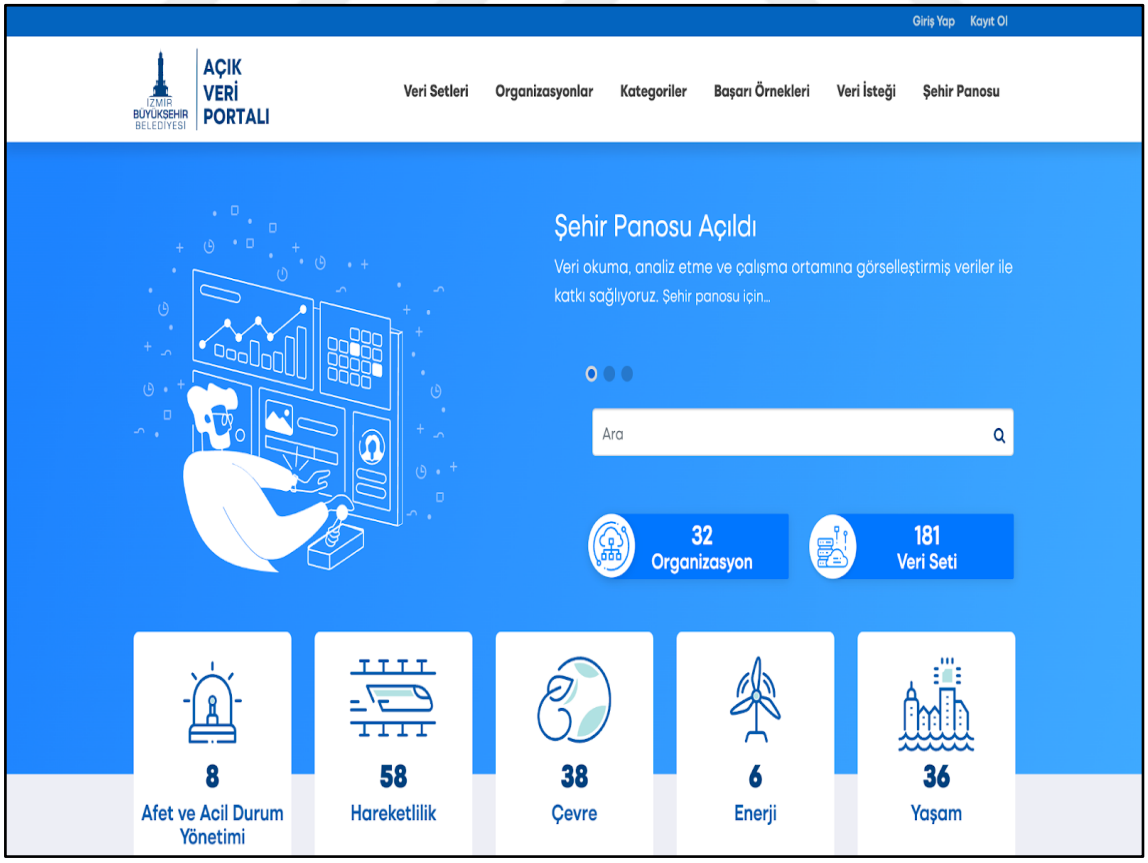
Sıra No	**Portal Yazılımı**	**Erişim Adresi**
1	İstanbul Büyükşehir Belediyesi Açık Veri Portalı	https://data.ibb.gov.tr/
2	İzmir Büyükşehir Belediyesi Açık Veri Portalı	https://acikveri.bizizmir.com/

Tablo 5'in devamı

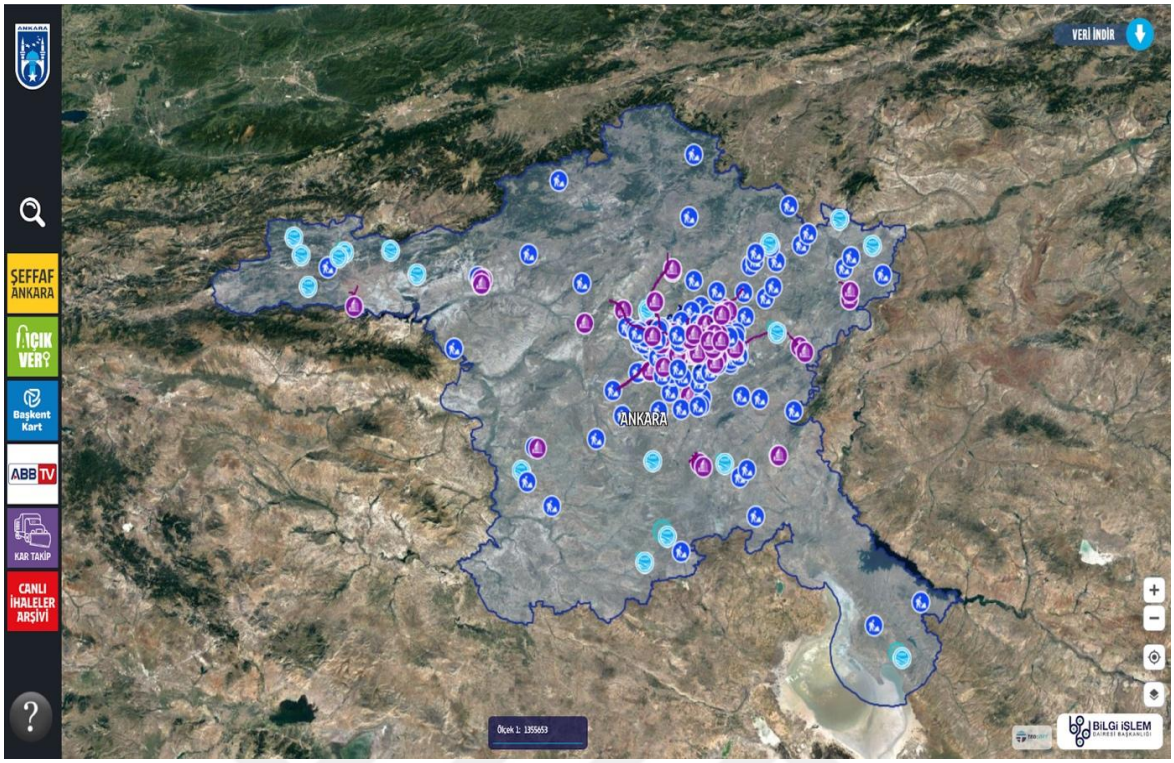
3	Ankara Büyükşehir Belediyesi Açık Veri Portalı	https://seffaf.ankara.bel.tr/
4	Konya Büyükşehir Belediyesi Açık Veri Portalı	https://acikveri.konya.bel.tr/
5	Balıkesir Büyükşehir Belediyesi Açık Veri Portalı	https://acikveri.balikesir.bel.tr/
6	Bursa Büyükşehir Belediyesi Açık Veri Portalı	https://acikyesil.bursa.bel.tr/dataset/
7	Tuzla Belediyesi Açık Veri Portalı	https://veri.tuzla.bel.tr/
8	Beyoğlu Açık Veri Portalı	https://acikveri.beyoglu.bel.tr/
9	Küçükçekmece Açık Veri Portalı	https://acikveri.kucukcekmece.bel.tr/
10	Sağlık Bakanlığı Test Açık Veri Portalı	https://sbsgm.saglik.gov.tr/TR,49003/acik-veri-portali--pilot-calisma.html
11	Marmara Belediyeler Birliği Açık Veri Portalı	https://data.marmara.gov.tr/
13	Ordu Büyükşehir Belediyesi Açık Veri Portalı	https://portal.ordu.bel.tr/ordubuyuksehirbelediyesi/maps



Şekil 7. İstanbul Büyükşehir Belediyesi Açık Veri Portalı



Şekil 8. İzmir Büyükşehir Belediyesi Açık Veri Portalı



Şekil 9. Ankara Büyükşehir Belediyesi Açık Veri Portalı

Ülkemizde genelinde yapılan açık veri çalışmaları incelendiğinde, son dönemlerde çoğunlukla yerel yönetimler düzeyinde açık veri uygulamalarının hayata geçtiği görülmektedir.

Tablo 6. Açık veri portal listesi ve veri seti sayıları

Sıra No	**Portal Yazılımı**	**Erişim Adresi**	**Veri Seti Sayısı**
1	İstanbul Büyükşehir Belediyesi Açık Veri Portalı	https://data.ibb.gov.tr/	287
2	İzmir Büyükşehir Belediyesi Açık Veri Portalı	https://acikveri.bizizmir.com/	181
3	Ankara Büyükşehir Belediyesi Açık Veri Portalı	https://seffaf.ankara.bel.tr/	2331

Tablo 6'nın devamı

4	Konya Büyükşehir Belediyesi Açık Veri Portalı	https://acikveri.konya.bel.tr/	115
5	Balıkesir Büyükşehir Belediyesi Açık Veri Portalı	https://acikveri.balikesir.bel.tr/	69
6	Bursa Büyükşehir Belediyesi Açık Veri Portalı	https://acikyesil.bursa.bel.tr/dataset/	103
7	Tuzla Belediyesi Açık Veri Portalı	https://veri.tuzla.bel.tr/	70
8	Beyoğlu Açık Veri Portalı	https://acikveri.beyoglu.bel.tr/	37
9	Küçükçekmece Açık Veri Portalı	https://acikveri.kucukcekmece.bel.tr/	61
10	Sağlık Bakanlığı Test Açık Veri Portalı	https://sbsgm.saglik.gov.tr/TR,49003/acik-veri-portali--pilot-calisma.html	88
11	Marmara Belediyeler Birliği Açık Veri Portalı	https://data.marmara.gov.tr/	7
12	Gaziantep Büyükşehir Belediyesi Açık Veri Portalı	https://acikveri.gaziantep.bel.tr/	68
13	Ordu Büyükşehir Belediyesi Coğrafi Veri Portalı	https://portal.ordu.bel.tr/ordubuyuksehirbelediyesi/maps	16
15	Ulusal Coğrafi Açık Veri Portalı -CBS Genel Müdürlüğü	https://tucbskontrol.csb.gov.tr/TUCBSAcikVeri?	246
16	CBS Genel Müdürlüğü - Atlas Uygulaması	https://basic.atlas.gov.tr/?_appToken=&metadataId=	-

Yapılan incelemeler sonucunda, hayata geçirilen tüm bu açık portal altyapılarının açık veri ekosistemi için oldukça değerli olmakla beraber, henüz başlangıç seviyesinde olduğu görülmektedir. Yayınlanan veri setleri, katma değeri düşük seviyede olduğu

görülmektedir. Açık veri ekosisteminin genişlemesi ve çok daha fazla sayıda insanın haberdar olması ve açık veriyle iş yapabilme alışkanlığının kazandırmak için, etkisi yüksek ve üretilmesi maliyetli verilerin açık veri haline getirilmesi önemli katkılar verecektir. Mevcutta yayın hayatına geçmiş açık veri portallarının sürdürülebilir olması için bu doğrultuda gerekli çalışmaların yapılması gerekmektedir.

İstanbul Büyükşehir Belediyesi, İzmir Büyükşehir Belediyesi, Küçükçekmece Belediyesi ve Bursa Büyükşehir Belediyesi tarafından yayınlanan açık veri portallarında kullanılan açık veri lisanslarını incelediğimizde her kurumun belli bir açık veri lisansını temel alarak kendi açık veri lisansını yayınladıkları görülmüştür. Bu yaklaşım, açık veri lisansları açısından yanlış değil fakat tavsiye edilmeyen bir yaklaşımdır. Çünkü; son kullanıcı karşılaştığı her farklı açık veri lisansında, lisans koşullarını incelemek zorunda kalmaktadır. Halbuki, bu açık veri lisansları incelendiğinde, CC BY 4.0 lisansının koşullarını işlettiği görülmektedir. Dolayısıyla, her belediye kendi ismiyle bir açık veri lisansı oluşturmak yerine kullanılan açık veri lisansını CC BY 4.0 olarak bildirmesi durumunda, son kullanıcının açık veri lisansını inceleme gerekliliği ortadan kaldırılabilir.

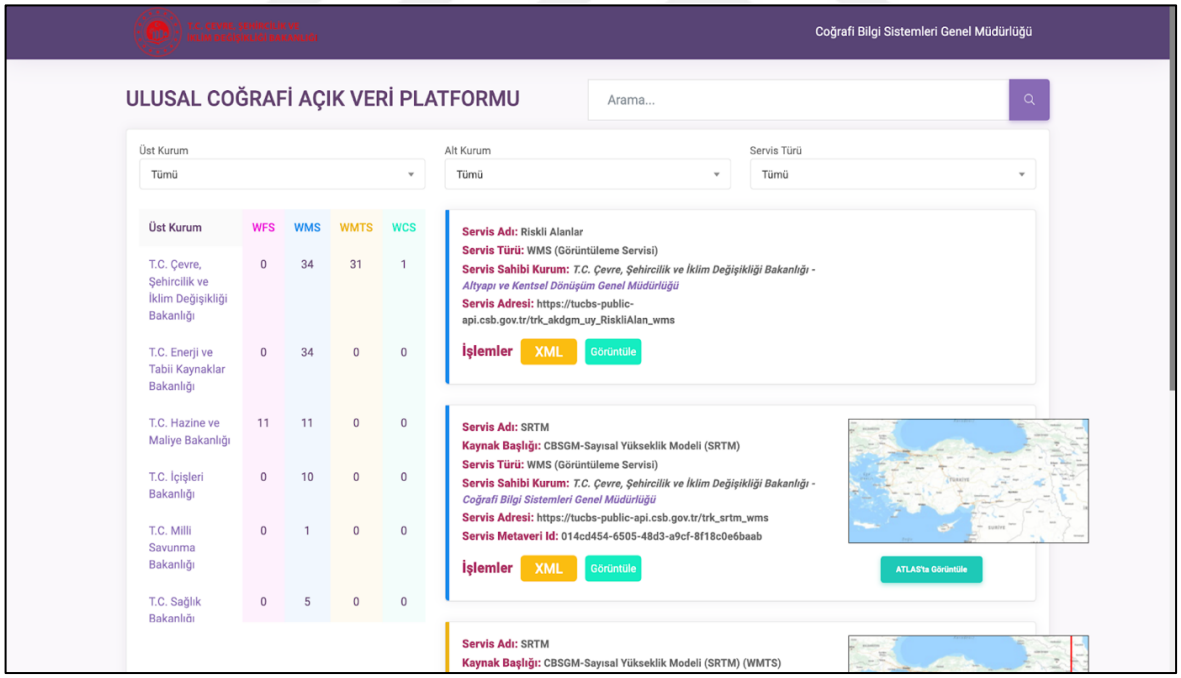
Tablo 6'de listelenen tüm açık veri portallarında, veri setlerine metaveri dokümanlarına XML formatlarında erişim sağlanamamaktadır. Ayrıca açık veri portallarının çoğu, açık kaynak kodlu açık veri platformu olan CKAN platformunu kullanmasına rağmen ve kullanılan platformun servis API'leri olmasına rağmen, bu API bilgileri hiçbir platformda kullanıcıyla doğrudan paylaşılmamıştır. Sistemlerde kullanılan metaveri standardı hakkında herhangi bir bilgi paylaşılmamış durumdadır. İlgili açık veri portal çalışmalarında, servis API bilgilerinin paylaşımı, kullanılan metaveri standardı hakkında bilgiler verilmesi, daha sağlıklı bir açık veri ekosistemi oluşturulması için önemli katkılar sağlayacaktır.

Ankara Büyükşehir Belediyesi, açık veri platformu olarak yayınlanan uygulamada, çeşitli verilerin indirilebilir şekilde yayınlandığı görülmektedir. Fakat bu verilerin hangi açık veri lisansı koşulları altında yayınlandığı belirsizdir. Ayrıca veri seti hakkında verilen bilgilerin oldukça yetersiz olduğu görülmektedir. Veri ismi ve veriyi yayınlayan birim dışında veri seti hakkında herhangi bir bilgi kullanıcıya sunulmamıştır. Burada kullanılan metaveri standardının ne olduğu konusunda herhangi bir bilgiye ulaşılamamıştır. Veri seti yayınlanma yaklaşımına bakıldığında, aynı veri setine ilişkin farklı yıllara ait veriler ayrı ayrı veri seti olarak yayınlandığı görülmektedir. Bu yaklaşım veriye erişimin kolaylaştırılması açısından olumsuz bir örnek teşkil etmektedir. Dünya genelinde, yıllara

göre farklılık gösteren verilerin tek bir veri seti olarak yayınlandığı her yıl için ayrı ayrı indirme bağlantısının ilgili veri setine eklendiği görülmektedir.

Marmara Belediyeler Birliği, Beyoğlu Belediyesi, Sağlık Bakanlığı Açık Veri Pilot Uygulaması, Gaziantep Büyükşehir Belediyesi, Büyük Veri ve Yapay Zeka Laboratuvarı açık veri portalları incelendiğinde bu portalların hangi açık veri lisans koşulları altında yayınlandığı belirsiz olduğu görülmektedir. Bu durum, açık veri yaklaşımının ana ilkelerinden birisi olan açık veri lisans koşulu altında yayınlanması durumuna uyumlu değildir. Bu portal uygulamalarında verilere ilişkin açık veri lisans koşullar belirlenmelidir.

Coğrafi Bilgi Sistemleri Genel Müdürlüğü tarafından yayınlanan Açık Veri Portal uygulaması incelendiğinde, öncelikle verilerin hangi açık veri lisans koşulu altında yayınlandığı belirsiz olduğu görülmektedir. Öncelikle, hangi açık veri lisans koşulu altında yayınlandığı belirlenmeli ve ilgili platformda kullanıcıya bilgilendirme yapılmalıdır. Bunun dışında, bu açık veri portalında yayınlanan 246 adet veri setleri, 198 adet WMS servisi, 31 adet WMTS servisi, 16 adet WFS ve 1 adet WCS servislerinden oluşmaktadır.

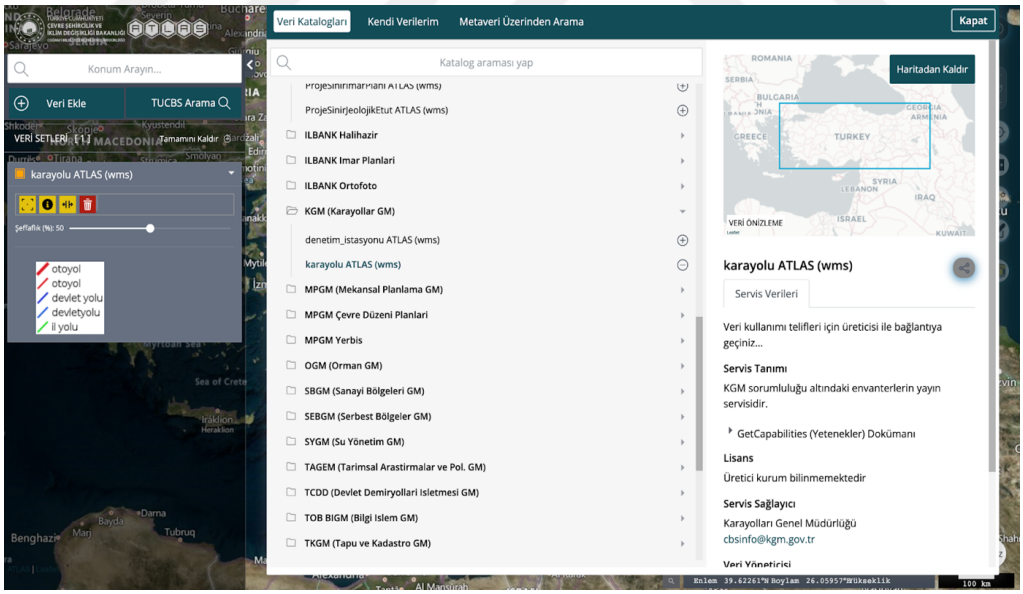


Şekil 10. CBS Genel Müdürlüğü Açık Veri Platformu

WMS ve WMTS servisleri, OGC tarafından yayınlanan web servisleri standartlarıdır. WMS ve WMTS servisleri, konumsal veri görüntüleme servisleridir. Verinin indirilmesi hizmetini bu servisler sağlamamaktadır. Dolayısıyla, bir veri setinin sadece WMS veya WMTS servisleri yoluyla yayınlanması, o veri setinin açık veri olarak kabul

edilmesi için yeterli değildir. WMS servisleri ve WMTS servisleri yoluyla yayınlanan veri setleri açık veri olarak kabul edilemez.

Bu yaklaşım ile yayınlanan veriler incelendiğinde, CBS Genel Müdürlüğü açık veri portal uygulamasında açık veri olarak kabul edilebilecek 17 adet veri seti olduğu görülmektedir. Coğrafi Bilgi Sistemleri Genel Müdürlüğü tarafından yayınlanan Atlas isimli uygulamada açık veri kullanıcı tipinde bir giriş ekranı olduğu için açık veri portalı olarak değerlendirilmesine gerek duyulmuştur. Atlas uygulamasında bir açık veri girişi ekranı olduğu görülmektedir. Kullanıcı, bu açık veri giriş ekranı ile sisteme girdiğinde, TUCBS arama ekranında belirli kategorilerde metaveri listesi yayınlandığı görülmektedir. CBS genel müdürlüğü açık veri platformu hakkında paylaşılan bilgilerde ifade edildiği gibi WMS servisi açık veri olarak kabul edilemez. Bu metaveri listesi incelendiğinde sadece 1 adet WFS servisi olduğu görülmüştür. Diğer tüm verilerin WMS servisi olduğu görülmektedir. Dolayısıyla, açık veri olarak nitelenebilecek 1 adet veri setinin olduğu görülmektedir. WFS servisi olarak yayınlanan bu veri seti incelendiğinde aktif olarak çalışmayan bir veri seti olduğu tespit edilmiştir.



Şekil 11. CBS Genel Müdürlüğü Atlas Uygulaması

Açık veri kullanıcısı ile sisteme giriş yapıldığında seçilen bir verinin görüntülenmesi esnasında WMS servis isteği incelendiğinde *_appToken* parametresi ile istek gönderilebileceği görülmektedir. Bu *_appToken* parametresi, kullanıcının açık veri kullanıcısı olarak sisteme giriş yapması sonrasında üretildiği anlaşılmaktadır. Dolayısıyla, Atlas uygulamasında yayınlanan herhangi bir verinin dışarıdan görüntülenebilmesinin

mümkün olmadığı görülmektedir. Dolayısıyla, hem verinin WMS olarak yayınlanması hemde paydaşların bu servisleri başka ortamlarda görüntülenmesi engellendiği için herhangi bir şekilde atlas uygulamasının bir açık veri platformu olarak nitelendirilmesinin mümkün olmadığı görülmüştür.

Mevcut açık veri portal çalışmaları yanı sıra Türkiye'nin 2011 yılında, ABD Başkonsolosluğu aracılığıyla Açık Devlet Ortaklığına katılım sağladığı görülmektedir. Açık Hükümet Ortaklığı (OGP), şeffaflığı teşvik etmek, sivil katılımı artırmak, yolsuzlukla mücadele etmek ve hükümetleri dünya genelindeki vatandaşlara karşı daha açık, etkili ve hesap verebilir kılmak için ve yeni teknolojilerden yararlanmak için hükümetlerden somut taahhütler almayı amaçlayan bir girişim olduğu görülmektedir. Ülkemiz OGP'ye katıldığını duyurduktan sonra 2016 yılında gerekli aksiyonların alınmamasından dolayı üyeliğinin pasifleştirildiği görülmektedir. Dünya genelinde açık veri çalışmaları incelendiğinde, bu açık veri çalışmalarını puanlayan çeşitli puanlama ve sıralama çalışmaları olduğu görülmektedir. Türkiye'nin, Open Data Watch listesinde 192 ülke arasında 59. sırada olduğu, Global Open Data Index listesinde 94 ülke arasında 45. sırada ve Open Data Barometer listesinde 114 ülke arasında 37. sırada olduğu görülmektedir. Bu sıralamalara bakıldığında, ülkemizin açık veri çalışmalarını hızlandırması gerektiği görülmektedir.

2.5. Açık Veri Portal Mimarisinin Oluşturulması ve Geliştirimi

Bu çalışma kapsamında, açık veri portal platformu geliştirimi çalışmaları gerçekleştirildi. Geliştirilen açık veri portalı, Katalog Modülü ve Harvesting Modülü, Arama Modülü, Veri Görüntüleme Modülü, Veri Yayınlama Modülü, Kullanıcı ve Organizasyon Modülü bileşenlerinden oluşmaktadır.



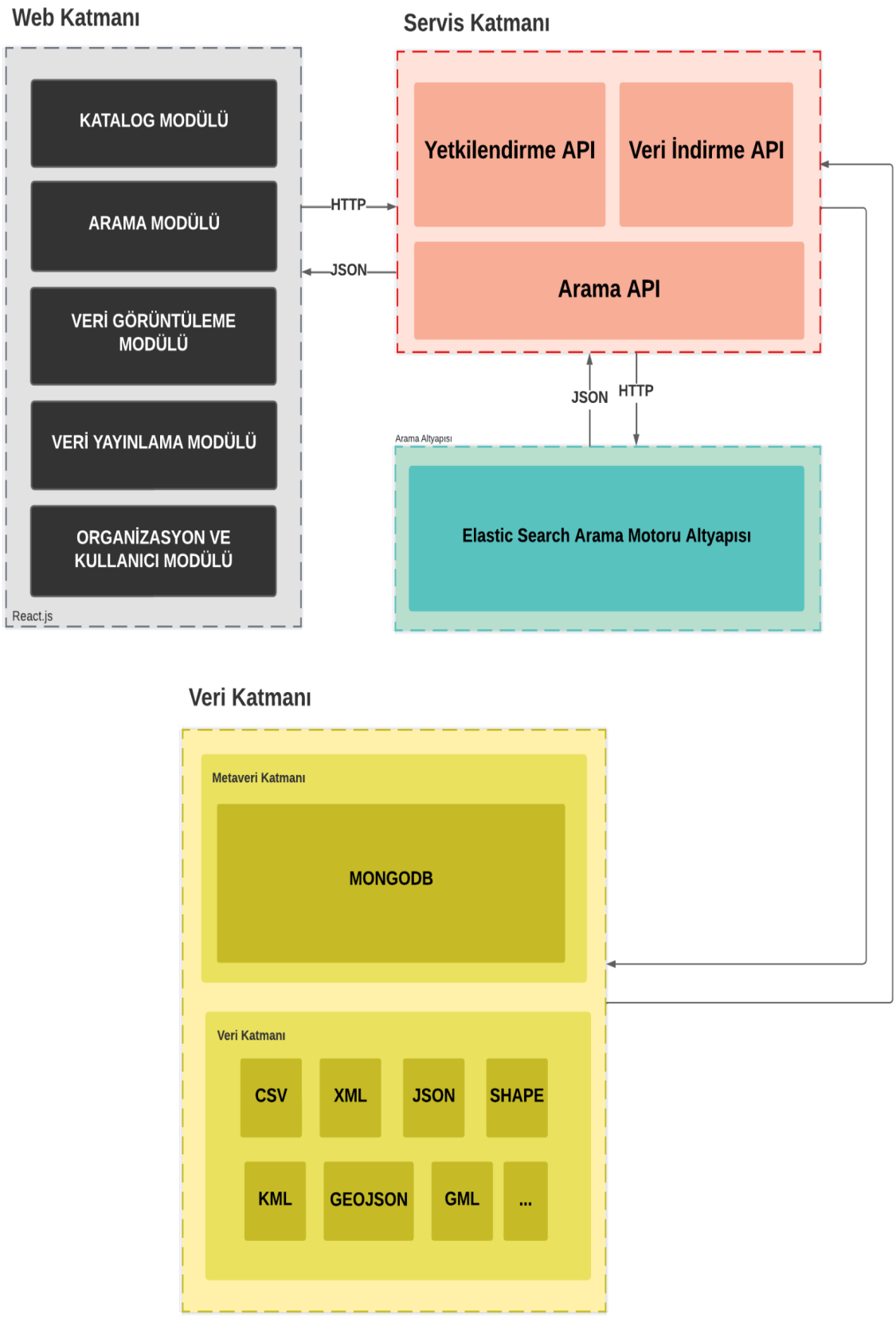
Şekil 12. Bu çalışma kapsamında geliştirilen açık veri portali ekran görüntüsü

2.5.1. Açık Veri Portalı Sistem Mimarisi

Bu çalışma kapsamında bir açık veri portal platformu geliştirilmiştir. Bu portal Şekil 16'da görüldüğü gibi çok katmanlı bir mimaride geliştirilmiştir. Bu katmanlar; veri katmanı, metaveri katmanı, arama motoru katmanı, servis ve arayüz katmanı olarak belirlenmiştir.

Veri Deposu Katmanı; kullanıcının veriyi bu çalışma kapsamında açık veri portalına doğrudan yükleyerek yayınlanması durumunda verilerin kayıt altına alınacağı katmandır. Bu katman için Amazon AWS S3(URL-47, 2023) hizmeti kullanılmıştır. Sisteme yüklenen tüm veriler, Amazon AWS tarafından sağlanan S3 veri depolama hizmeti kullanarak karşılanmaktadır. Metaveri ve Uygulama Verisi Depo Katmanı; yayınlanan tüm açık verilere ilişkin metaveri bilgilerinin kaydedildiği katmandır. İlgili tüm meta veriler, MongoDB(URL-48, 2023) veritabanı kullanılarak sisteme kaydedilmektedir. Meta verilerin yanı sıra; kayıtlı kullanıcı bilgileri, organizasyon bilgileri, yetki bilgileri vb. bilgiler bu katmanda kaydedilmektedir. Arama Motoru Katmanı; sistemde kayıtlı meta veriler için etkin bir arama hizmeti sağlayabilmek için geliştirilen katmandır. Bu katmanda, Metaveri Deposu Katmanında kaydedilen veritabanına kayıtlı tüm meta veriler arama motoru katmanı tarafından indekslenmektedir. Arama Motoru altyapısı için açık kaynak kodlu yazılım olan Elasticsearch (URL-49, 2023) kullanılmaktadır. Bu çalışma kapsamında, etkin bir arama hizmetini sağlayacak indeks şeması tasarlanmış ve bu doğrultuda geliştirmeler

yapıldı. Servis Katmanı; bu çalışma kapsamında geliştirilen açık veri portalının sistemin işlemesi için kullanacağı tüm hizmetler servis katmanında sağlanmaktadır. Servis katmanında geliştirilen tüm web servisleri, REST mimarisi ile geliştirilmiştir. Ayrıca servis katmanı, sistemde kayıtlı tüm meta verilerin dış paydaşlar tarafından ulaşabilmesini sağlayan servis API lerini sağlamaktadır. Tüm servisler; Node.js (URL-50, 2023) altyapısı ile geliştirilmiştir. Açık veri portal uygulaması, sunucusuz (serverless) mimaride geliştirildiği için tüm servislerin geliştirilmesinde, AWS Lambda (URL-51, 2023) ve AWS Api Gateway (URL-52, 2023) hizmetleri kullanılmıştır. Arayüz Katmanı; geliştirilen açık veri portal platformunun kullanıcılar tarafından kullanılabilmesini sağlayan arayüz hizmetlerinin sağlandığı katmandır. Arayüz geliştirmede, React.js (URL-53, 2023) kütüphanesi kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Arayüz bileşenleri geliştirilmesi aşamasında, tüm bileşenler yeniden kullanılabilir bileşenler halinde geliştirilmesi hedefiyle yapıldı. Yazılım geliştirme süreçlerinde CI (Continuous Integration) / CD (Continuous Deployment) yaklaşımı kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Uygulama çok katmanlı bir yapıda ve sunucusuz (serverless) mimaride geliştirilmiştir (Şekil 16).



Şekil 13. Bu çalışma kapsamında geliştirilen açık veri portali mimarisi

2.5.2. Katalog ve Harvesting Modülü

Katalog ve Harvesting Modülü, açık veri hakkındaki metaveri bilgilerini kaydedilmesini ve başka kaynaklardan meta verilerin sisteme kaydedilmesini sağlayan modüldür. Bu modül geliştirilmeden önce, dünya genelinde yayınlanan açık veri metaveri standartları Tablo 7'de görüldüğü gibi karşılaştırılmıştır. (URL-19, 2023). Bu karşılaştırma sonucunda, portal uygulamasında kullanılacak metaveri standardı belirlenmiştir.

Tablo 7. Açık veri için yayınlanmış meta verilerin karşılaştırılması

Metaveri Alanı	POD v1.1	POD v1.0	CKAN API	DCAT	Schema.org
Metadata Type	@type	n/a	n/a	n/a	itemtype attribute
Title	title	title	title	dct:title	name
Description	description	description	notes	dct:description	description
Tags	keyword	keyword	tags	dcat:keyword	keywords
Last Update	modified	modified	n/a	dct:modified	dateModified
Publisher	publisher → name	publisher	organization → title	dct:publisher → foaf:name	publisher → Organization:name
Publisher Parent Organization	publisher → subOrganizationOf	n/a	n/a	dct:publisher → org:subOrganizationOf	publisher → Organization:memberOf
Contact Name	contactPoint → fn	contactPoint	maintainer	dcat:contactPoint → vcard:fn	provider → Person:name
Contact Email	contactPoint → hasEmail	mbox	maintainer_email	dcat:contactPoint → vcard:hasEmail	provider → Person:email

Tablo 7'nin devamı

Unique Identifier	identifier	identifier	id	dct:identifier	n/a
Public Access Level	accessLevel	accessLevel	n/a	n/a	n/a
Bureau Code	bureauCode	bureauCode	n/a	n/a	n/a
Program Code	programCode	programCode	n/a	n/a	n/a
Distribution	distribution	distribution	resources	dcat:distribution	distribution
License	license	license	license_title	dct:license	license
Rights	rights	accessLevelComment	n/a	dct:rights	n/a
Endpoint	Removed	webService	resources → url	dcat:accessURL	n/a
Spatial	spatial	spatial	n/a	dct:spatial	spatial
Temporal	temporal	temporal	n/a	dct:temporal	temporal
Release Date	issued	issued	n/a	dct:issued	datePublished
Frequency	accrualPeriodicity	accrualPeriodicity	n/a	dct:accrualPeriodicity	n/a
Language	language	language	n/a	dct:language	inLanguage
Data Quality	dataQuality	dataQuality	n/a	n/a	n/a
Category	theme	theme	groups	dcat:theme	about
Related Documents	references	references	n/a	dct:references	n/a
Homepage URL	landingPage	landingPage	n/a	dcat:landingPage	url
Collection	isPartOf	n/a		n/a	isPartOf

Tablo 7'nin devamı

System of Records	systemOfRecords	systemOfRecords	n/a	n/a	n/a
Primary IT Investment	primaryITInvestmentUII	primaryITInvestmentUII		n/a	n/a
Data Dictionary	describedBy	dataDictionary	n/a	n/a	n/a
Data Dictionary Type	describedByType	n/a		n/a	n/a
Data Standard	conformsTo	n/a		n/a	n/a

Tablo 8. Metaveri Alanlarının Karşılaştırılması (URL-19)

Metaveri Alanı	**POD v1.1**	**POD v1.0**	**CKAN API**	**DCAT**	**Schema.org**
Metadata Type	@type	n/a	n/a	n/a	itemtype attribute
Download URL	downloadURL	accessURL	resources → url	dcat:downloadURL	contentUrl
Access URL	accessURL	n/a	resources → url	dcat:accessURL	contentUrl
Media Type	mediaType	format	resources → mimetype	dcat:mediaType	n/a

Tablo 8'in devamı

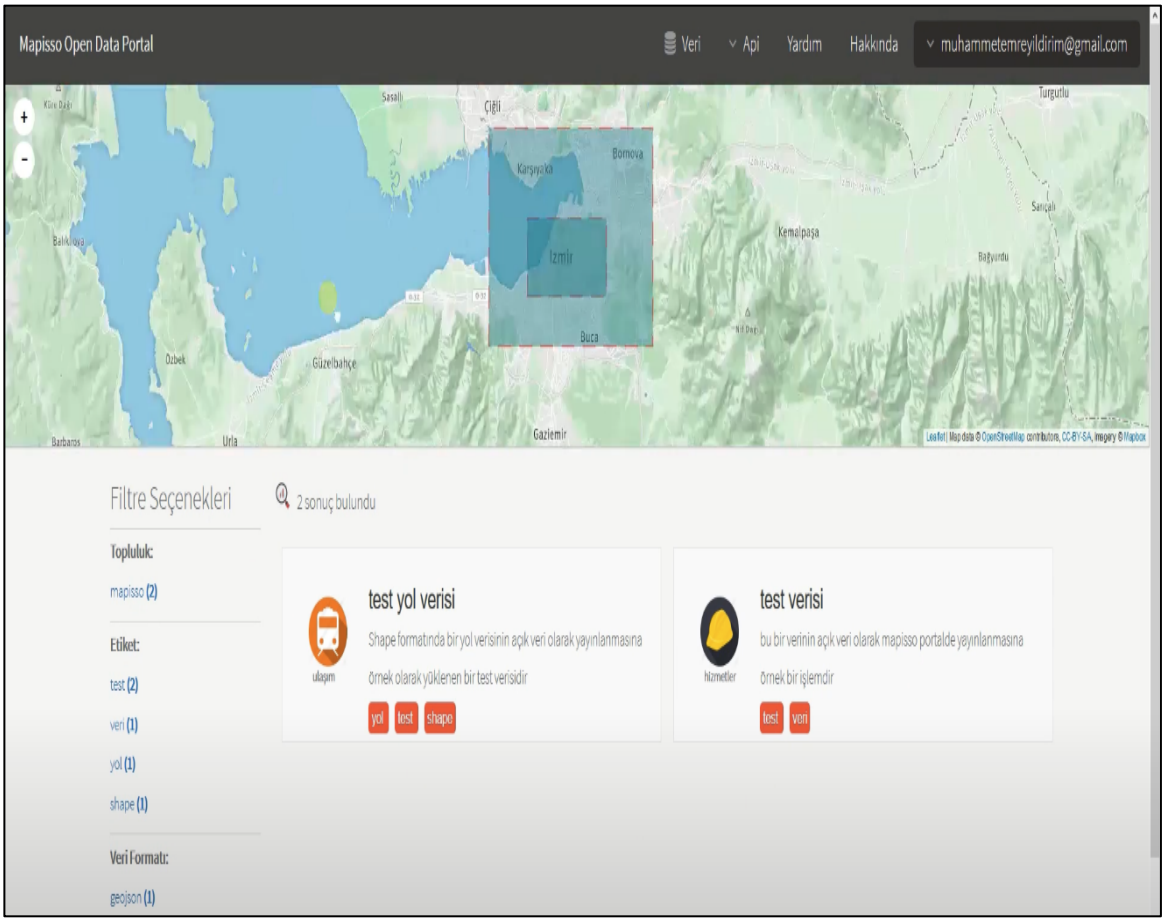
Format	format	n/a	resources → format	dct:format	encodingFormat
Title	title	n/a	resources → name	dct:title	name
Description	description	n/a	resources → description	dct:description	description
Data Dictionary	describedBy	n/a		n/a	n/a
Data Dictionary Type	describedByType	n/a		n/a	n/a
Data Standard	conformsTo	n/a		n/a	n/a

Tablo 7 ve Tablo 8' de farklı metaveri standartları arasındaki dönüşümlerin tanımlandığı görülmektedir. POD v1.1 standardı kapsamının genişliği bakımından bu projede kullanılacak metaveri standardı olarak belirlenmiştir. Bu çalışma kapsamında ülkemizdeki tüm açık veri portallarındaki metaverilerin indekslenerek bir araya getirecek bir portal platformunun geliştirilmesi hedeflendiği için mümkün olan en geniş metaveri standardı seçilmiştir. Farklı açık veri platformlarında farklı metaveri standartları kullanılmış olabileceği ön görüldüğünden tüm bu farklı metaveri şemalarını otomatik dönüştürecek bir katalog ve harvesting modülü geliştirilmiştir. Bu katalog ve harvesting modülü, sisteme kaydedilecek meta verileri, POD v1.1 metaveri şemasına otomatik dönüştürmektedir. POD v1.1 metaveri şeması ABD Açık veri portalında kullanılan metaveri şemasıdır. POD v1.1, DCAT metaveri standardının bir profili olarak geliştirilmiştir (DCAT-US, 2014).

2.5.3. Arama Modülü

Açık veri portal mimari geliştirimi çalışmaları kapsamında, portal kullanıcılarının ihtiyaç duyduğu açık veriye hızlı ve etkin bir şekilde ulaşmasını sağlayacak bir arama modülü geliştirilmiştir. Bu arama modülü, açık kaynak kodlu arama motoru olan

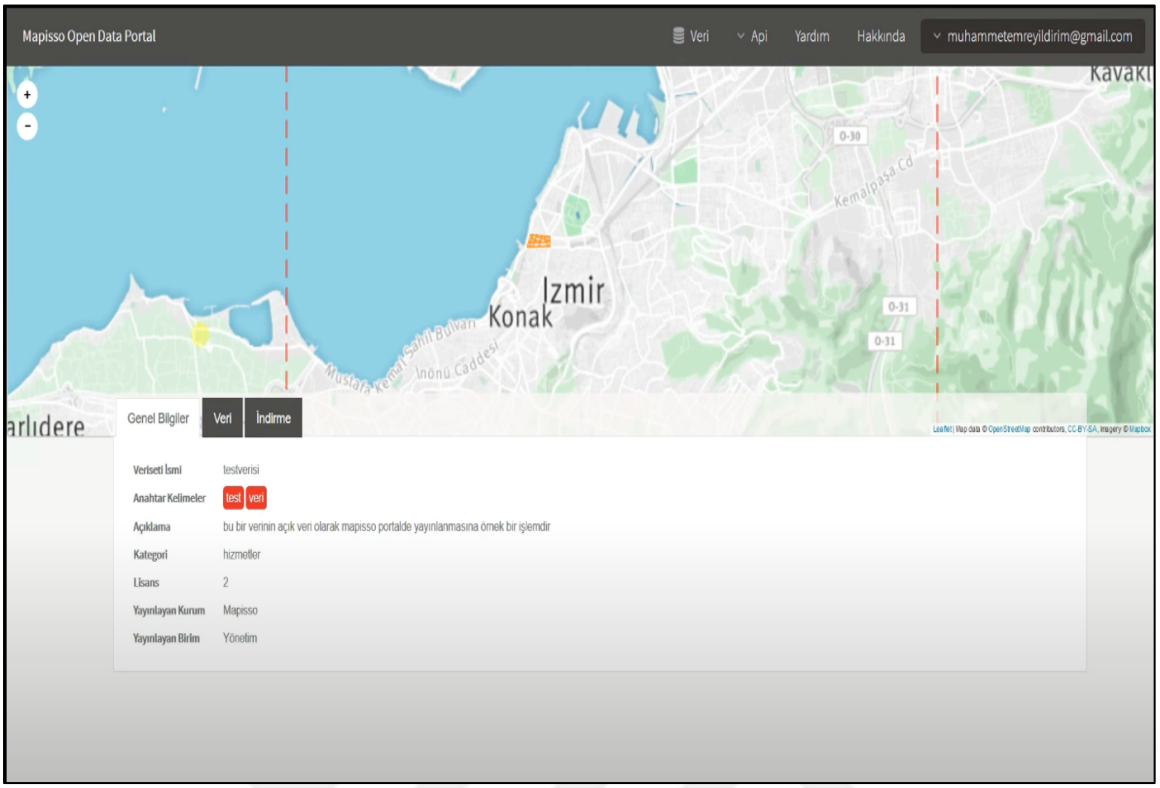
Elasticsearch altyapısının üzerinde inşa edilmiştir. Bu modülün geliştirilmesi kapsamında, dünya genelindeki portal platformları üzerinde yapılan çalışmalarda görüldüğü üzere yaşanan en büyük sorun olan arama performansını artırmaya yönelik çalışmalar gerçekleştirilmiştir.



Şekil 14. Geliştirilen açık veri portalı arama ekranı

2.5.4. Veri Görüntüleme Modülü

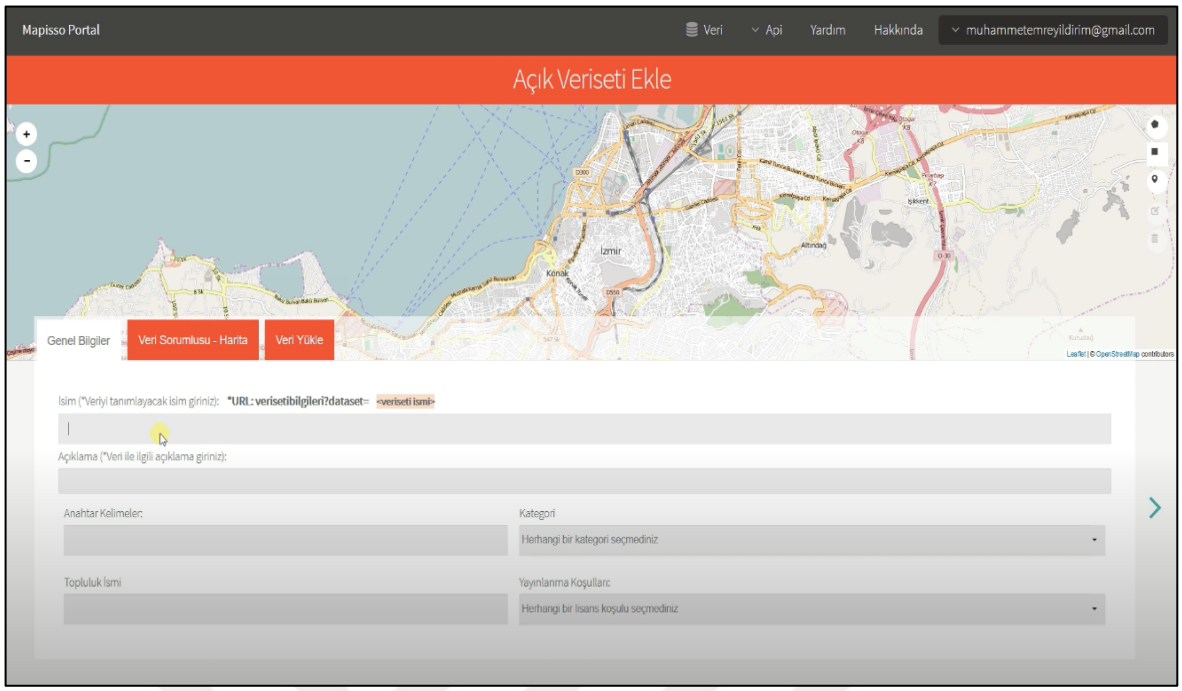
Veri görüntüleme modülü, sistem geliştirilmesi aşamasında belirlenen bazı veri formatlarının portal üzerinden görüntülenmesini sağlayacak modüldür. Bu çalışma kapsamında, csv, json, geojson, shape, xml veri formatlarındaki verilerin görselleştirilmesine yönelik geliştirme çalışmaları gerçekleştirilmiştir.



Şekil 15. Veri Görüntüleme Modülü

2.5.5. Veri Yayınlama Modülü

Bu çalışma kapsamında, geliştirilen açık veri portalını kullanarak veri yayınlama iş süreçlerinde kullanılacak veri yayınlama modülü geliştirilmiştir. Bu modül katalog ve harvesting modülü ile entegre çalışan bir modüldür. Veri yayınlama modülünde, POD v1.1 metaveri standardına uyumlu arayüz geliştirme çalışmaları gerçekleştirilmiştir. Veri yayınlama modülünde, kullanıcı sahip olduğu verinin kaynak URL'sini paylaşabildiği gibi ilgili veriyi sisteme yükleme yoluyla, geliştirmiş olduğumuz portal tarafından yayınlayabilmeyi sağlayabilmektedir. Kullanıcı veri yayınlama modülünde verisi hakkındaki metaveri bilgileri girdikten sonra hangi açık veri lisansı koşulları altında yayınladığını sisteme kaydederek, tüm kullanıcıların kullanımına sunmaktadır.



Şekil 16. Geliştirilen açık veri portalı açık veri yayınlama ekranı

2.5.6. Kullanıcı ve Organizasyon Modülü

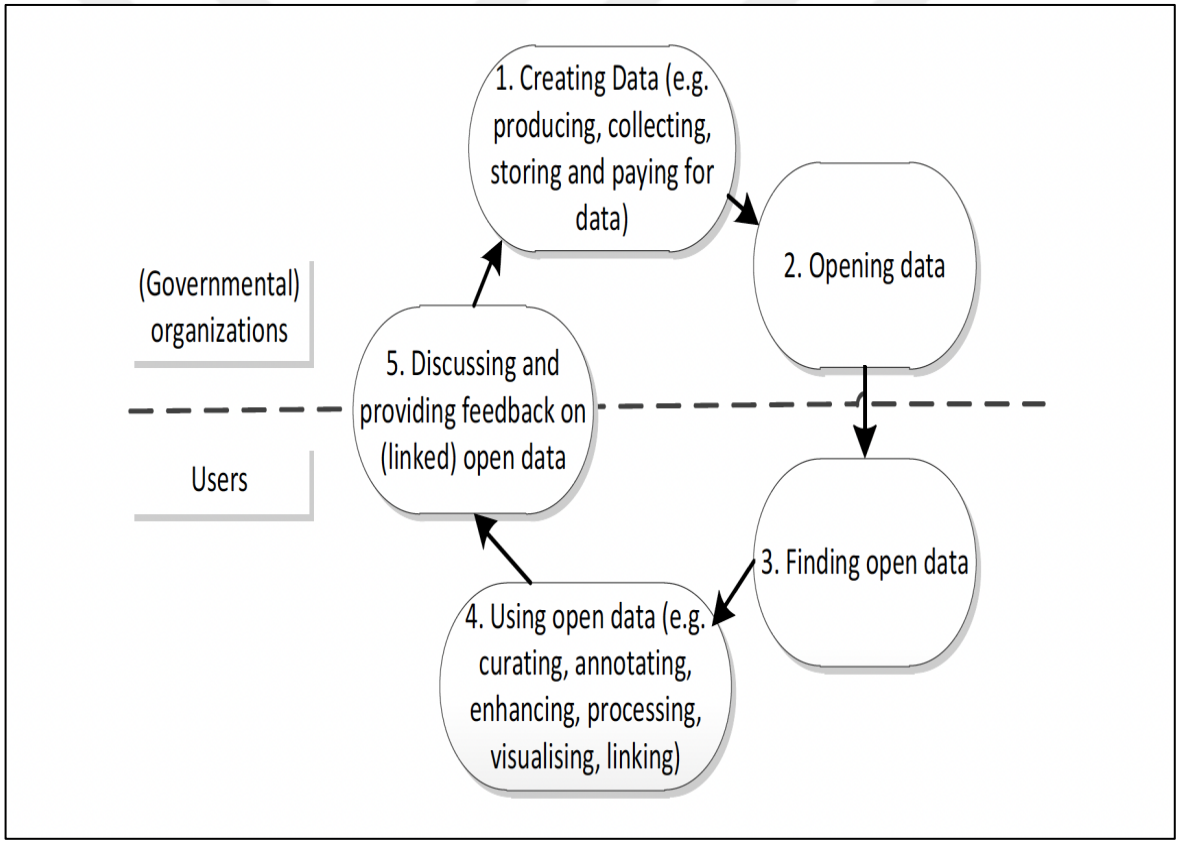
Kullanıcı ve Organizasyon Modülü, bu çalışma kapsamında sisteme kayıt olmayı, Authentication ve Authorization hizmetlerini sağlayan ve yayıncı olarak organizasyon bilgilerinin sisteme kaydedilebildiği modüldür. Açık verinin yayınlanması süreçlerinde, ilgili açık veri hangi kurum ve kuruluş tarafından, hangi idare birim sorumluluğunda yayınlandığının kaydedilmesi açık verinin kullanılabilirliği bakımından oldukça önemli bir modüldür. Bu çalışma kapsamında geliştirilen açık veri portalının tüm kullanıcı hizmetleri bu modül tarafından sağlanmaktadır.

2.6. Kamu Kurumlarının Açık Veriye Geçiş Yol Haritasının Oluşturulması

Bu tez çalışması kapsamında, açık veri ekosistemini hayata geçirmek isteyen bir kurumun, açık veriye geçiş yol haritasının oluşturulması yönelik çalışmalar gerçekleştirildi. Açık veriye geçiş; kurumların açık kaynak kodlu bir portal yazılımını bir sunucuya kurması ve kurumun web sayfasında bir linkten yayınlanması ile tamamlanacak bir çalışma olmadığı kesin bir gerçektir. Açık veri çalışmaları, belirli bir vizyon doğrultusunda belirlenecek kısa ve uzun vadeli hedefler doğrultusunda hayata geçirilmelidir.

Literatür de açık veri ekosisteminin hayata geçirilmesine yönelik çeşitli çalışmalar bulunmaktadır (Dawes vd., 2016) Açık veri ekosisteminin sosyal ve teknik bileşenleri yönünden incelemiştir. Bu doğrultuda 4 farklı yaklaşımla açık veri programlarını sınıflandırmıştır. Bunlar; veri odaklı yaklaşımlar, program odaklı yaklaşımlar, kullanım ve kullanıcı odaklı yaklaşımlar, puan kartı ve etki (impact) odaklı yaklaşımlar, ağ ve ekosistem odaklı yaklaşımlar şeklindedir.

(Zuiderwijk, 2012)'e göre açık veri süreci 5 ana başlıkta gruplandırılmaktadır. Bunlar; verinin oluşturulması, verinin açık hale getirilmesi, açık verinin bulunabilir olması, açık verinin kullanıcılar tarafından kullanılabilmesi, yayınlanan açık veri üzerinde tartışmalar ve veri yayıncısına geri besleme verilmesidir (Şekil 17).



Şekil 17. Açık Veri Süreci (Zuiderwijk, 2012)

(Zuiderwijk, 2012)'e göre açık veri ekosistemine yönelik literatür taraması sonucu 3 farklı düzeyde kategorilendirme yoluna gitmiştir. Bunlar; veri yayıncısı düzeyi, veri kullanıcısı düzeyi ve araç ve servisler düzeyi şeklindedir. Bu çalışmada, veri yayıncısı düzeyinde yapılması gerekenler, veri kullanıcısının yapabileceği işlemler ve açık veri ekosisteminde sağlanması gereken araçlar ve hizmetler konusunda kategorilendirme

yapılmıştır. (Jetzek, 2016)'ya göre açık veri ekosistemi çalışmaları, stratejik, ekonomik, hukuki ve teknik olarak 4 farklı kategoride incelemiştir. Bu çalışmaların dışında, literatürde açık veri çalışmalarının teknik boyutuna değinen oldukça fazla sayıda çalışma bulunmaktadır (Judie vd., 2015) (Goodey vd., 2022)(Nayek, 2018) (Umbrich vd., 2015)(Wenige vd., 2021).

Bu tez çalışması kapsamında, açık veri çalışmalarına yol gösterecek daha kapsayıcı bir yol haritası oluşturulması hedeflenmiştir. Kurumların açık veri çalışmaları, 5 ana başlık altında değerlendirilmesine karar verilmiştir.

Bu başlıklar;

1. Teknik çalışmalar
2. Politika ve yasal çalışmalar
3. Finansal çalışmalar
4. Organizasyonel çalışmalar
5. Kültürel çalışmalar, şeklindedir.

2.6.1. Teknik Çalışmalar

Açık veri çalışmalarında, kullanılacak teknolojik altyapı, meta veri standardı, veri formatları, sistem mimarisi gibi konularda çalışmalar yürütülmelidir. Açık veri çalışmalarında, dünya genelinde kabul görmüş açık veri paylaşım yöntemi olan açık veri portal altyapısı yayınlanmasının hedeflenmesi durumunda, kullanılacak açık veri portal yazılım altyapısının seçilmesi gibi konularda çalışmalar yürütülmelidir.

Açık veri portalının yayınlanmasında kullanılacak donanım altyapısı için gereksinim analiz çalışmaları yapılmalıdır. Bu gereksinim analizi çalışmalarında, yayınlanacak açık veri portalında, veri hacmi, potansiyel kullanıcı sayısı, web trafiği gibi konularda çalışma gerçekleştirilmelidir. Bu çalışma sonucunda donanım altyapısı gereksinimleri belirlenmelidir. Metaveri standardı ve sistem mimarisi, açık veri portal platformu olarak kullanılacak yazılımının seçilmesinden sonra değişiklik göstereceğinden, donanım altyapısı seçildikten sonra yazılım altyapısı seçilmelidir. Açık veri portalı yazılım altyapısı olarak açık kaynak kodlu ve ticari lisanslı birçok seçenek bulunmaktadır. Dünya genelinde, CKAN, Socrata, OpenDataSoft, DKAN, ArcGIS Open Data, Junar gibi açık veri portal yazılımları mevcuttur. Hazır portal yazılımları dışında, *custom* geliştirme yapılması ile açık veri portal

yazılımını hayata geçirebilirsiniz. *Custom* geliştirme yapılırken dikkat edilmesi gereken bazı hususlar bulunmaktadır. Servis altyapısının dizaynı, servis dokümantasyonu ve kullanılacak metaveri standardı önem arz etmektedir. *Custom* geliştirme süreçlerinde ana hedef, veriye erişimi kolaylaştırmak olmalıdır. Dolayısıyla, arayüzün kullanıcı dostu olmasının yanı sıra, servis API dizaynının geliştiriciler tarafından kolay anlaşılabilir ve uygulanabilir olması gerekmektedir. Servis dokümantasyonu açık veri portalı arayüzünde yayınlanmalıdır. Açık veri portalında kullanılacak metaveri standardı konusunda herhangi bir zorunluluk olmamakla birlikte, dünya genelinde yapılan çalışmalar incelendiğinde literatürde kabul görmüş metaveri standartları üzerinde genişletme yapılarak ihtiyaçlara göre bir metaveri standardı belirleme yoluna gidilmiştir.

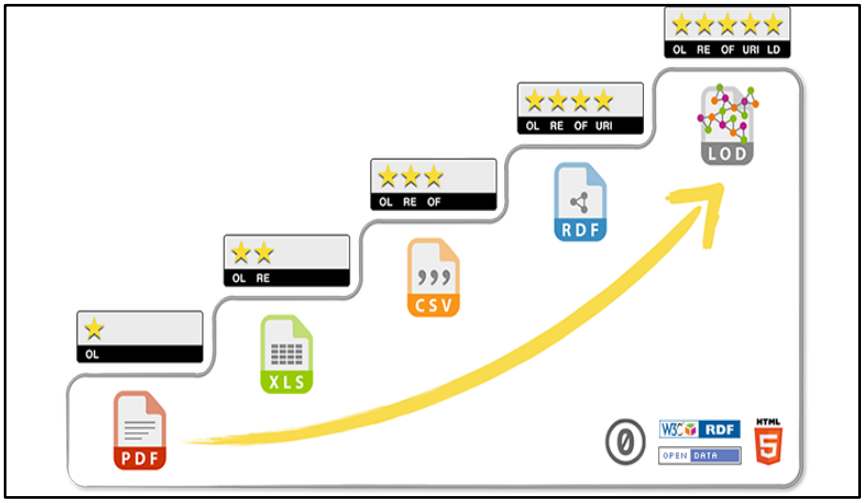
Literatürde kabul görmüş metaveri standartlarını referans alarak, Uygulama Profili (Application Profile) belirleme yoluna gidilebilir. Bu yaklaşıma, Amerika Birleşik Devletleri açık veri portal uygulamasında kullanılan, DCAT-US Schema v1.1 metaveri standardı (DCAT-US, 2014), Avrupa Birliği Açık Veri Portal Projesinde kullanılan DCAT-AP For EU Open Data Portals v2.1.1 metaveri standardı (DCAT-AP, 2013) örnek gösterilebilir.

Herhangi bir metaveri standardı temel alınarak belirlenmeyen ve kendi çalışmalarınız ile oluşturacağınız metaveri standardı, verinin ulaşılabilirliğine önemli dezavantajlar getirecektir. Açık veri portalı aynı zamanda geliştiricilere sağlayacağınız API sayesinde metaveri üzerinden arama, metaveri *harvesting* gibi bir çok işlemi gerçekleştirilebilmesi, erişilebilir açık veri ekosistemi yaratılması açısından oldukça önemlidir. Açık veri konusunda çalışan geliştiricilerin literatürde kabul görmüş standartlara aşina olması, işleri daha da kolaylaştırmaktadır. Kendi metaveri standardınızı geliştirdiğiniz senaryoda, geliştirici yayınladığınız metaveri standardını öğrenmek için ekstra zaman harcayacaktır. Bu durum erişilebilirlik açısından, oluşturulması hedeflenen açık veri ekosistemine zarar verecektir. Metaveri standardı belirleme çalışmalarında temel alabileceğiniz bazı metaveri standartları mevcuttur. Bunlar; DCAT, Dublin Core, CKAN, Sokrata, INSPIRE, ISO 19115 ve IS0 19119 şeklinde sıralanabilir. Açık veri portallarını incelendiğinde yoğunlukla kullanılan DCAT, CKAN ve Dublin Core meta veri standartlarıdır. Bu metaveri standartları üzerinde bir uygulama şeması geliştirilerek ya da en hızlı ve kolay yöntem olarak doğrudan mevcut sistemlerde aktif kullanılan metaveri standartlarından birisi tercih edilebilir.

Yayınlanacak verinin açık veri olarak kabul edilebilmesi için bir açık veri lisans koşulları altında yayınlanması gerekmektedir. Açık veri platformunda, Tablo 1 de gösterilen açık veri lisanslarından birisi veya birkaçı yayınlanacak açık veriler için veri lisansı olarak kullanılabilmektedir. Geliştirilmesi hedeflenen açık veri platformunda, belirli bir açık veri lisansı kullanılabileceği gibi farklı kaynaklardan verilerin yayınlanması senaryosunda birden fazla açık veri lisansı kullanılabilmektedir. Açık veri lisansları, kendi hüviyeti gereği açık kaynak kodlu lisanslardır. Bu durumda, isteyen kullanıcılar açık veri lisanslarını, lisanslarda yayınlanan koşulları devre dışı bırakmamak kaydıyla kendi açık veri lisanslarını üretebilmektedir. Ülkemizde yayına alınan her açık veri portalında yayınlanan açık veri lisansları, bu duruma örnek olarak gösterilebilir. İstanbul Büyükşehir Belediyesi açık veri portalında, İstanbul Büyükşehir Belediyesi Açık Veri Lisansı, İzmir Büyükşehir Belediyesi açık veri portalında, İzmir Büyükşehir Belediyesi Açık Veri Lisansı yayınlanmıştır.

Bu durum çeşitli dezavantajlar yaratmaktadır. Ülkemizde açık veri çalışmaları popüler hale gelmektedir. Ülkemizde 81 il belediyesi ve 922 ilçe belediyesi bulunmaktadır. Tüm belediyelerin açık veri portalını hayata geçirmesi senaryosunda, ülkemizde belediyeler eliyle 1003 adet açık veri portalı yayına alınacaktır. Her belediyenin kendi açık veri lisans tanımını yaptığı durumda 1003 adet farklı açık veri lisansı ortaya çıkacaktır. Bir verinin açık veri olarak tanımlanması için en önemli bileşenlerden birisi açık veri lisansıdır. Bu durumda açık veri kullanıcısı, aşina olduğu açık veri lisanslarının dışında bir açık veri lisans tanımıyla karşılaştığında ilgili verinin kullanım koşullarını anlamak için ilgili lisans koşullarını incelemek zorunda kalacaktır. 1003 adet farklı açık veri lisansının yayınlanması senaryosunda, açık veri kullanıcısının incelemesi gereken 1003 farklı açık veri lisansı ortaya çıkacaktır. Ülkemizde gerçekleştirilen açık veri çalışmalarında belirlenen farklı açık veri lisanslarının yarattığı sorun, literatürde kabul görmüş açık veri lisanslarının olduğu gibi kullanılmasıyla ya da ülke genelinde açık veri çalışmaları için yayınlanacak bir açık veri lisansının kullanılmasıyla hızlı bir şekilde çözülebilecektir (Tablo 1).

Açık veri portalında kullanılacak açık veri formatlarının belirlenmesi çalışması yapılması gerekmektedir. Kullanılacak açık veri formatları, veriye erişimi kolaylaştıracak veri formatları olmalıdır. İnternet'in ve bağlantılı verinin mucidi olarak görülen *Tim Berners-Lee* tarafından önerilen açık veri için 5 yıldız tanımında önerilen yaklaşımda belirlenen veri formatlarına göre bir liste oluşturulmalıdır (Berners-Lee, 2012).



Şekil 18. Tim Berners-Lee - 5 Star for Open Data (Berners-Lee, 2012)

Tablo 9. Açık veri için 5 yıldız tanımı (Berners-Lee, 2012)

Yıldız	**Açıklama**
★	Verilerinizi web'de hangi formatta olursa olsun bir açık veri lisansı altında yayınlanması
★★	Yapılandırılmış veri olarak kullanılabilir hale getirilmesi (Örn: Resim olarak taranması yerine excel formatında yayınlanması)
★★★	Ticari bir veri formatı olmadan açık veri formatında yayınlanması (Örn: excel yerine CSV dosyası olarak yayınlanması)
★★★★	Link data olarak yayınlanması
★★★★★	Yayınladığınız linkli veriyi diğer linkli veriler ile ilişkilendirilmesi

Açık veri ekosisteminin hayata geçirilmesinde, ilk etapta 3 yıldız hedeflenmelidir. 3 yıldız açık veri hedefine ulaşılabilmesi için yayınlanan açık veri formatları makine tarafından okunabilen açık formatlar kullanılmalıdır. Tablo 10'da olası açık veri format listesidir.

Tablo 10. Açık veri formatlı olarak kullanılabilecek örnek açık veri format listesi

Format Adı	**Açıklama**
CSV	Virgülle ayrılmış sınırlandırılmış metin dosyasıdır. Açılımı; *comma separated values*
RDF	Açılımı; *resource description framework*, kaynak tanımlama çerçevesi. Bağlantılı veri kapsamında kullanılan veri formatıdır.
JSON	Açılımı; *Javascript Object Notation*, RFC-8259 standardıyla tanımlanmıştır. REST servislerinde en sık kullanılan veri formatıdır.
XML	Açılımı; *Extensible Markup Language.* W3C tarafından Extensible Markup Language ismiyle standart olarak yayınlanmıştır. SOAP servislerinde sıklıkla kullanılan bir formattır.
ODF	Açılımı; OpenDocument Format, OASIS tarafından standart olarak yayınlanmıştır. Microsoft Word vb. yazılımların metin ve diğer işlemler için kullanılan açık bir veri formatıdır.
GeoJSON	Açılımı; Geographical Javascript Object Notation, JSON veri formatının konumsal veriler için oluşturulan formattır. RFC-7946 standardıyla tanımlanmıştır.
GML	Açılımı; Geographical Markup Language, XML veri formatının konumsal veriler için oluşturulan formattır.ISO 19136:2007 standardıyla tanımlanmıştır.

Tablo 10'nun devamı

KML	Açılımı; Keyhole Markup Language, Google tarafından XML genişletilerek oluşturulan bir uygulama profilidir. İlk defa Google Earth programı tarafından kullanıldı. Daha sonra bir OGC standardı haline gelerek açık veri formatı oldu.
WKT	Açılımı; Well Known Text, metin tabanlı vektör geometrileri için oluşturulmuş bir veri formatıdır.
LAS	Açılımı; Laser veri formatı, Lidar nokta bulutu verilerinin saklanması ve farklı veri formatları arasında dönüşüm için oluşturulmuş veri formatıdır.
Shapefile	CBS yazılımları tarafından kullanılan konumsal vektör veriler için oluşturulmuş veri formatıdır.

Açık veri formatları, veri kullanıcısı tarafından kullanılabilmesi için ticari bir yazılıma ihtiyaç duyulmaması gerekmektedir. Kurum bünyesinde açık veri olarak yayınlanabilecek verilere yönelik envanter çalışması yürütülmelidir. Açık veriye yönelik envanter çalışmasında kurum bünyesinde üretilen veriler ile ilgili bilgiler toplanırken, ilgili veriyi üreten birim, veri sorumlusu, güncelleme aralığı, veri formatı gibi bilgiler toplanmalıdır. Bu çalışma, hayata geçirilmesi planlanan açık veri ekosistemi için hayati olsa da aynı zamanda bu çalışmaları yapan kurumlar için de oldukça önemli katkılar sunacaktır. Çoğunlukla kurum ve kuruluşlarda, kurum bünyesinde ilgili birimlerde üretilen veriler ile ilgili bilgi eksikliği, tekrarlı veri üretimine sebebiyet vermektedir. Kurum içerisinde üretilen verilere ilişkin hazırlanacak envanter raporu, kurumların kendi iç birimlerindeki birlikte işlerlik mekanizmalarına da önemli katkı sağlayacaktır. Envanter raporu oluşturulduktan sonra, belirlenecek açık veri strateji ve eylem planlarına göre öncelikli alanlar belirlenmelidir.

Açık veri strateji eylem planlarında belirlenecek öncelikli alanlar, yayınlanacak veri setlerinin etkisine (impact) göre belirlenmelidir. Bir açık veri setinin yayınlanmasında, ilgili verinin sağlayacağı katma değerin belirlenmesi önemlidir. Açık veri çalışmaları incelendiğinde, açık verinin etkisi çeşitli kategoriler altında değerlendirildiği görülmektedir (ODM, 2021) (URL-39, 2023) (Verhulst ve Young, 2017) (Ooijen vd. 2023). data.europa.eu

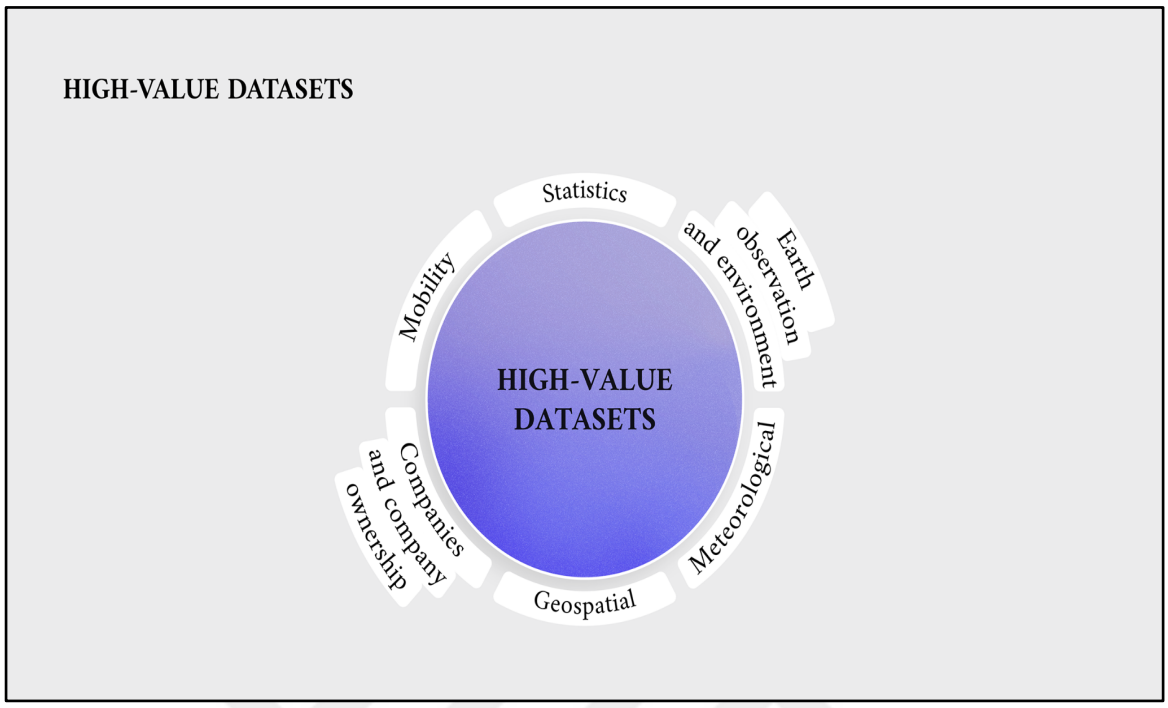
tarafından yayınlanan Açık veri olgunluk raporunda açık veri etkisi, sosyal etki, politik etki, ekonomik etki ve çevresel etki olarak 4 farklı kategoride değerlendirilmiştir (ODM, 2021). Açık veri olgunluk modeli rapor çalışması sonucunda, data.europe.eu açık veri portalında bir her yıl için, yayınlar başlığı altında açık veri olgunluğu raporu olarak paylaşılmaktadır (URL-40, 2023). Open Data Barometer (ODP), tarafından belirlenen açık veri etki değeri belirlemedeki kategoriler, sosyal, politik ve ekonomik etki olarak 3 farklı kategoride değerlendirilmektedir (URL-39, 2023). Verhulst ve Young tarafından 2017 yılında yazılan gelişen ekonomilerde açık veri isimli yayında, yönetimin iyileştirilmesi, vatandaşların güçlendirilmesi, ekonomik fırsatların yaratılması, kamusal problemlerin çözülmesi olarak 4 farklı kategoride açık verinin etkisi incelenmiştir. Bu çalışmaların dışında, açık verinin etkisini tanımlaya yönelik çeşitli çalışmalar literatürde bulunmaktadır (Kawashita vd., 2020), (Susha vd., 2015), (Krishnamurthy ve Awazu, 2016), (Apanasevic, 2021), (Lokers vd., 2019), (Shaharudin, 2020), (Corrales-Garay vd., 2020).

Bu çalışmalar dışında, (Ooijen vd. 2023)'te data.europea.eu açık veri portalı çalışmaları kapsamında açık veri etkisine yönelik araştırma çalışmasında, avrupa birliğine bağlı ülkelerdeki açık veri çalışmalarında açık veri etkisinin nasıl ölçüldüğüne dair çalışmalar yapıldığı görülmektedir. Bu çalışmalar incelendiğinde, açık veri portallarında, açık verinin yeniden kullanıldığı kullanım senaryoları ve çeşitli metrikler ile açık veri etkisinin ölçülmeye çalışıldığı görülmektedir. Açık verinin etkisinin ölçülmesi için belirlenen metriklere, Avusturya açık veri çalışmaları örnek olarak gösterilebilir (URL-41, 2023).

Avusturya Açık Veri Etki Değerlendirmesi Metrikleri:

1. Ziyaretçi Sayısı
2. İndirilme Sayısı
3. Açık verilerin kullanım talebi ve sıklığı,
4. Açık veri yayıncı sayısı
5. Açık veri kullanılarak yayınlanan uygulama sayısı

Açık veri çalışmalarına başlamamış veya yeni başlayan kurumların, etkisi yüksek açık veri setlerini belirlemek için açık veri çalışmalarında iyi bir seviyeye ulaşmış ülkelerdeki açık veri portal çalışmalarını inceleyip, Avusturya örneğinde kullanılan metrikler ile etkisi yüksek açık veri setlerini belirleme çalışmaları yürütülmelidir.



Şekil 19. data.europa.eu tarafından belirlenen yüksek katma değerli açık veri kategorileri (URL-42, 2023)

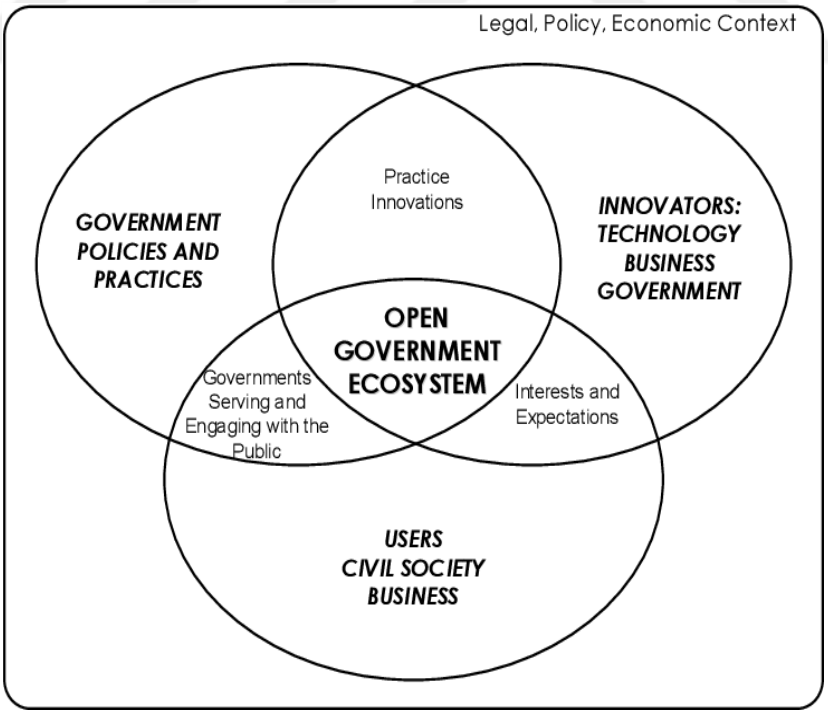
Avrupa Birliği açık veri portal çalışması olan data.europa.eu tarafından belirlenen yüksek katma değerli ana kategorilerden birisinin konumsal veriler olduğu görülmektedir. Bu çalışma kapsamında konumsal veri ana kategorisi altında İdari Sınırlar, Coğrafi Yer İşaretleri, Adres, Bina, Kadastro parseli gibi veri setleri yüksek katma değerli veriler olarak ifade edilmiştir.

2.6.2. Politika ve Yasal Çalışmalar

Açık veri ekosistemi, sadece kamu kurum ve kuruluştaki yöneticiler tarafından alınacak bir karar ile yayına alınacak açık veri portalı ve bu portalda çeşitli açık verilerin yayınlanması ile hayata geçirilemez. Açık veri ekosisteminin oluşturulması için Şekil 19'da görüldüğü gibi sadece verilerin yayınlandığı bir açık veri portalı tek başına yeterli değildir. Bunun yanı sıra girişimciler, üniversiteler ve vatandaşlar vb. bir çok taraf ile birlikte yaşayan bir ekosistemin oluşturulması gerekmektedir.

Açık veri konusunda yürütülecek teknik çalışmaların yanı sıra açık verinin sahip olduğu katma değeri ortaya çıkaracak bir ekosistemin oluşturulması ana hedeflerden birisi olmalıdır. Bu ekosistemin yaratılması için karar vericilerin politik ve yasal çalışmalar

yapması gerekmektedir. Açık veri etrafında oluşturulacak politika, açık yönetim şekli, şeffaflık, hesap verilebilirlik, ekonomik gelişim, vatandaşların hayatını kolaylaştırmak üzerine olmalıdır. Bu politika bir vizyon belgesi ve strateji dokümanları ile açıklanmalıdır. Politik çalışmalar kapsamında, açık veri çalışmalarından sorumlu bir birim oluşturulması ve bir açık veri liderinin görevlendirilmesi önemli katkılar sağlayacaktır. Açık veri süreçlerini yönetecek sorumlu birimin oluşturulması, açık veri projesinin sahiplenilmesi ve sürdürülebilir bir şekilde hayatına devam etmesi açısından oldukça önem arz etmektedir. Yasal çalışmalar kapsamında, ülke kanunlarında kamu kurum ve kuruluşların, özel sektörün, üniversitelerin, sivil toplum kuruluşları açısından açık veriye geçişi engelleyecek kanun, yönetmelik ve genelge vb. bir kanuni bir altyapının olup olmadığı araştırılmalıdır. Açık veri süreçlerini engelleyici bir hüküm var ise bu hükümlerin açık veri yaklaşımına uyumlulaştırmak için gerekli kanuni çalışmaların yapılması gerekmektedir. Engelleyici bir hüküm olmaması, hukuki açıdan herhangi bir çalışma yapılamayacağı anlamına gelmez. Açık veri çalışmaları için destekleyici ve düzenleyici kanunlar, yönetmelik veya yönerge geliştirme çalışmaları yerine getirilmelidir.



Şekil 20. Açık Veri Ekosistemi (Harrison, 2012)

Açık veri ekosisteminin hayata geçirilmesinden sorumlu olan kurumlar, vizyon ve strateji belgelerini açıklamalıdır. Vizyon ve strateji belgelerini açıkladıktan sonra, bir yol haritası belirlenmelidir. Bu yol haritası titizlikle takip edilmelidir. Yapılacak envanter

çalışması kapsamında öncelikli belirlenen alanlarda yayınlanacak verilerden sorumlu birimler ve kişiler belirlenmelidir. Sorumlu birim ve kişiler tarafından belirlenen veri güncellemesi zaman aralığına göre verilerin güncel tutulması sağlanmalıdır. Açık veri çalışmalarında belirlenen sorumluluklar, kesinlikle resmi görevlendirmeler ile yapılmalıdır. Örneğin; açık veri portalını hayata geçirecek kurum bir belediye ise belediye meclisi bu görevlendirmeyi bir yönerge ile hayata geçirmesi, veri sorumlularının çok daha proaktif davranmasına destek verecektir. Bu aşama tamamlandıktan sonra, ilgili kurum açık veri yayınlama prosedürünü belirlemesi ve şeffaf bir şekilde yayınlaması gerekmektedir. Açık veri portalında, gelişigüzel veri yayınlanmasının önüne geçilmelidir. Belirli kalite kriterlerini sağlayan, sorumlusu belli olan, belirli aralıklarla güncellenebilen ve yayınlanmasıyla yarattığı etkinin belirli bir seviyenin üzerinde olan verilerin paylaşılması hedeflenmelidir. Açık veri ekosisteminde çözülmesi gereken en önemli problemlerden birisi olan açık verinin bulunabilmesi olduğu unutulmaması gerekir. Dolayısıyla, belirli bir prosedür yürütmeden verilerin açık veri olarak yayınlanması, etkisi ve kalitesi bakımından önemli olan verilerin son kullanıcı tarafından bulunabilmesini zorlaştıracaktır. Verilerin açık veri olarak yayınlanması veriye erişimin önündeki engelleri kaldırmaya tek başına yeterli değildir. Belli kurallara göre denetlenmiş verilerin yayınlanması, son kullanıcıların açık verilere kolayca erişebilmesine katkı sağlayacaktır.

2.6.3. Finansal Çalışmalar

Finansal çalışmalar başlığı altında yapılacak çalışmaların ana hedefi, hayata geçirilecek açık veri ekosisteminin sürdürülebilir kılınmasıdır. Dolayısıyla, açık veri portal uygulaması yayınlanması ve uzun vadeli hayatta tutulabilmesi için kurum tarafından bütçe tanımlanması yapılmalıdır. Açık veri portal uygulamasını sürdürülebilir kılmak için kurulacak birim ve çalışanların finansmanı belirlenmelidir. Açık veri çalışmalarında kurumlara tavsiyemiz, bu uygulama ile ilgilenecek bir birimin oluşturulmasıdır. Bu birimin tek görevinin bu sistemi hayata geçirmek, sürdürülebilir kılması ve bu sistem etrafında paydaşlar ile birlikte çeşitli aktiviteler ile açık veri ekosistemini yaşayan canlı bir ekosistem haline getirmek olmalıdır. Ülkemizde kamu kurum ve kuruluşlarının açık veri ekosistemine geçişi için bir finansman kaynağı yaratılmalıdır. Merkezi idarelerden başlayarak yerel yönetimlere kadar, açık veri uygulamalarını hayata geçirecek kurumlara, önceden belirlenmiş ve yıllara göre güncellenecek şekilde bütçeler tanımlanmalıdır. Ülkemizde açık

verinin önemi net bir şekilde algılanmamış olmasından dolayı bu türde çalışmalara girişecek kurumlarda önemli engellerden birisi, bu projenin finansmanı ve sürdürülebilir kılınması için oluşturulması gereken ekibin maliyetidir. Karar vericilerin kolay ikna edilebilmesi için açık veri projelerinin finansmanın belirlenmiş bütçelerden karşılanması oldukça önemli katkılar verecektir.

2.6.4. Organizasyonel Çalışmalar

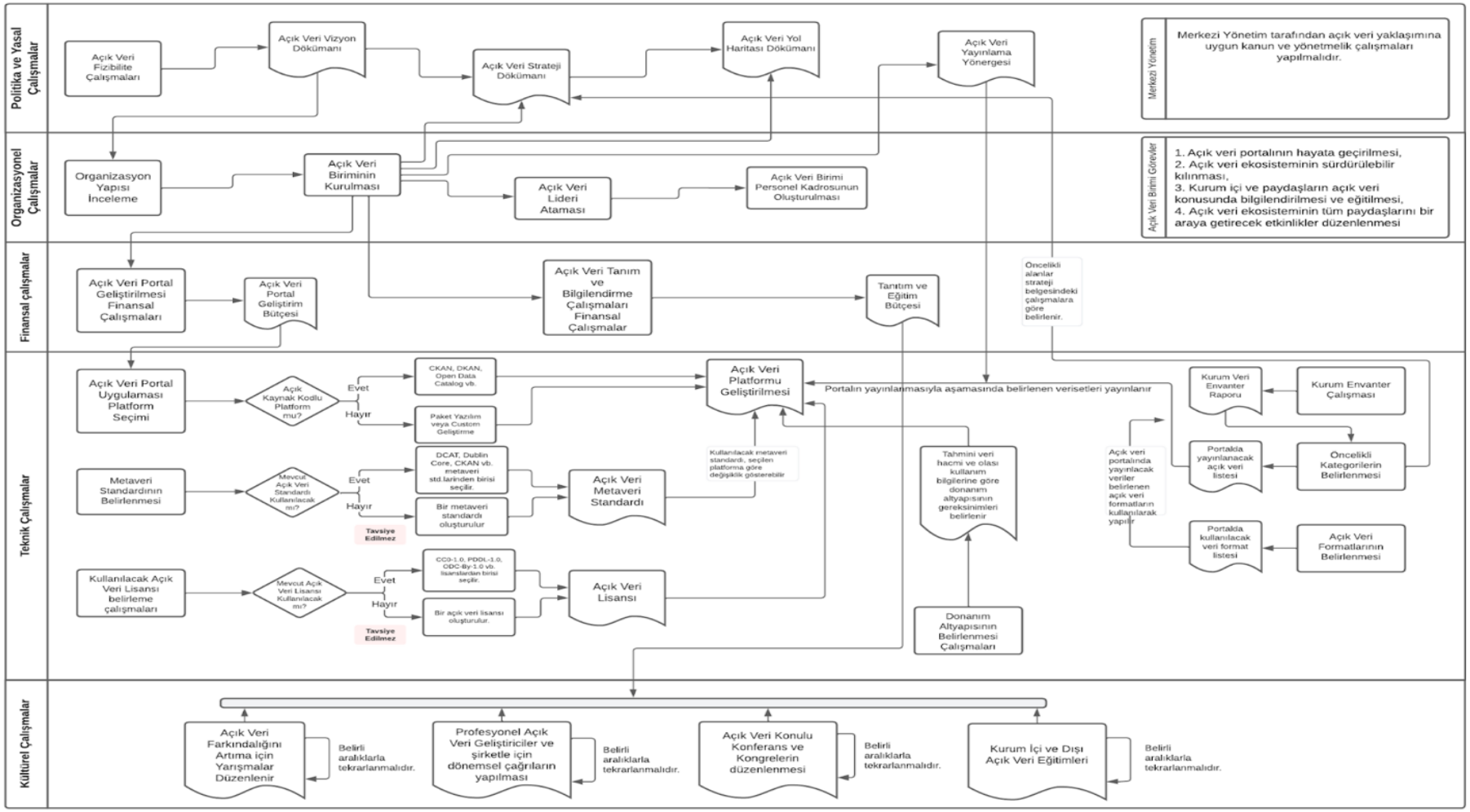
Finansal çalışmalar başlığı altında aktarıldığı üzere, açık veri ekosistemine yönelik yapılacak projelerde, kurumların mevcut organizasyonel yapısında açık veri birimleri kurulmalıdır. Bu açık veri birimi, kurum içerisinde tüm birimler birlikte çalışabilir hale getirilmelidir. Örneğin; açık veri portal altyapısının oluşturulmasında, açık veri birimi ile bilgi işlemden sorumlu birim ya da birimler uyumlu çalışabilmelidir. Açık veri biriminin, veri sorumluluk matrisini çıkarması süresinde kurumdaki tüm birimler ile uyumlu çalışabilmesi için gerekli organizasyonel değişikliklerin yapılması gerekmektedir. Açık veri birimi ve *Açık Veri Lideri* belirlenmesi açık veri ekosisteminin sürdürülebilir kılınması için çok önemlidir. Açık Veri Lideri ve açık veri birimi, sistemin hayata geçirilmesi, sürdürülebilir kılınması, kurum içi ve paydaşların açık veri konusunda bilgilendirilmesi ve eğitilmesi, açık veri ekosisteminin tüm paydaşlarını bir araya getirecek etkinlikler düzenlenmesinden sorumlu kılınmalıdır.

2.6.5. Kültürel Çalışmalar

Açık veri yaklaşımı, tek başına teknik bir konu değildir. Günümüz teknolojilerini kullanarak bir açık veri portalının hayata geçirilmesi çok önemli olmakla birlikte, tek başına yeterli değildir. Açık veriden beklenen etkinin ortaya çıkması için kamu yönetiminde, özel sektör iş yapma şekli, üniversitelerde bilimsel çalışmaların yapılma şekli de dahil bir çok alanda kültürel değişimin yaşanması gerekmektedir. Özellikle ülkemizde, açık veri felsefesinin hayatın her alanına girebilmesi için bakış açısı değişikliği gerekmektedir. Kültürel değişim, uzun soluklu bir çalışmalar bütünüyle sağlanabilecek bir durumdur. Açık veri portalının hayata geçmesinden sonrası, ilgili kurumun dış paydaşları yayınlanan bu veriyi kullanması için motive edecek çalışmalar yapılmalıdır (Mutuku ve Colaco, 2012) (Foulonneau vd., 2014) (Yang ve Kankanhalli, 2013) (Kalampokis, 2011). Bu çalışmalar

içerisinde, yayınlanan açık verileri kullanarak çeşitli çalışmaların yapılmasını sağlayacak, küçük ödüllerinde olduğu yarışmalar (hackathon) düzenlenebilir. Küçük ödüllü yarışmalar ile amatör seviyedeki kullanıcıların açık verilerle iş yapma alışkanlığı geliştirilebilir. Bu yarışmaların dışında, profesyonel düzeyde açık veri çalışması yapan girişimciler ve şirketlerin ilgisini çekebilmek için belirli hedefleri olan çağrılar yapılarak ürünler geliştirilmesi sağlanabilir. Üniversite öğrencileri, bilim insanları ve akademinin de sürece dahil edilebilmesi için açık veri temalı konferans ve kongre gibi etkinlikler düzenlenebilir.

2.6.6. Kamu Kurumları ve Yerel Yönetimlerin Açık Veriye Geçişi Yol Haritası



Şekil 21. Kamu Kurumları ve Yerel Yönetimlerin Açık Veriye Geçişi İş Akış Önerisi

Politika ve Yasal Çalışmalar;

1. Açık veri fizibilite çalışmalarının gerçekleştirilmesi
2. Açık veri vizyon dokümanı oluşturulması
3. Açık veri strateji dokümanı oluşturulması
4. Açık veri yol haritası dokümanı oluşturulması
5. Açık veri yayınlama yönergesi

Organizasyonel Çalışmalar;

1. Kurumun organizasyonel yapısına yönelik çalışmaların gerçekleştirilmesi
2. Açık veri biriminin kurulması
3. Açık veri lideri atanması
4. Açık veri birimi ve personel atamasının gerçekleştirilmesi

Finansal Çalışmalar;

1. Açık veri portal geliştirilmesine yönelik finansal çalışmaların gerçekleştirilmesi
2. Açık veri portal geliştirim bütçesinin belirlenmesi
3. Açık veri portal donanım altyapısı bütçesinin belirlenmesi
4. Açık veri tanım ve bilgilendirme çalışmalarının bütçenin belirlenmesi
5. Tanıtım ve eğitim bütçesinin belirlenmesi

Teknik Çalışmalar;

1. Açık veri portal platformunun seçilmesi; açık kaynak kodlu platform mu yoksa ticari paket yazılım platformu mu kullanılacağının kararının verilmesi
2. Metaveri standardının belirlenmesi; mevcut açık veri metaveri standardı mı kullanılacak yoksa yeni bir metaveri standardı belirleneceğinin kararının verilmesi.
3. Kullanılacak açık veri lisansı belirlenmesi; mevcut açık veri lisanslarından birinin seçilmesi ya da bir açık veri lisansının oluşturulması
4. Açık veri portal uygulamasının geliştirilmesi ve yayınlanması
5. Açık veri metaveri standardının belirlenmesi ve yayınlanması
6. Açık veri lisansının belirlenmesi ve yayınlanması
7. Kurum veri envanter raporunun oluşturulması

8. Öncelikli veri kategorilerinin belirlenmesi
9. Öncelikli veri kategorilerine göre yayınlanacak açık veri listesinin belirlenmesi
10. Kullanılacak açık veri formatlarının belirlenmesi

Kültürel Çalışmalar;

1. Açık veri farkındalığını artıracak yarışmaların belirli aralıklarla düzenlenmesi
2. Profesyonel geliştiriciler ve şirketler için belli aralıklarla dönemsel çağrıya çıkılması
3. Açık veri konulu konferans ve kongrelerin düzenlenmesi ve bu konuda yapılan konferans ve kongrelere katılım sağlanması ve bilinirliğin artırılması çalışmalarının gerçekleştirilmesi
4. Kurum içi ve dışı açık veri eğitimlerinin düzenlenmesi

Bu tez çalışması kapsamında önerilen açık veriye geçiş yol haritası, açık veriye geçiş yapmak isteyen kamu kurum ve kuruluşları, üniversiteler, vakıf ve dernekler, şirketler için önemli bir katkı sağlayacaktır. Açık veri çalışmalarının bu yol haritası izlenerek gerçekleştirilmesiyle, sürdürülebilir bir açık veri ekosisteminin oluşturulması sağlanacaktır.

2.7. Ülkemizdeki Açık Verinin Yasal Durumu

2001 yılında Anayasa'da yapılan değişiklikle Dilekçe, bilgi edinme ve kamu denetçisine başvurma hakkı başlığı altında Madde 74'te Vatandaşlar ve karşılıklılık esası gözetilmek kaydıyla Türkiye'de ikamet eden yabancılar kendileriyle veya kamu ile ilgili dilek ve şikayetleri hakkında, yetkili makamlara ve Türkiye Büyük Millet Meclisine yazı ile başvurma hakkına sahiptir. Kendileriyle ilgili başvuruların sonucu gecikmeksizin, dilekçe sahiplerine yazılı olarak bildirilir. ifadesiyle bilgi edinme hakkına yönelik tanım yapılmıştır.

2004 yılında çıkarılan 4982 sayılı Bilgi Edinme Hakkı kanunu çıkarılmıştır. 2004/12 sayılı Başbakanlık tarafından, Dilekçe ve Bilgi Edinme Hakkının kullanılması konusunda genelge yayınlanmıştır. Bu kanun ve genelgeler kapsamında, vatandaş kamu kurum ve kuruluşlarından bilgi edinme hakkına yönelik düzenleme ile fiziksel ve dijital veri talep edebilir. Bu talebin 15 gün içerisinde ilgili kamu kurum ve kuruluşlar tarafından karşılanması gerekmektedir. Ayrıca açık veri çalışmalarına yönelik çeşitli hedefler, ülkemizde çeşitli eylem planlarına girdiği görülmektedir (Kalkınma Bakanlığı, 2015) (Ulaştırma Bakanlığı, 2016) (ÇŞB, 2019).

Vatandaşın bilgi edinme hakkına yönelik yapılan çeşitli düzenlemelerin olması, kamu kurum ve kuruluşlarında açık verinin yasal dayanağı olduğu anlamına gelmemektedir. Açık verinin halen daha herhangi bir yasal dayanağı bulunmamaktadır. Bu durum, çeşitli yerel yönetim seviyelerinde hayata geçirilmiş olan açık veri portallarında yayınlanan verilerin hem sayısal olarak hem de etki (impact) bakımından zayıf kalmasına sebebiyet vermektedir. Etkisi yüksek olan verilerin, kurum içi kaynaklar kullanılarak üretilmesinden ziyade çeşitli ihale yöntemleri kullanılarak üretilebilecek veriler olduğu görülmektedir. Mevcut kanuni altyapı, ihale yoluyla üretilmiş bir verinin herhangi bir ücret almadan ücretsiz bir şekilde yayınlanmasının *kamu zararı* oluşturduğuna dair bir bakış açısı doğurmaktadır. Dolayısıyla açık veri çalışmalarında etkisi büyük olan verilerin yayınlanmasında halen sorunlar olduğu görülmektedir. Kamu kurum ve kuruluşların, Sayıştay denetimlerinde bu konuda sorun yaşamaması için açık devlet politikalarını açık ve net bir şekilde destekleyecek kanuni altyapı hazırlanmalıdır.

Eylül 2020 yılında, İzmir Büyükşehir Belediyesi tarafından yayınlanan Açık Veri Strateji (IFC, 2020) dokümanında, belediyenin sahip olduğu veriyi vatandaşın kullanımına açılmasının üzerinde herhangi bir yasal engel olmadığı ifade edilmiştir. Her ne kadar herhangi bir yasal engel olmadığı ifade edilmiş olsa da, mevcut durumda ülkemizde açık veri yaklaşımlarını engelleyecek çeşitli yasal düzenlemeler yapıldığı görülmektedir.

Açık veri girişimleri incelendiğinde yayınlanan ve etkisi yüksek verilerinin önemli bir kısmı konuma dayalı ya da Coğrafi Bilgi Sistemlerine yönelik veriler olduğu görülmektedir. Özellikle girişimcilerin, iş modelleri yaratabileceği veriler içerisinde en önemli alan CBS veriler olduğu görülmektedir. Ülkemizde, 2020 yılında yayınlanan 7221 sayılı Coğrafi Bilgi Sistemleri İle Bazi Kanunlarda Değişiklik Yapilmasi Hakkinda Kanun (Resmî Gazete, 2020-1) ve bu kanunu takiben, 2021 yılında 31391 sayılı Coğrafi Veri Lisans Yönetmeliği (Resmî Gazete, 2021-1) ve Coğrafi Veri İzinleri Yönetmeliği (Resmî Gazete, 2021-2), Coğrafi Bilgi Sistemleri kapsamında, veri üretim, dağıtım, satış ve paylaşım konularında çeşitli kısıtlamalar getirmektedir. 7221 sayılı Coğrafi Bilgi Sistemleri İle Bazi Kanunlarda Değişiklik Yapilmasi Hakkinda Kanun Madde 1 (2) nolu bendinde, "Gerçek kişilerin ve özel hukuk tüzel kişilerinin Türkiye'ye ait Ulusal Coğrafi Veri Sorumluluk Matrisi kapsamındaki coğrafi verileri toplaması, üretmesi, paylaşması veya satması; fikrî, sınai ve ticari haklara ilişkin mevzuat hükümleri ile Kişisel Verilerin Korunması Kanunu ve özel kanunlardaki hükümler saklı kalmak kaydıyla ve ticari faaliyetleri gerçekleştirmek için

gerekli belgelere sahip olması şartı ile Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığının iznine tabidir. İzne tabi olacaklar ile izin süresi ve verilere ilişkin usul, esas ve içerikler Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığınca belirlenir. İzin bedeli 1/1000'lik pafta başına, yabancı gerçek kişiler ve özel hukuk tüzel kişileri için 50 TL, yerli gerçek kişiler ve özel hukuk tüzel kişileri için 25 TL'dir. Bu tutarlar takvim yılı başından geçerli olmak üzere her yıl bir önceki yıla ilişkin olarak 4/1/1961 tarihli ve 213 sayılı Vergi Usul Kanununun mükerrer 298 inci maddesi hükümleri uyarınca tespit ve ilan edilen yeniden değerleme oranında artırılarak uygulanır." hükmü bulunmaktadır. İlgili kanunun Madde 1 (2) nolu bendinde bahsi geçen Ulusal Coğrafi Veri Sorumluluk Matrisi 2020 yılında 31171 nolu Türkiye Coğrafi Bilgi Sistem Kurulu Kararı ile yayınlanmıştır.

EK-1

ULUSAL COĞRAFİ VERİ SORUMLULUK MATRİSİ

S.N.	SORUMLU KURUMUN BAĞLI OLDUĞU BAKANLIK	SORUMLU KURUM	TEMA	ALT TEMA
1	T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı	Coğrafi Bilgi Sistemleri Genel Müdürlüğü	Bina	Bina
2			Kamu Yönetim Bölgeleri	Kamu Yönetim Bölgeleri
3			Altyapı	Temel İdari ve Soyal Hizmetler (POI)
4		ÇED İzin Denetim Genel Müdürlüğü	Çevre İzleme Tesisleri	Çevre İzleme Tesisleri
5		Çevre Yönetimi Genel Müdürlüğü	Altyapı	Çevre Yönetim Tesisleri
6			İnsan Sağlığı ve Güvenliği	Çevre Kalitesi
7		Mekansal Planlama Genel Müdürlüğü	Arazi Kullanımı	Mevcut Arazi Kullanımı
8			Arazi Kullanımı	Planlı Arazi Kullanımı
9		Yerel Yönetimler Genel Müdürlüğü	Ulaşım Ağları	Karayolu Ulaşım Ağı (Yerel)
10			Altyapı	Atıksu
11			Altyapı	Su
12			Altyapı	Termal
13		Tabiat Varlıklarını Koruma Genel Müdürlüğü	Koruma Bölgeleri	Koruma Bölgeleri
14			Tür Dağılımı	Tür Dağılımı
15			Habitat Bölgeleri	Habitat Bölgeleri
16			Biyocoğrafya Bölgeleri	Biyocoğrafya Bölgeleri
17		Tapu ve Kadastro Genel Müdürlüğü	Kadastro	Kadastro
18			Ortogörüntü	Ortogörüntü_5000_Alt
19	T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı	ETKB. Bilgi İşlem Dairesi Başkanlığı	Jeoloji	Jeoloji
20			Jeoloji	Hidrojeoloji
21			Jeoloji	Jeofizik
22			Altyapı	Elektrik
23			Altyapı	Petrol / Gaz / Kimyasal
24			Enerji Kaynakları	Enerji Kaynakları
25			Enerji Kaynakları	Enerji İstatistikleri
26			Madenler	Madenler
27	T.C. Hazine ve Maliye Bakanlığı	Türkiye İstatistik Kurumu Başkanlığı	Koordinat Referans Sistemleri ve Coğrafi Grid Sistemleri	Coğrafi Grid Sistemleri
28			Nüfus Dağılımı – Demografi	Nüfus Dağılımı – Demografi
29			İstatiksel Raporlama Bölgeleri	İstatiksel Raporlama Bölgeleri
30	T.C. İçişleri Bakanlığı	İller İdaresi Genel Müdürlüğü	İdari Birimler	İdari Birimler
31		Nüfus ve Vatandaşlık İşleri Genel Müdürlüğü	Adres	Adres
32		Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı	Doğal Risk Bölgeleri	Doğal Risk Bölgeleri
33		Emniyet Genel Müdürlüğü	İnsan Sağlığı ve Güvenliği	Güvenlik
34	T.C. Milli Savunma Bakanlığı	Harita Genel Müdürlüğü	Koordinat Referans Sistemleri ve Coğrafi Grid Sistemleri	Koordinat Referans Sistemleri
35			Coğrafi Yer Adları	Coğrafi Yer Adları
36			Yükseklik	Yükseklik
37			Ortogörüntü	Ortogörüntü_5000_Üst
38		Seyir Hidrografi ve Oşinografi Dairesi Başkanlığı	Deniz ve Tuzlu Su Alanları	Deniz ve Tuzlu Su Alanları
39	T.C. Sağlık Bakanlığı	Sağlık Bilgi Sistemleri Genel Müdürlüğü	İnsan Sağlığı ve Güvenliği	İnsan Sağlığı
40	T.C. Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı	Bilgi İşlem Dairesi Başkanlığı	Sanayi Tesisleri	Sanayi Tesisleri
41	T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı	Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü	Hidrografya	Hidrografya
42		TOB. Bilgi İşlem Dairesi Başkanlığı	Arazi Örtüsü	Arazi Örtüsü
43		Tarım Reformu Genel Müdürlüğü	Toprak	Toprak
44			Tarım Tesisleri	Tarım Tesisleri
45		Meteoroloji Genel Müdürlüğü	Atmosfer Verileri	Atmosfer Verileri
46			Meteoroloji Verileri	Meteoroloji Verileri
47	T.C. Ulaştırma ve Altyapı Bakanlığı	Karayolları Genel Müdürlüğü	Ulaşım Ağları	Karayolu Ulaşım Ağı (Şehirlerarası)
48		Türkiye Cumhuriyeti Devlet Demir Yolları	Ulaşım Ağları	Demiryolu Ağı
49		Devlet Hava Meydanları İşletmesi Genel Müdürlüğü	Ulaşım Ağları	Hava Ulaşım Ağı
50		Denizcilik Genel Müdürlüğü	Ulaşım Ağları	Deniz ve İçsular Ulaşım Ağı
51		Altyapı Yatırımları Genel Müdürlüğü	Ulaşım Ağları	Kent İçi Raylı Sistemler ve Kablolu Ulaşım Ağı
52		Bilgi Teknolojileri ve İletişim Kurumu Başkanlığı	Altyapı	Elektronik Haberleşme

Şekil 22. Ulusal Coğrafi Sorumluluk Matrisi (Resmî Gazete, 2020-2)

Bu sorumluluk matrisi incelendiğinde, 2019 yılında yayınlanan 49 sayılı Coğrafi Bilgi Sistemleri hakkında Cumhurbaşkanlığı Kararnamesinde (1) sayılı liste olan Coğrafi Veri Temaları baz alınarak, çeşitli kurumlara çeşitli verilerin üretim sorumluluğu verilmiştir (Resmî Gazete, 2019).

Tablo 11. 49 sayılı Coğrafi Bilgi Sistemleri hakkında Cumhurbaşkanlığı Kararnamesinde (1) sayılı liste olan Coğrafi Veri Tema Listesi

No	**Tema Adı**
1	Koordinat Referans Sistemleri ve Coğrafi Grid Sistemleri
2	İdari Birimler
3	Coğrafi Yer Adları
4	Kadastro
5	Bina
6	Adres
7	Yükseklik
8	Ortogörüntü
9	Ulaşım Ağları
10	Hidrografya
11	Jeoloji
12	Arazi Örtüsü
13	Arazi Kullanımı
14	Toprak
15	Koruma Bölgeleri
16	Doğal Risk Bölgeleri
17	Altyapı
18	Enerji Kaynakları
19	Madenler

Tablo 11'in devamı

20	İnsan Sağlığı ve Güvenliği
21	Nüfus Dağılımı – Demografi
22	Çevre İzleme Tesisleri
23	Sanayi Tesisleri
24	Tarım Tesisleri
25	Kamu Yönetim Bölgeleri
26	Tür Dağılımı
27	Habitat Bölgeleri
28	Biyocoğrafya Bölgeleri
29	Deniz ve Tuzlu Su Alanları
30	Atmosfer Verileri
31	Meteoroloji Verileri
32	İstatiksel Raporlama Bölgeleri

İlgili tema listesi incelendiğinde, neredeyse bu kapsamında dışında herhangi bir coğrafi veri üretim şansının olmadığı görülmektedir. Ülkemizde an itibariyle Çevre ve Şehircilik Bakanlığı Coğrafi Bilgi Sistemleri Genel Müdürlüğü izni olmadan ticarete konu olsun ya da olmasın herhangi bir alanda yasal olarak CBS verisi üretimi, satışı ve paylaşımı mümkün değildir. Yeniden kullanım ve yeniden dağıtım ilkesi, açık veri yaklaşımının olmazsa olmazlarındandır. Ülkemizde şu anda yürürlükte olan kanun ve yönetmelikler, coğrafi verinin CBS Genel Müdürlüğünden izni olmaksızın herhangi bir şekilde yeniden kullanım ve dağıtım yapılamayacağı için yapılacak açık veri çalışmalarını engellemektedir. Ayrıca vurgulanması gereken diğer bir konu ise ilgili kanun ve yönetmeliklerle tanımlanmış izin ücrete tabidir. 2022 yılı itibariyle bu ücret yıllık 290.000 (iki yüz doksan bin) Türk Lirasıdır. Coğrafi veri kullanımı için izin prosedürünün yürütülmesi, açık veri yaklaşımının ilkelerinden bir diğeri olan; evrensel erişim ilkesinin hayata geçirilmesini de engellemektedir. Evrensel erişim ilkesi, verinin herhangi bir grubun veya ticari firmaların kullanımına kısıtlanamayacak olmasıdır. Coğrafi veri kullanımının izne tabi olması,

ayrıcalıklı bir grup oluşmasına sebebiyet vermektedir. Ayrıca, her ne kadar açık veri portallarından veri ücretsiz dağıtılsa da bu verinin kullanımı, dağıtımı ya da ticari bir faaliyete konu edilmesinde ödenmesi gereken bir yıllık bedelin olması, açık verinin ücretsiz olması ilkesine karşı bir durumdur. 7221 sayılı kanunun Madde 1 (1) bendinde "Ulusal Coğrafi Veri Paylaşım Matrisine göre kamu kurum ve kuruluşları arasında paylaşımı, erişimi ve kullanımı bedelsizdir" ifadesi ülkemizde çok yavaş ilerleyen açık veri çalışmalarına engel oluşturabilecek bir kanuni maddedir. Halihazırda açık veri ekosisteminin oluşturulması konusunda zaten oldukça isteksiz olan kamu kurum ve kuruluşları için bir dayanak noktası oluşturmaktadır. İlgili kanunun bu maddesi, kurumlar arasındaki veri paylaşımı için doğru olarak gözükmek ile birlikte, veri paylaşımını belli bir gruba yönelik yapılması noktasında aslında bir kısıtlamadır. Bu madde, kamu kurumları dışındaki taraflara verilerin paylaşımının, erişiminin ve kullanımının ücrete tabi olması gerekliliğini vurgulamaktadır. Daha net bir ifade ile bu maddede kamu kurumlarına sahip oldukları verileri kamu kurum ve kuruluşları dışındaki taraflara ücretsiz paylaşamayacağını söylemektedir. Bu durum açık veri yaklaşımının verilerinin ücretsiz olması ilkesine ters düşmektedir.

Tablo 12. Açık Veri Portallarındaki yayınlanan CBS verisi istatistikleri (Quarati vd., 2021)

Country	Portal	#Datasets	#Geo_Datasets	Platform	Metrics
U.S.	data.gov	261,514	157,064	CKAN	V
Colombia	datos.gov.co	9795	549	Socrata	V, D
Ireland	data.gov.ie	9598	914	CKAN	V
HDX	data.humdata.org	17,325	4080	CKAN	V, D
EUODP	data.europa.eu	14,058	1847	CKAN	V
NASA	data.nasa.gov	9664	1087	Socrata	V, D

Tablo 12'de CBS verisinin seçilen örnek açık veri portallarında yayınlanan tüm açık verilerde ki oranı görülmektedir. Örneğin; Amerika Birleşik devletleri portalında, konumsal verilerin diğer verileri oranı %60 olduğu görülmektedir. Açık verilerin başka verilerle çeşitli çalışmalar gerçekleştirerek yeni veriler haline getirilmesi, açık veri yaklaşımının önemli hedeflerinden birisidir. Ülkemizdeki coğrafi veriler için çıkarılan kanun ve yönetmelikler CBS verisini açık veri olmasını engellemesinin yanı sıra açık veri olarak yayınlanan bir verinin coğrafi bir veriyle birleştirilerek yeni bir verinin üretilebilmesini engellemektedir.

2.8. Sonuç

Bu tez çalışması kapsamında, açık veri konusunda yapılan detaylı çalışma ile açık verinin önemi vurgulanmıştır. Ülkemizdeki açık veri çalışmalarına yönelik yapılan incelemeler sonucunda, açık veri felsefesinin net bir şekilde anlaşılamadığı görülmüştür. Bu çalışma kapsamında bir verinin açık veri olarak kabul edilmesi için sağlaması gereken koşullar net bir şekilde ifade edilmiştir. Ülkemizde açık veri çalışmalarının henüz başlangıç noktasında olduğu görülmektedir. Katma değeri yüksek verilerin, çok kısıtlı düzeyde açık veri olarak yayınlandığı görülmektedir. Açık veri ekosisteminin sürdürülebilirliği için katma değeri yüksek verilerin açık veri olarak yayınlanması, açık veri kültürünün ülkemizde hızla genişlemesine yardımcı olacaktır. Özellikle kamu kurumlarının sahip oldukları verileri açık veri olarak yayınlaması için "kamu kaynaklarıyla üretilen verilerin kamuya mâl edilmesi" ilkesi ortaya koyulmuştur. Bu ilke doğrultusunda kişisel veriler ve güvenliği tehlikeye atacak verilerin dışındaki tüm veriler açık veri lisans koşulları altından yayınlanmalıdır.

Bu tez çalışmasının açık veri başlığı altında, açık veri portalı konusunda bir sistem mimarisi tasarımı gerçekleştirilmiştir. Belirlenen açık veri sistem mimarisi kapsamında yazılım geliştirme çalışmaları gerçekleştirilmiştir. Bu mimari ile açık veri portal geliştiriminin yapılması etkin bir portal altyapısının oluşturulmasını sağlayacaktır. Ayrıca açık veriye geçiş yapacak tüm kurum ve kuruluşların, açık veriye geçiş sürecini sağlıklı bir şekilde yönetebilmesi için açık veri yol haritası oluşturulmuştur. Bu yol haritası, açık veri ekosisteminin oluşturulması bakımından tüm gereksinimleri kapsayıcı bir şekilde hazırlanmıştır. Açık veriye geçiş yol haritasıyla, sıfırdan bu süreçlere başlayacaklara ilişkin detaylı bir plan sunulmaktadır. Bu yol haritası, açık veriye geçiş yapacak kurum ve kuruluşlar tarafından kullanılmasıyla açık veri ekosisteminin daha sağlıklı bir şekilde hayata geçirilmesini sağlanacaktır.

Ülkemizdeki kanuni altyapı göz önüne alındığında, bir açık veri ekosisteminin hayata geçmesi ve sürdürülebilir bir şekilde yaşamına devam etmesine zarar verecek kanuni hükümlerin olduğu görülmektedir. Halihazırda zaten açık veriye geçişte isteksiz olan kamu kurum ve kuruluşları, mevcut kanun ve yönetmeliklerle çeşitli engelleyici hükümlerinin bulunması nedeniyle açık veriye geçiş çalışmalarını olumsuz yönde etkilemektedir. Bu durum açık veri çalışmalarının ülkemizde yavaş bir şekilde ilerlemesi veya hiç başlayamamasına sebep olacaktır. Özellikle, konumsal verinin üretimi, paylaşılması konusunda yayınlanan kanun ve yönetmeliklerdeki engelleyici hükümlerin acil bir şekilde

yürürlükten kaldırılması gerekmektedir. Konumsal verilerin serbest bir şekilde dağıtımını engelleyecek hükümler, ülkemizde hayata geçirilecek açık veri altyapılarının, yetersiz bir seviyede kalmasına sebep olmaktadır. Hızlı bir şekilde açık veri yaklaşımının önünü açacak kanuni düzenlemelerin yapılması ve bunu takiben destekleyici kanun ve yönetmeliklerin oluşturulması gerekmektedir.

3. GRAPHQL

3.1. Giriş

GraphQL, API'ler için bir sorgulama dilidir (GraphQL, 2015). GraphQL, veri gereksinimlerini ve etkileşimlerini açıklamak için esnek bir sözdizimi sistemi kullanarak istemci uygulamaları oluşturmak için tasarlanmış, bir sorgulama dilidir. GraphQL sorgu dili sayesinde, geliştirici yapacağı servis isteği sonucunda dönecek sonuç dokümandaki detayları belirleyebilmektedir. Geliştirici, ihtiyaca göre tek bir endpoint üzerinde farklı sorgular yaratarak ulaşmaya çalıştığı verinin sadece ihtiyaç duyduğu kısımlarını tanımlayarak sonuç dokümanının şemasını değiştirebilmektedir. GraphQL'in sağladığı faydaları, ürün merkezli olması, hiyerarşik veri yapısını desteklemesi, veri şeması ve tip tanımlarının yapılabilmesi, istemci tarafından belirlenen yanıt dokümanı ve iç gözlem (introspection) yapısı olarak ifade edilmektedir.

3.1.1. Ürün Merkezli (Product-centric)

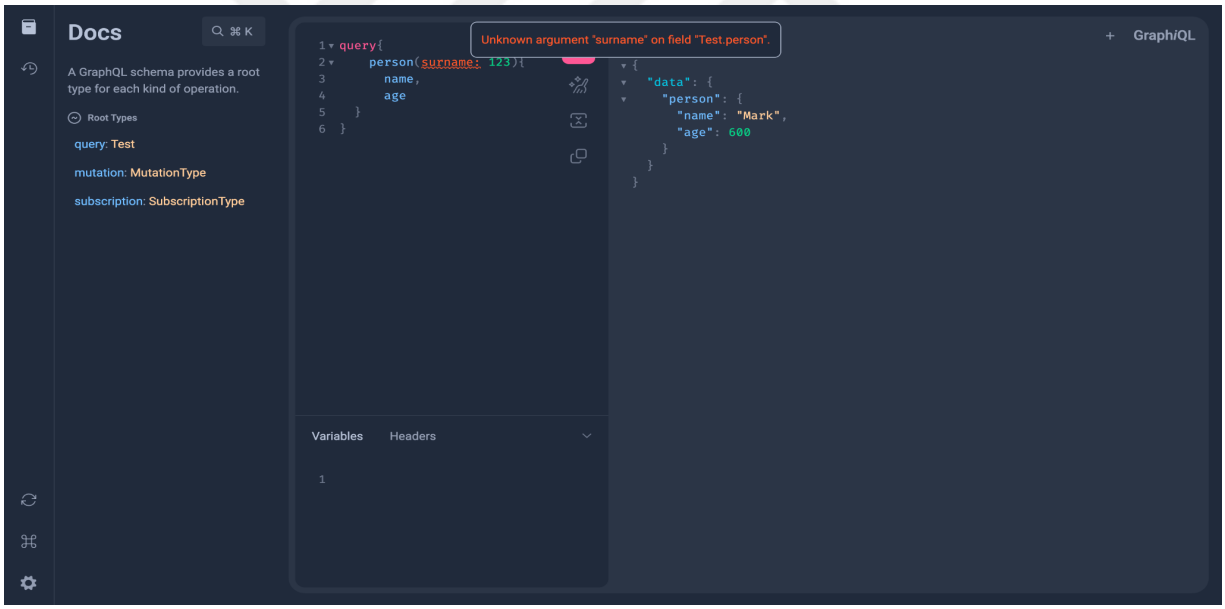
REST, RPC gibi mimarilerde geliştirilen servis altyapısına yönelik arayüz geliştirme çalışmaları yapıldığında, ihtiyaç olsun ya da olmasın servisten dönen tüm sonuç dokümanlarının veri şemaları aynıdır. GraphQL ise geliştirilmesi hedeflenen üründeki gereksinimlere göre genişletilip daraltılabilen bir yapıya sahiptir (GraphQL, 2015).

3.1.2. Hiyerarşik Yapı (Hierarchical)

GraphQL'in önemli özelliklerinden birisi hiyerarşik yapıda olmasıdır. REST servislerinde, birden fazla servis isteğine veya SQL sorgu tarafında kompleks bir JOIN ifadesine ihtiyaç duyulan bir durumda, GraphQL doğal bir şekilde GraphQL şemasında birbirleri arasındaki ilişkileri tanımlanmış objeler arasında hiyerarşik sorguların üretilebilmesini sağlamaktadır (GraphQL, 2015). Örneğin; bir bina ve ticari işletmeler arasında bir ilişki belirlenmiş ise geliştirici bir ticari işletmenin hangi binada olduğu ve bina ile ilgili çeşitli bilgileri edinebileceği bir sorgu tasarımını GraphQL ile yapabilmektedir. REST yaklaşımında, geliştirici ilk önce ticari işletmenin hangi binada olduğu bilgisini bir servis isteği ile edindikten sonra, ilgili bina bilgisini sorgulayacağı diğer serviste bina ile ilgili bilgilere ulaşmak için servis isteği gönderecektir.

3.1.3. Tipi Kesin Olarak Belli (Strongly Typed)

Bir GraphQL API'sinin sunduğu tüm bilgiler, GraphQL şeması ile geliştiriciye yayınlanır (GraphQL, 2015). GraphQL API ile sağlanan tüm verilerin şeması, alan isimleri ve veri tipleri gibi tüm bilgiler bu GraphQL şema dokümanı ile birlikte yayınlanır. Bu özellik sayesinde GraphiQL (URL-54, 2023) gibi istemci uygulamalarında, geliştiricinin yazdığı sorguda bir veri tipi hatası olması durumunda, geliştiriciyi bir hata mesajı ile uyarabilmesini sağlamaktadır. Bu kullanım senaryosuna örnek verecek olursak; integer veri tipindeki bir alan için string veri tipinde bir veri ile sorgu hazırlanması durumunda, sorgu metni oluşturulması aşamasında ilgili istemci uygulaması tarafından kullanıcıya hata mesajı verilebilmektedir (Şekil 23). REST mimarisinde ise gönderilen sorgu parametrelerinde bir veri tipi hatası var ise istek gerçekleştikten sonra kullanıcıya hata mesajı döndürülür.

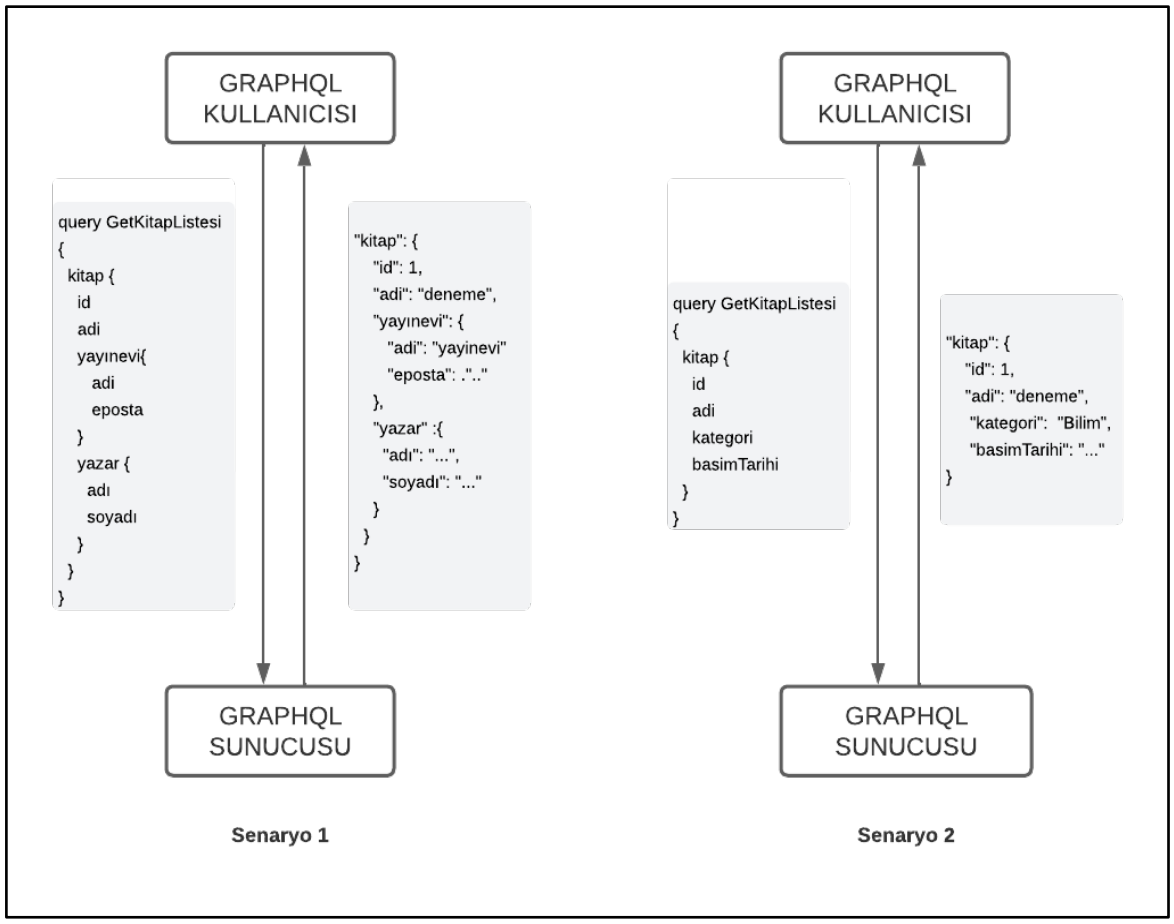


Şekil 23. GraphiQL istemci uygulamasında sorguda hata yapıldığında dair hata mesajı gösterilmesine yönelik örnek senaryo

3.1.4. İstemci Tarafından Belirlenen Yanıt (Client-specified response)

GraphQL servisleri tarafından, geliştiricilere yayınlanan GraphQL şeması sayesinde, geliştiriciler, GraphQL servisine gönderecekleri sorguyu oluşturur ve geliştirici sorgu sonuç dokümanında sadece ihtiyaç duyduğu veri öznitelik bilgilerinin istek sonucu getirilmesini sağlayabilmektedir. (GraphQL, 2015). Geliştirici, sorgu içerisinde ihtiyaç duyduğu alanları

belirleyerek, GraphQL hizmetinden gelecek sonuç dokümanını dizayn edebilmektedir (Şekil 21).

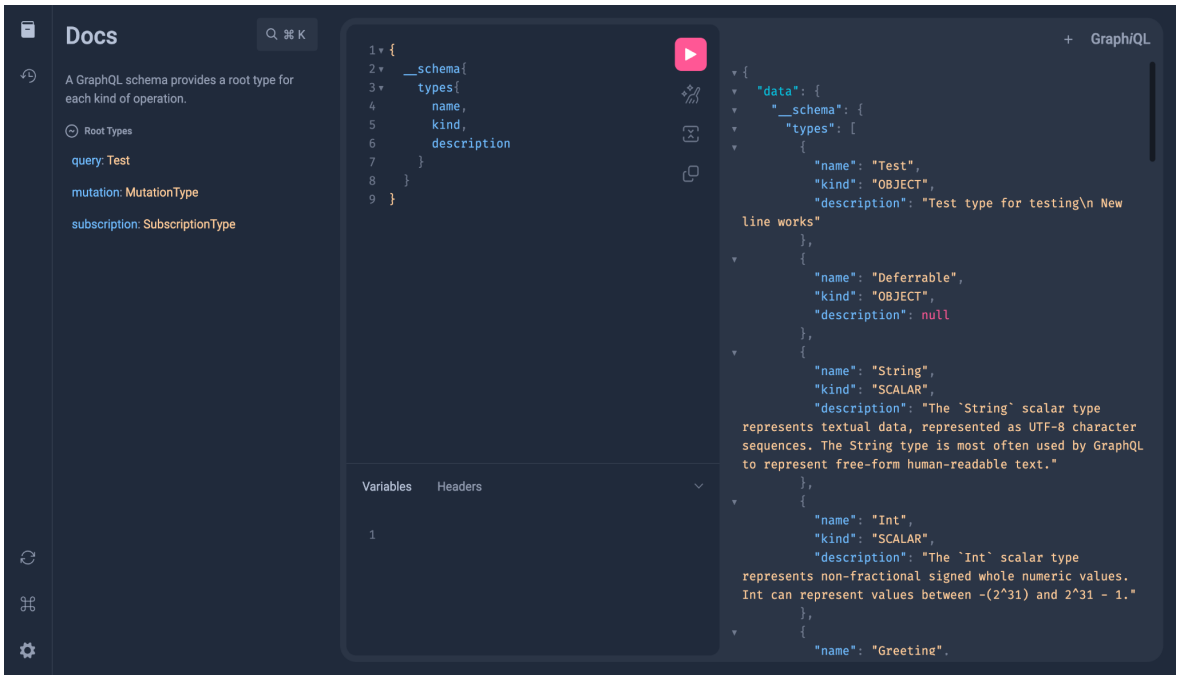


Şekil 24. GraphQL farklı sorgu tiplerinde farklı sonuç dokümanlarının üretilmesine örnek

3.1.5. İç Gözlem (Introspection)

GraphQL'in iç gözlem özelliği; mevcut GraphQL API şemasında hangi kaynakların mevcut olduğunu sorgulama yeteneğidir. GraphQL API'nin introspection özelliği, ilaçlardaki prospektüse benzetilebilir. Prospektüs dokümanında, ilaç hakkında genel bilgilerin yanı sıra, hangi hastalıkların tedavisinde kullanılacağı, ilacın içeriği hakkında bilgilendirme yapılmaktadır. GraphQL API'nin introspection özelliği sayesinde, servis olarak yayınlanan veri hakkında şema bilgileri, yapılabilecek sorgu türleri, veri alanları ve tipleri hakkındaki bilgiler geliştiriciye yayınlanır. Bir GraphQL API'sinin desteklemesi gereken iç gözlem sorguları; __Schema, __Type, __TypeKind, __Field, __InputValue, __EnumValue ve __Directive şeklindedir.

GraphQL API'sinin iç gözlem sorgularından örneğin *__Schema* sorgusu, GraphQL API tarafından desteklenen obje tiplerini, sorgu tipleri gibi vb. alanların bilgisinin edinildiği sorgudur. Bu sorgular, GraphQL API hizmetleri için ortak araçların geliştirilmesine fayda sağlamaktadır. Örneğin; bir GraphQL servis istemci uygulamasının, GraphQL şemasını okuyup, desteklediği obje tipleri, sorgu listesi gibi özellikleri geliştiricilere sunabilmesini sağlamaktadır (Şekil 25).



Şekil 25. GraphiQL istemci uygulamasında örnek __Schema isteği

Bu ilkelerin dışında, GraphQL'in bir diğer avantajlarından birisine değinecek olursak, servis versiyonlanmasından bağımsız olmasıdır. Çünkü servis sonuç dokümanı, kullanıcı tarafından belirlenir. Yeni ürün özellikleri ve alanlar eklendiğinde bundan kullanıcılar hiçbir şekilde etkilenmez. Kullanımdan kaldırmak istediğiniz bir alan olduğunda, kullanımdan kaldırıldı (deprecated) şeklinde işaretlenmesi yeterli olmaktadır. Kullanıcılar, eski alanla çalışmaya devam ederken herhangi bir versiyon yayınlamaya gerek kalmaz.

3.2. GraphQL Tarihçesi

GraphQL, 2015 yılında Facebook (Şu an Meta) tarafından yayınlanan bir standarttır (Byron, 2015). Facebook'un bu yaklaşıma neden ihtiyaç duyduğunu anlamak, GraphQL'in

sağladığı faydaları anlamak için önemlidir. 2007 yılında, Apple IPhone marka telefon tanıtımını gerçekleştirdi. Bu telefon, Safari isminde bir mobil tarayıcı ile birlikte hayata geçti. Aynı yıl, Google Android mobil işletim sisteminin duyurusunu yaptı. Akıllı telefonların hızla hayatımıza girmesiyle, web sayfalarından mobil uygulamalara doğru geçiş başladı. Bu sıralarda Facebook, dünya genelinde popülarite kazanıyordu. Facebook'un o dönemde akıllı telefonlarda olması için mobil web tarayıcılar tercih edilmişti. Bu tercih, akıllı telefonların web tarayıcılarının gelişiminin beklendiği seviyede olmamasından dolayı, Facebook'un native mobil uygulama geliştirmesine yönelmesine sebebiyet verdi.

2012 yılında RESTful API mimarisiyle yeni bir servis altyapısı oluşturdu. Bu yaklaşım, düşük ağ hızında problem yarattı. Uygulama ekranında gösterilen verilerin tamamı bir servis isteği ile karşılanamadığı için çoklu servis istekleri ile bu sorunun çözülmeye çalışıldı. Sunucu/İstemci (Server/Client) arasında, çok kırılgan bir ilişki ortaya çıktı. Çünkü arayüz tarafında yapılacak bir değişiklik, sunucu tarafında servis yapısında değişiklik yapmasını zorunlu hale getiriyor. Aynı zamanda, servis tarafında sonuç dokümanı modelinde bir değişiklik olduğu zaman, arayüz tarafında bununla ilgili güncellemelerin yapılması gerekliliği, yazılım geliştirme süreçlerinde kontrolün yapılması gereken çok detayın ortaya çıkmasına sebep olmaktadır. Bu aşamada, Facebook mühendisleri RESTful yaklaşımına karşı bir servis yaklaşımı geliştirmeye başladı. Bu çalışmalar sonucunda, GraphQL standardı ortaya çıktı. Bu çalışmalar sonucunda, 2012 yılının sonlarında GraphQL servisleri kullanan IOS Facebook mobil uygulaması yayınlandı. 3 yıl boyunca, GraphQL servis yaklaşımı sadece Facebook şirket içerisinde kullanılan bir standart olarak yaşadı. 2015 yılında, GraphQL servisleri açık kaynak haline getirildi. GraphQL açık hale geldikten sonra, bir çok firma tarafından GraphQL yaklaşımı kullanılmaya başlandı. GraphQL standart çalışmaları, 2018 yılında bir Linux Vakfı olan GraphQL vakfı'na geçti. GraphQL standardı, Open Web Foundation Agreement 1.0 Mode lisans koşulları altında yayınlanmıştır (URL-11, 2023). GraphQL açık lisans olarak yayınlandıktan sonra hızla popüler hale gelmiştir. 2016 yılında Github'tan başlayarak Twitter, The New York Times gibi birçok şirket tarafından hızla uygulandı.

3.3. GraphQL Tanımlar

3.3.1. GraphQL Şema (GraphQL Schema)

GraphQL şeması, sorgu ve mutasyon (mutation) işlemlerinin gerçekleştirilmesinin ana omurgasıdır. Tüm istekler bu şemaya göre yapılmaktadır. GraphQL yaklaşımında mutasyon olarak ifade edilen işlem; veri ekleme, güncelleme ve silme işlemini ifade eder. Servis kullanıcısı tarafından veride bir değişiklik yapılan bir işlem gerçekleştiriliyor ise bu GraphQL yaklaşımında mutasyon işlemidir. GraphQL şeması, servisin sağlayacağı hizmetler hakkındaki tanımlardan oluşur. Geliştiriciler, sağladığı hizmetlere ilişkin tanımları GraphQL şemaları vasıtasıyla yayınlar. Servisi kullanacak geliştiriciler de bu tanımlar sayesinde hangi verileri nasıl alacağını, hangi sorguları dizayn edebileceğini GraphQL şeması sayesinde öğrenebilir.

3.3.2. Sorgu (Query)

Geliştiriciler, veri kaynağından ihtiyaç duyduğu bilgiye yönelik yapacağı sorgulama işlemlerini, GraphQL standardı tarafından tanımlanan sorgu dilinde tanımlar. Veri ekleme, güncelleme ve silme işlemleri bu katmanda gerçekleştirilemez.

3.3.3. Mutasyon (Mutation)

Geliştiricinin veri kaynağıyla iletişime geçmesinin sağlandığı katmandır. Mutasyon kavramı, veri ekleme, güncelleme ve silme işlemleri için kullanılır.

3.3.4. Abonelik (Subscription)

Gerçek zamanlı web uygulamalarında kullanılır. Aslında bu katman Websocket API (URL-12, 2023)'ye karşılık gelen katmandır.

3.3.5. Obje Tipleri (Object Types)

Obje Tipi, GraphQL şemasının temel bileşenidir. Geliştiricilerin yayınlayacağı ya da bilgi alacağı servislerin hangi verileri nasıl sunacağını belirlemek için kullanılır. Obje tipi,

bir isme ve alanlara sahiptir. Obje Tipi, GraphQL'in veritabanı tasarımına uyarlandığında model sınıfına karşılık gelmektedir.

3.3.6. Alanlar (Fields)

Obje tipindeki alan tanımlarıdır. Alanlar, GraphQL'in veritabanı tasarımına uyarlandığında model sınıfındaki özniteliklere karşılık gelmektedir. Her bir alanın veri tipi tanımlanmaktadır. GraphQL, *String, Int, Float, Boolean, ID primitive* veri tiplerini desteklemektedir. Primitive veri tiplerinin dışında, dizi, liste, obje ve değişken tipleri GraphQL alanlarında kullanılabilmektedir.

3.3.7. Bağımsız Değişkenler (Arguments)

GraphQL de her alan ve obje kendi bağımsız değişkenine sahip olabilir. Bağımsız değişkenler, sorgulama işleminde, bir obje alanına göre filtreleme yapıldığında kullanılabilmektedir. Örneğin; 2023 yılında yayınlanan kitapların listesini getir sorgusunda, 2023 yılı filtrelemede bağımsız değişken olarak kullanılır.

3.3.8. Çözücüler (Resolvers)

Veri kaynağından getirilen verilerin, GraphQL şemasında tanımlanan obje tipleriyle eşleştirilmesini (mapping) sağlayan fonksiyonlardır. Çözücüler, geliştiriciden gelen bir sorgu sonucunun, hangi veri kaynakları kullanarak edinebileceği ve ilgili veri kaynağından alındıktan sonra şemayla eşleştirmesini sağlayan fonksiyonların olduğu katmandır.

3.3.9. GraphQL İstemcisi (GraphQL Client)

GraphQL istemcisi, yayınlanan bir GraphQL servisini kullanan taraf olarak nitelendirilebilir. Bu doğrudan bir geliştirici olabileceği gibi bir uygulama da olabilecektir. GraphQL istemcilerine örnek olarak, Relay (URL-13, 2023) ve Apollo Client (URL-14, 2023) uygulamaları gösterilebilir.

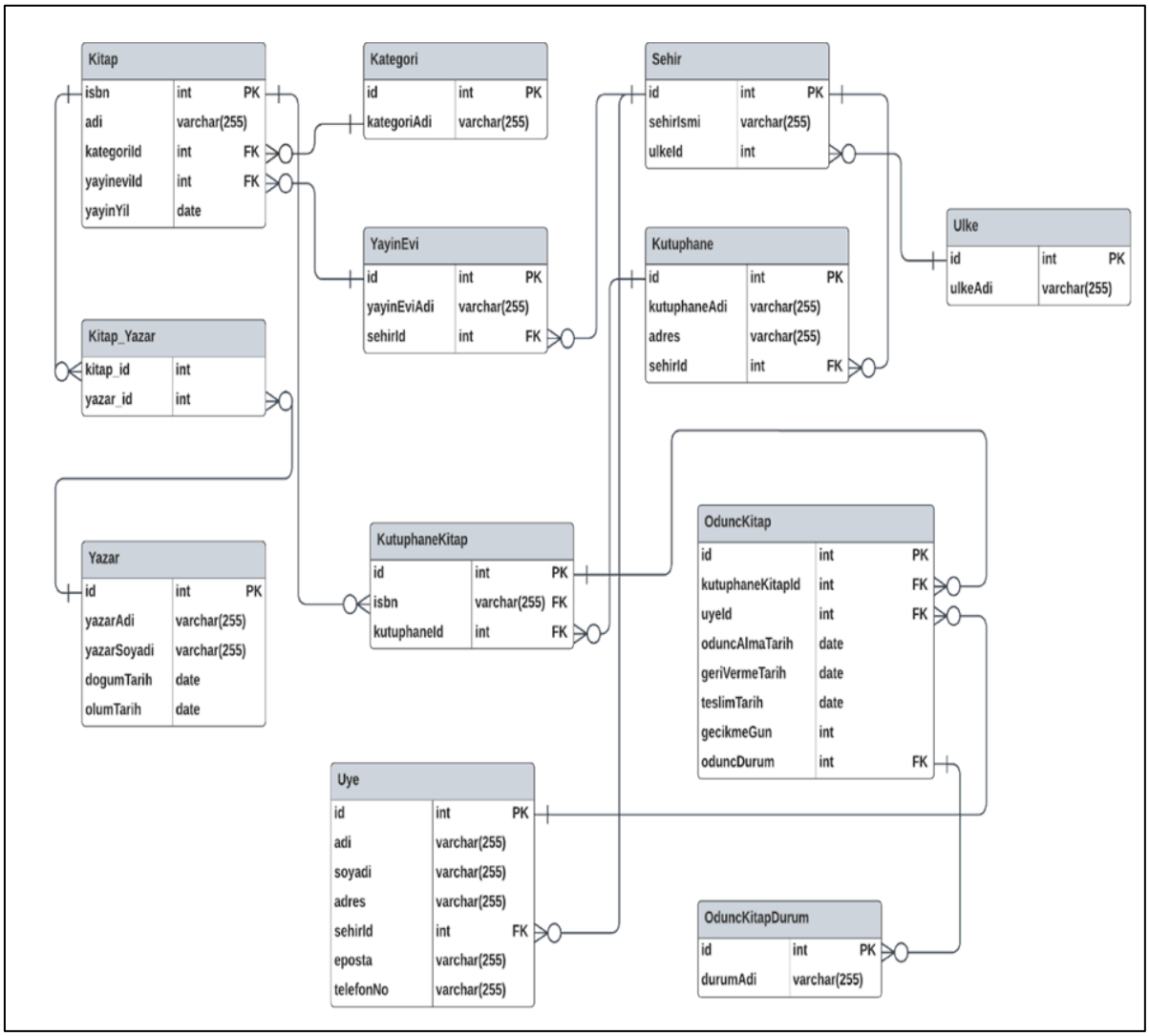
3.3.10. GraphQL Sunucusu (GraphQL Server)

GraphQL servislerinin yayınlanmasını sağlayan sunucu uygulamalarıdır. GraphQL sunucularına örnek olarak, GraphQL-JS (URL-15, 2023), Apollo-Server (URL-16, 2023), GraphQL-Serverless (URL-17, 2023), GraphQL-Yoga (URL-18, 2023) olarak gösterilebilir.

3.4. GraphQL Örnek Uygulama

Örnek uygulamada, basit seviyede kütüphane uygulaması geliştirilmesi hedeflenmiştir. Örnek uygulamadaki senaryolar, kitap bilgisinin sorgulanması, kitap yazar bilgisinin sorgulanması, öğrenci bilgilerinin sorgulanması, öğrencinin kütüphaneden almış olduğu kitap bilgilerinin sorgulanması olarak belirlenmiştir. Bu konu başlığında, temel düzeyde bir kullanım senaryosunun belirlenmesinin sebebi; GraphQL servis yaklaşımını daha kolay bir şekilde ifade etmek ve REST servis yaklaşımıyla karşılaştırılmasının daha kolay anlaşılabilir hale getirmek için seçilmiştir. Konumsal veri içeren GraphQL servis geliştirimi sonraki başlıklarda anlatılacaktır. Uygulama iş akışları sonunda, REST mimarisiyle tasarlanması durumunda nasıl olacağı konusunda bir çalışma yapılacaktır. REST ve GraphQL karşılaştırması bu örnek uygulama üzerinden yapılacaktır.

Geliştiricinin REST yaklaşımındaki servisleri kullanarak, kaç adet servis isteği ile ihtiyaç duyduğu bilgiye erişebildiği tespit edilecektir. Aynı senaryoda geliştiricinin GraphQL ile ihtiyaç duyduğu bilgiye nasıl erişeceği gösterilecektir. Bu çalışmadaki amaç; GraphQL yaklaşımının REST yaklaşımına göre servis isteği sayısını azalttığını, REST servis yaklaşımdaki aşırı veri getirme (over fetching) ve yetersiz veri getirme (under fetching) sorunlarına (URL-43, 2023), (URL-44, 2023) yönelik GraphQL yaklaşımının getirdiği çözümü ispat etmektir.



Şekil 26. Kütüphane Veritabanı ER Diyagramı

Bu örnek uygulama geliştirme sürecinde, Apollo Server GraphQL (URL-20, 2023) sunucusu geliştirme için kullanılmıştır. Apollo Studio Sandbox (URL-21, 2023) uygulaması, GraphQL istemcisi olarak kullanılmıştır.

Tablo 13. schema.js - GraphQL Şeması

```
const { gql } = require("apollo-server");
/** GraphQL Şema Tanımı **/
const typeDefs = gql`
 type Kitap {
   isbn: ID!
   adi: String
   kategori: Kategori
   yayinevi: Yayinevi
   yayinYil: String
 }
 type Kategori {
   id: Int kategoriAdi: String
 }
```

Tablo 13'ün devamı

```
type Yayinevi {
   id: Int!
   yayineviAdi: String
   sehir: Sehir
 }

 type Sehir {
   id: Int!
   sehirIsmi: String
   ulke: Ulke
 }

 type Ulke {
   id: Int!
   ulkeAdi: String
 }

 type Kutuphane {
   id: ID!
   kutuphaneAdi: String
   adres: String
   sehir: Sehir
 }

 type Uye {
   id: ID!
   adi: String
   soyadi: String
   adres: String
   sehir: Sehir
   eposta: String
   telefonno: String
 }

 /** GraphQL Query Tanımı **/
 type Query {
     kitaplar: [Kitap]!
 }

module.exports = typeDefs;
```

Tablo 14. resolver.js - Resolver

```
module.exports = {
    Query: {
      kitaplar: (_, __, { dataSources }) =>
                dataSources.kitapAPI.getKitapListesi()
    },
  };
```

Tablo 15. kitap.js - Data Source

```
const { RESTDataSource } = require("apollo-datasource-rest");
class KitapAPI extends RESTDataSource {
    constructor() {
        super();
        this.baseURL = "http://localhost:3000/";
    }

    async getKitapListesi() {
        const response = await this.get('kitap');
        const kitaplar = response.kitaplar
        return Array.isArray(kitaplar)
            ? kitaplar.map(kitap => this.kitapReducer(kitap))
            : [];
    }

    kitapReducer(kitap) {
        return {
            isbn: kitap.isbn,
            adi: kitap.adi,
            kategori: kitap.kategori,
            yayinevi: kitap.yayinevi,
            yayinYil: kitap.yayinYil
        };
    }
}
module.exports = KitapAPI;
```

Tablo 16. Index.js – API ve server konfigürasyonları

```
const { ApolloServer } = require("apollo-server");
const typeDefs = require("./schema");
const { createStore } = require("./utils");
const resolvers = require("./resolvers");

const KitapAPI = require("./datasources/kitap");

const store = createStore();

const server = new ApolloServer({
  typeDefs,
  resolvers,
  dataSources: () => ({
    kitapAPI: new KitapAPI
  }),
});

server.listen().then(() => {
  console.log(`
    GraphQL sunucusu çalışmaya başladı
    4000 portunda çalışıyor
  `);
});
```

3.4.1. GraphQL Örnek Sorgu Listesi

Tablo 17. Kitap Listesi Getir

Servis Uç Noktası(EndPoint): http://localhost:4000/

GraphQL Sorgu	**Sorgu Sonucu**

query Kitaplistesi {
  kitaplar {
  adi
  isbn
  kategori {
  id
  kategoriAdi
  }
  yayinevi {
  id
  yayineviAdi
  sehir {
  sehirIsmi
  ulke {
  ulkeAdi
  }
  } } }
  }
	{
	  "data": {
	  "kitaplar": [
	  {
	  "adi": "Arlo",
	  "isbn": "60411",
	  "kategori": {
	  "id": 44247,
	  "kategoriAdi": "Barrett"
	  },
	  "yayinevi": {
	  "id": 48874,
	  "yayineviAdi": "Arvel",
	  "sehir": {
	  "sehirIsmi": "Trabzon",
	  "ulke": {"ulkeAdi": "Türkiye" } } }
	}, ..] }

Tablo 18. Kitap Adı ve Yayınevi Listesi Getir - Sadece Kitap Adı ve Yayıncı İsmi Getir

Servis Uç Noktası(EndPoint): http://localhost:4000/

GraphQL Sorgu	**Sorgu Sonucu**

query KitapAdiYayinevilistesi {
  kitaplar {
  adi
  yayinevi {
  yayineviAdi
  }
  }
}
	{
	  "data": {
	  "kitaplar": [
	  {
	  "adi": "Gordon",
	  "yayinevi": {
	  "yayineviAdi": "Deondre"
	  }
	  },..
	  ]
	}

Tablo 19. Kitap Kategori Listesi Getir - Sadece Kitapların Kategori Bilgisini Getir

Servis Uç Noktası(EndPoint): http://localhost:4000/	
GraphQL Sorgu	**Sorgu Sonucu**

query KitapKategorilistesi {
  kitaplar {
  kategori {
  kategoriAdi
  }
  }
}
	{
	  "data": {
	  "kitaplar": [
	  {
	  "kategori": {
	  "kategoriAdi": "Pansy"
	  }
	  }, …
	  ]}

Tablo 20. Kitap Yayınlanan Şehir Listesi

Servis Uç Noktası(EndPoint): http://localhost:4000/	
GraphQL Sorgu	**Sorgu Sonucu**

query Kitaplistesi {
  kitaplar {
  yayinevi {
  sehir {
  sehirIsmi}
  }}}
	{
	  "data": {
	  "kitaplar": [
	  {
	  "yayinevi": { "sehir": {"sehirIsmi": "Trabzon"} } }, …]}

3.5. REST Servis Yaklaşımı ile Örnek Uygulama Geliştirimi

GraphQL Örnek Uygulama başlığı altında anlatılan örnek vaka göz önüne alındığında, GraphQL servisinin tek bir uç noktası ile sağladığı hizmeti birden fazla endpoint ile yerine getirebileceği fikrini doğrulamak için örnek vaka servisleri, REST mimaride geliştirimi yapılmıştır. REST servisleri geliştirilmesi sürecinde programlama dili olarak Java (URL-22, 2023), REST servis kütüphanesi olarak Apache CXF (URL-23, 2023) kullanılmıştır. Veritabanı olarak PostgreSQL (URL-24, 2023), İlişkisel Nesne Haritalama (Object Relational Mapping-ORM) olarak ise Hibernate (URL-25, 2023) kullanılmıştır. İlgili örnek vakayı gerçekleştirmek için 4 adet REST servisi uç noktası geliştirilmiştir. Bu doğrultuda, GraphQL'de yapılan örnek sorguların, REST servisleriyle nasıl gerçekleştirildiğine dair örnekler, REST Örnek Sorgu Listesi başlığı altında yayınlanmıştır.

3.5.1. REST Örnek Sorgu Listesi

Tablo 21. Kitap Listesi Getir

Servis Uç Noktası(EndPoint): http://localhost:4000/kitap
Sorgu Sonucu


```
{
  "data": {
    "kitaplar": [
      {
        "adi": "Arlo",
        "isbn": "60411",
        "kategori": {
          "id": 44247,
          "kategoriAdi": "Barrett"
        },
        "yayinevi": {
          "id": 48874,
          "yayineviAdi": "Arvel",
          "sehir": {
            "sehirIsmi": "Trabzon",
            "ulke": {
              "ulkeAdi": "Türkiye"
            }
          }
        }
      }, .. ] }
```


Tablo 22. Yayınevi Listesi Getir

Servis Uç Noktası(EndPoint): http://localhost:4000/kitap/yayinci
Sorgu Sonucu


```
{
  "data": {
    "yayincilar": [
      {
          "id": 48874,
          "yayineviAdi": "Arvel",
          "sehir": {
            "sehirIsmi": "Trabzon",
            "ulke": {
              "ulkeAdi": "Türkiye"
            }
          }},

...

]}
```

Tablo 23. Kitap Kategori Listesi Getir - Sadece Kitapların Kategori Bilgisini Getir

Servis Uç Noktası(EndPoint): http://localhost:4000/kitap/kategori
Sorgu Sonucu

```
{
  "data": {
    "kategoriler": [
      {
          "id": 44247,
          "kategoriAdi": "Barrett"
      }, {
          "id": 44247,
          "kategoriAdi": "Arvel"
      },
...
]
}
```

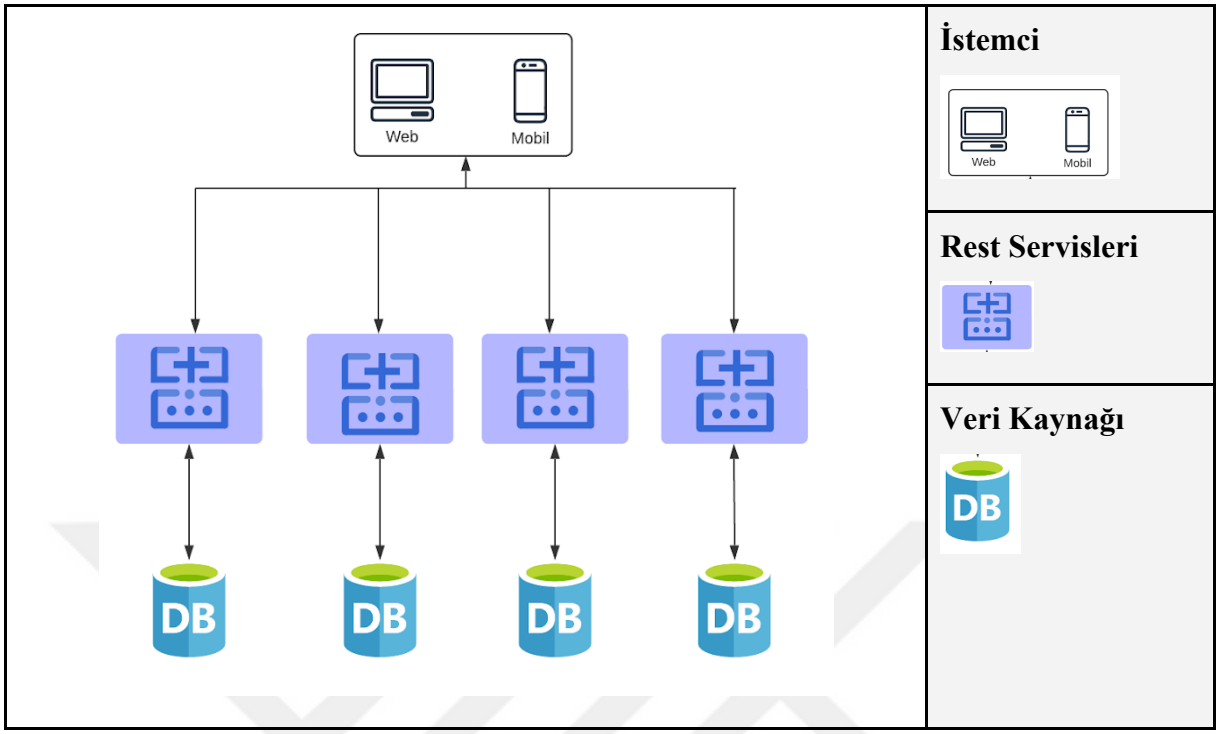
Tablo 24. Kitap Yayınlanan Şehir Listesi

Servis Uç Noktası (EndPoint): http://localhost:4000/kitap/sehir
Sorgu Sonucu

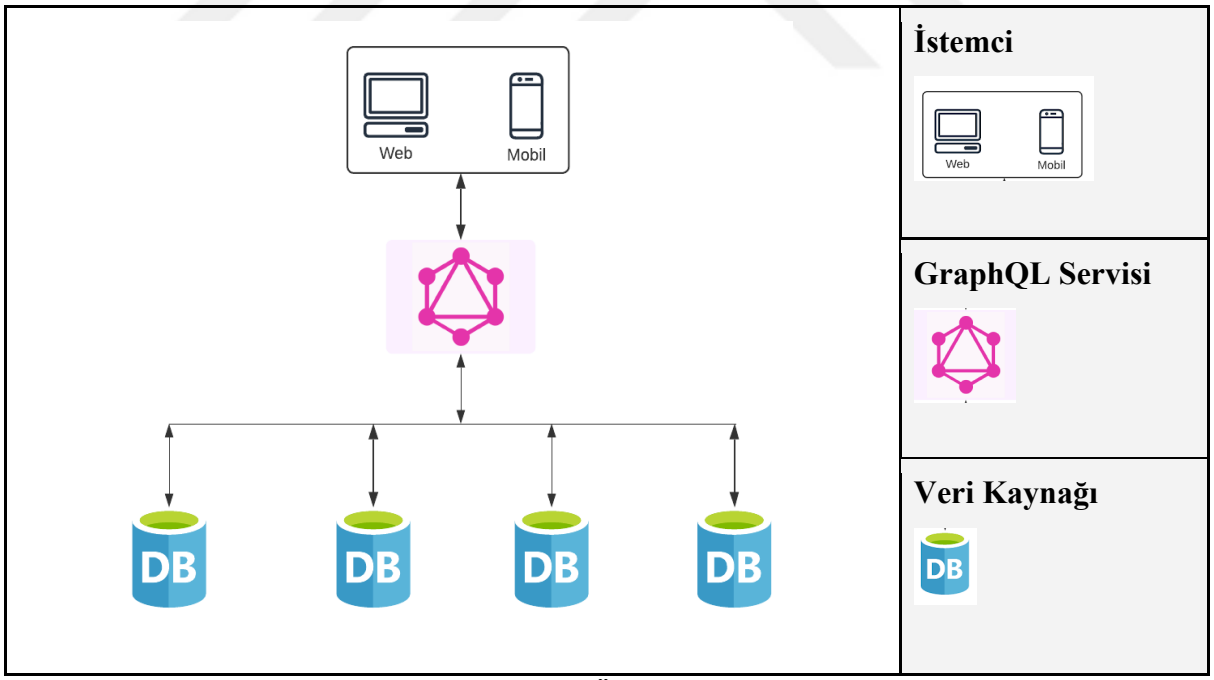
```
{
  "data": {
    "sehirler": [
      {
        "sehirIsmi": "Trabzon",
        "ulke": {
                  "ulkeAdi": "Türkiye"
         }
       }, …
    ]
}
```

3.6. REST Servisleri ve GraphQL Servis Karşılaştırması

3.5. başlığı altında anlatılan REST servisi ile örnek kullanım senaryosundaki servislere bakıldığında, her bir sorgu için ayrı bir uç noktası oluşturulduğu görülmektedir (Şekil 24). Sorgu sonuç dökümanları incelendiğinde, sonuç dokümanı şemasının statik olduğu görülmektedir.



Şekil 27. REST Servisi ile Örnek Uygulamanın Mimarisi

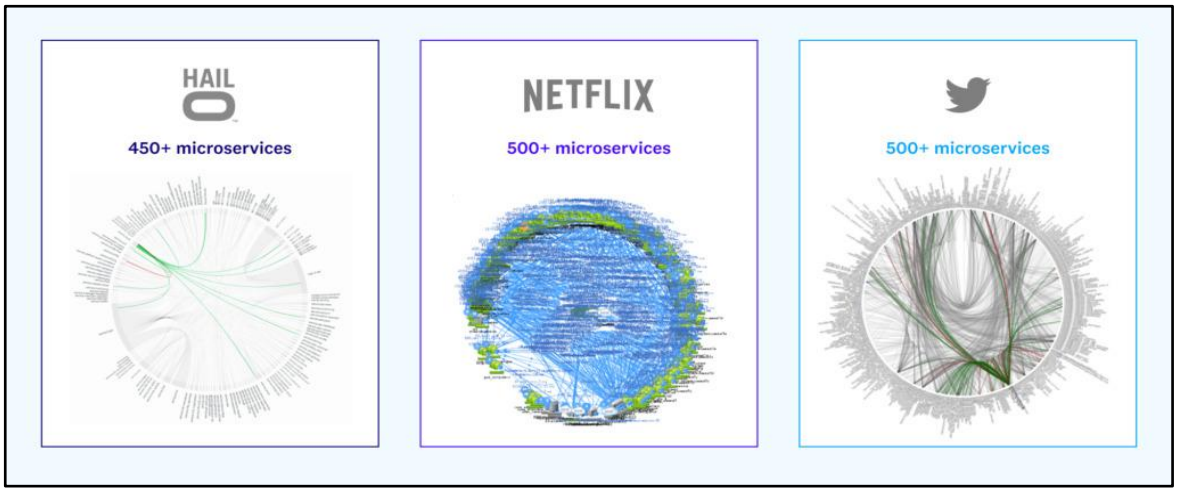


Şekil 28. GraphQL Servisi ile Örnek Uygulamanın Mimarisi

REST servis mimarisi, uygulamalar arasındaki iletişim için yapılandırılmış ve bunun için ilkeleri belirlenen bir mimaridir. REST mimarisi, 2000 yılında Roy Fielding tarafından doktora tezinde tanımlandı (Fielding, 2000). REST API'leri, istemciler ve sunucular arasında

bir API katmanı görevi görür. Geliştiriciler, kullanılabilir URL'leri listelerler. Bu URL'ler, belirtilen kaynak uç noktalarına(endpoint) erişim sağlar. Uç noktalar, temel alınan veri kaynaklardan gelen verileri sağlar. Veriler, temel olarak HTTP POST ve GET kullanılarak sorgulama işlemlerini yapmasının yanı sıra CRUD (Oluştur, Oku, Güncelle, Sil) işlemleri için farklı HTTP yöntemleri kullanabilmektedir. REST API'lerinde servis sağlayıcısı tarafından veri modelinde yapılacak değişiklikler olabileceği için servislerin versiyonlanması gerekiyor. Bu versiyon bilgileri, servisi kullanan geliştiricilere servis uç noktasında ve servis sonuç dokümanında bildirimi yapılması gerekmektedir. Eğer versiyon değişimleri yapılmadan servis sonuç dokümanında model değişikliğine gidilirse, servisi kullanan yazılımlar çalışmaz hale gelebilir.

Pek çok uluslararası şirketin tercih ettiği mikro servis mimarisi ile REST servisleri ön plana çıktı. Mikro servis mimarisinde, her bir servis gevşek bağlı (loosely coupled) olacak şekilde, yaşamı başka bir servise bağlı olmayacak şekilde tasarlanmasını gerekmektedir. Bu yaklaşım, servislerin yaptığı işleri küçültmekle birlikte bir ürünün yaşamsal döngüsünü sürdürecek servis sayısını artırmaktadır. Şekil 23'de bazı uluslararası şirketlerin mikro servis mimarisi görülmektedir. Şekil 23'de görülen her bir yazı, bir REST servisinin uç noktasını göstermektedir. Örneğin; Twitter uygulaması 500'dan fazla REST servisi uç noktası olduğu görülmektedir. Her REST servisinin uç noktası düşünüldüğünde hepsinde farklı bir veri modeli olacaktır. 500'den fazla uç noktası olan bir uygulamada, herhangi bir servisin kullandığı veritabanı şemasında bir değişiklik olduğunda bu değişikliğin servislere, sonrasında arayüzü yansıtılması sürecinin ne kadar zor olacağı ve sistemsel hatalara oldukça açık olduğu görülmektedir. Bu servisler, sadece arayüz ve veri kaynağıyla ilişkide değillerdir. Bu servisler ayrıca diğer servisler ile de iletişim kurmaktadırlar. Dolayısıyla bir serviste yaşanacak en ufak model değişikliği, ürünü bir çok alanda etkilemektedir. Bu durum, ilgili ürününün gelişmesi, bakımı ve yaşatılması açısından zorluklar yaratmaktadır. Ürün geliştiricilerin hızlı aksiyon alabilmesini engellemektedir. Yapılacak değişikliklerde, geliştirici bakımından duyulan insan gücüne ihtiyacı da artırmaktadır.



Şekil 29. Bazı şirketlerin mikro servis mimari diyagramı (Yang, J., 2021)

REST servis yapısındaki servis altyapılarında bir diğer sorun versiyonlamadır. Modelde yapılacak değişikliklerin versiyon değişimi yapılmadan gerçekleştirilmesi, servisi kullanan uygulamaları çalışamaz hale getirebilmektedir. Dolayısıyla, servis ve veri modelleri değişiminde versiyonlama yapmak gerekmektedir. Tüm kullanıcılar yeni versiyona geçiş yapana kadar eski versiyonlarında aktif bir şekilde çalışmaya devam etmesi ya da ileri tarihli bir şekilde versiyon yaşam süresinin sona ereceği tarih açıklanmalıdır. Dolayısıyla, bir çok farklı versiyon servisin olması, ilgili servis altyapısının bakımını zorlaştırmaktadır. REST servis mimarisinde, GraphQL'e göre bir diğer önemli dezavantaj servis sonuç dokümanı (response) şemasının statik olmasıdır. Servis kullanıcısı, ihtiyaç duyduğu verilere REST servisi vasıtasıyla eriştiğinde, ihtiyaç duyduğu bilgilerin yanı sıra ihtiyaç duymadığı bilgiler de servis sonuç dokümanında gelmektedir. Bu durum, servisler tarafından istemcilere gönderilen sonuç dokümanının boyutunun büyük olmasına sebep olmaktadır. Bu durum servis performansını ve maliyetine etki eden önemli faktörlerden birisidir. Arayüz tarafında kullanıcıya gösterilecek sayfadaki bilgiler, REST servisleri kullanıldığında senaryoya göre değişiklik göstermekle birlikte çok sayıda servis isteği ile karşılanabilmektedir. Bu durum, arayüz uygulamasının performansını etkilemek ile birlikte servislerin ihtiyaç duyduğu donanım ve ağ ihtiyacını artırmaktadır. Donanım ve ağ ihtiyacının artması maliyetlere etki eden önemli faktörlerden birisidir.

GraphQL'in REST yaklaşımına göre dezavantajları da bulunmaktadır. Bunlar; önbellekleme (caching), hata yönetimi (error handling), kompleks sorgular oluşturulabilmesi, verinin REST'te olduğu gibi bir kaynak(resource) olarak tanımlanmasından çıkarılması şeklinde sıralanabilir. GraphQL servisleri tek bir servis uç

noktasından yayınlandığı için ve servisi kullanan geliştiricilerin her birisinin farklı sorgular oluşturabilmesinden kaynaklı isteklerin ön belleklemesinde aşılması gereken önemli sorunlar bulunmaktadır. GraphQL servis istekleri HTTP POST metodu ile gerçekleştirilmektedir. Geliştiricinin servise gönderdiği sorgu sonuçlarında servis sonuçu HTTP statüsü hep 200 olmaktadır. Sorguda bir hata ile karşılaşılması durumunda, sonuç dokümanındaki hata mesajlarıyla ifade edilmektedir. Bu durum, hata yönetimini zorlaştırmaktadır. Geliştiricinin kompleks sorgular oluşturabilmesi ve işlemin sorgu maliyetinin fazla olması, işlem süresinin uzaması ve sunucuda yük oluşturma durumları ortaya çıkabilmektedir. Dolayısıyla, geliştiricinin yaptığı sorgunun kapsamını denetleyecek ve aşırı veri talebi içeren isteklerin engellenebileceği mekanizmaların GraphQL sunucusunda geliştirilmesi gerekliliği ortaya çıkmaktadır. Tüm bunların dışında, bağlantılı veri yaklaşımında, bir verinin kaynağa (resource) dönüşmesi için erişilebilir bir URI'sinin olması gerekmektedir. REST yaklaşımında her bir veri bir URL ile temsil edilir ve kaynağa dönüştürülür. GraphQL ile bir verinin kaynak olarak bir URL ile yayınlanması mümkün değildir. Çünkü, GraphQL servisi ile sağlanan veri tek bir servis uç noktası ile sağlanmaktadır ve veriye sorgu ile erişim sağlanmaktadır.

3.7. GraphQL Gerçekleştiriminde Farklı Yaklaşımlar

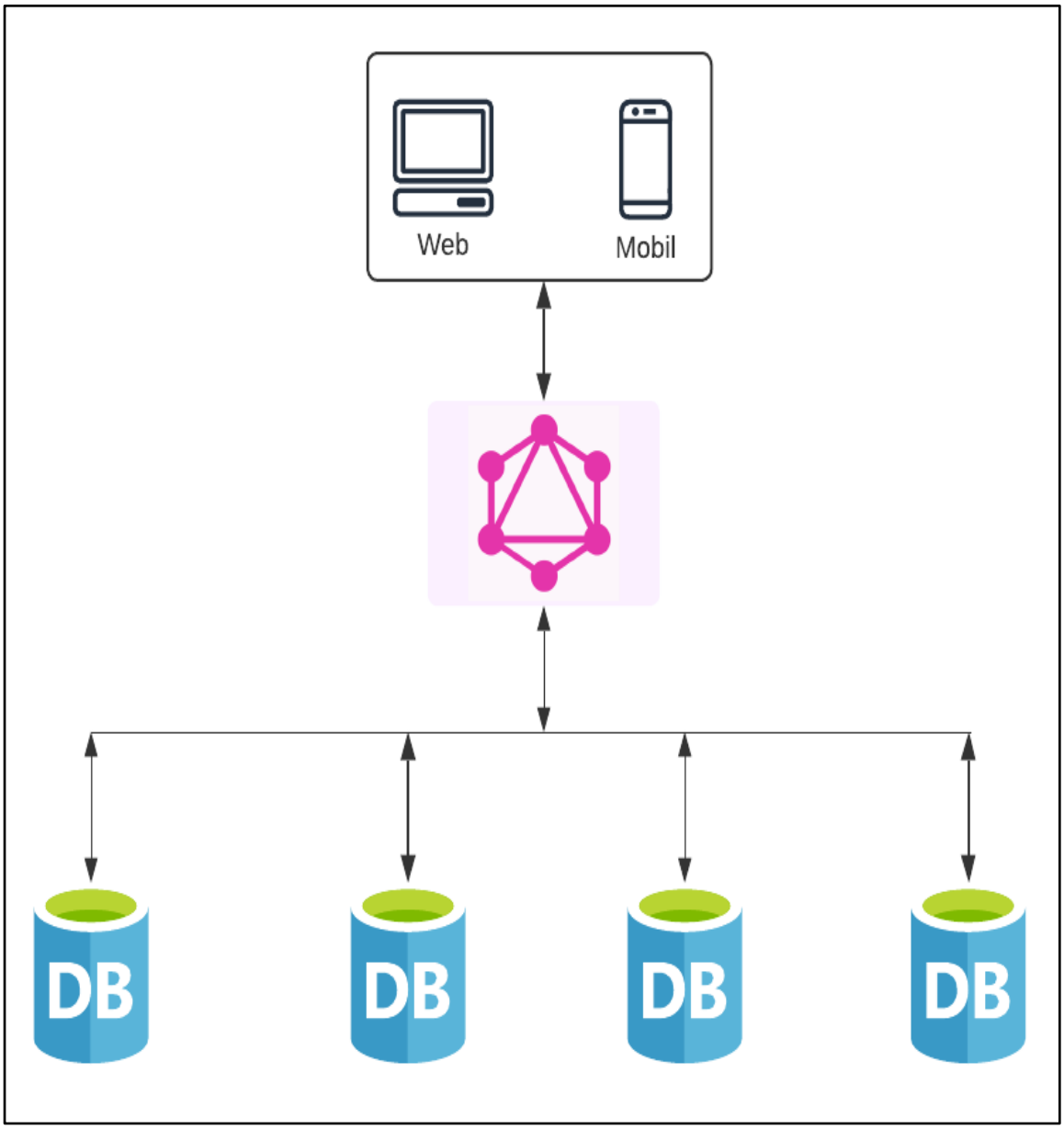
GraphQL API'ler için bir sorgulama dilidir. Verinin hangi kaynaktan geldiği ile ilgilenmez. Bir GraphQL servisi, doğrudan veritabanından sorgular yaparak bilgiye ulaşabileceği gibi REST servisleri, SOAP servislerini de kullanabilir. Hatta, doğrudan veritabanı sorgusu, REST ve SOAP servislerini bir arada hibrid bir şekilde kullanılan uygulamalar da hayata geçirilebilir. GraphQL gerçekleştirmesinde 3 farklı yaklaşım öne çıkmaktadır (URL-26, 2023).

Bu yaklaşımlar;

1. Doğrudan veritabanı ile bağlantılı GraphQL sunucusu
2. Mevcut servis altyapıları ile bağlantılı GraphQL sunucusu
3. Mevcut servis altyapıları ve doğrudan veritabanı ile bağlantılı hibrid GraphQL sunucusu şeklindedir.

3.7.1. Doğrudan Veritabanı İle Bağlantılı GraphQL Sunucusu:

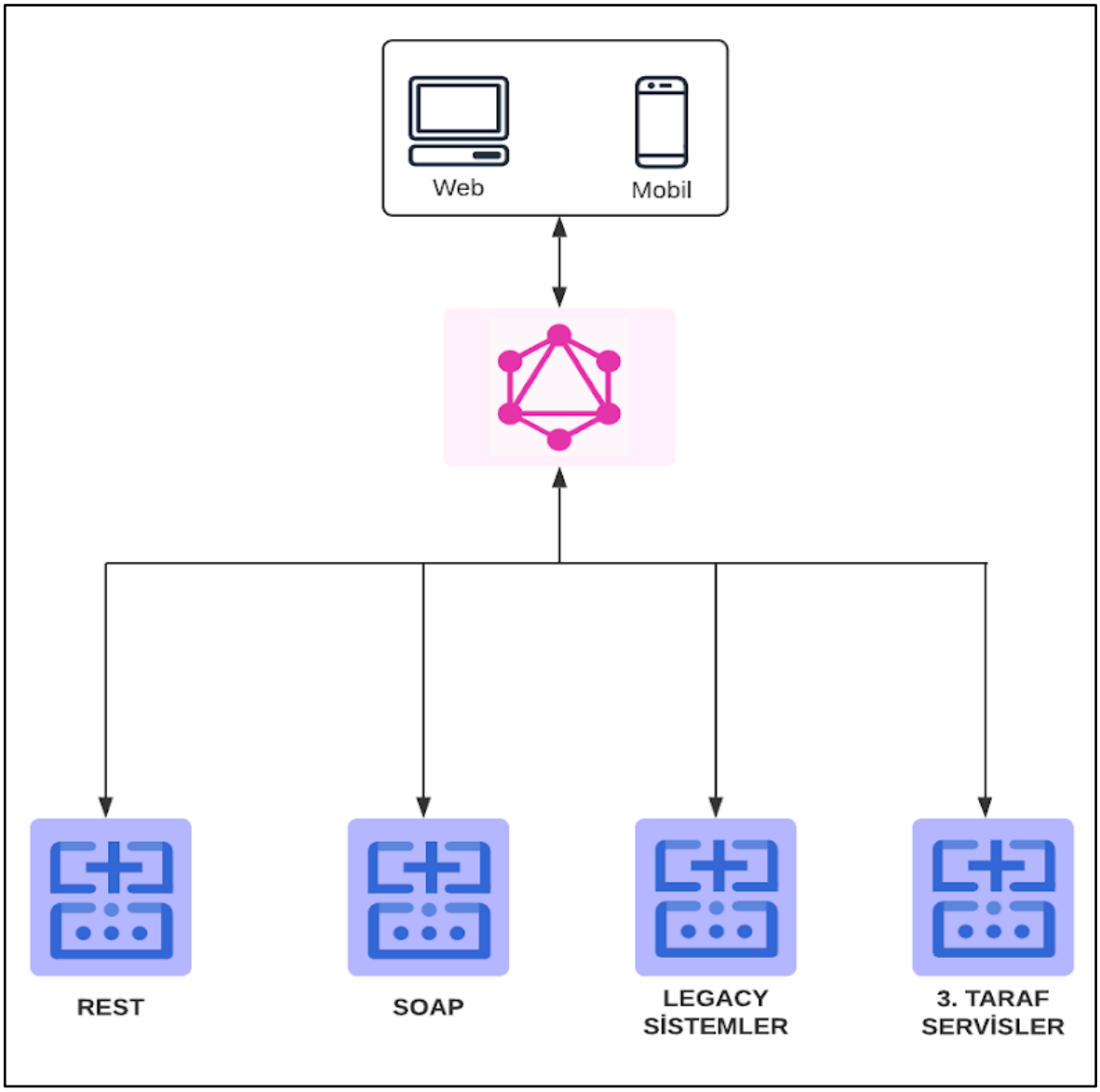
Bu yaklaşım GraphQL sunucusunun ihtiyaç duyduğu veriye doğrudan veritabanına bağlanarak almasıyla gerçekleştirilir. Bu yaklaşım yoğunlukla sıfırdan bir servis altyapısı geliştirilecek projelerde tercih edilecek yaklaşım olacaktır. GraphQL Örnek Uygulama başlığı altında gerçekleştirilen proje bu yaklaşıma örnek bir projedir.



Şekil 30. Doğrudan veritabanı ile bağlantılı GraphQL sunucusu

3.7.2. Mevcut Servis Altyapıları İle Bağlantılı GraphQL Sunucusu

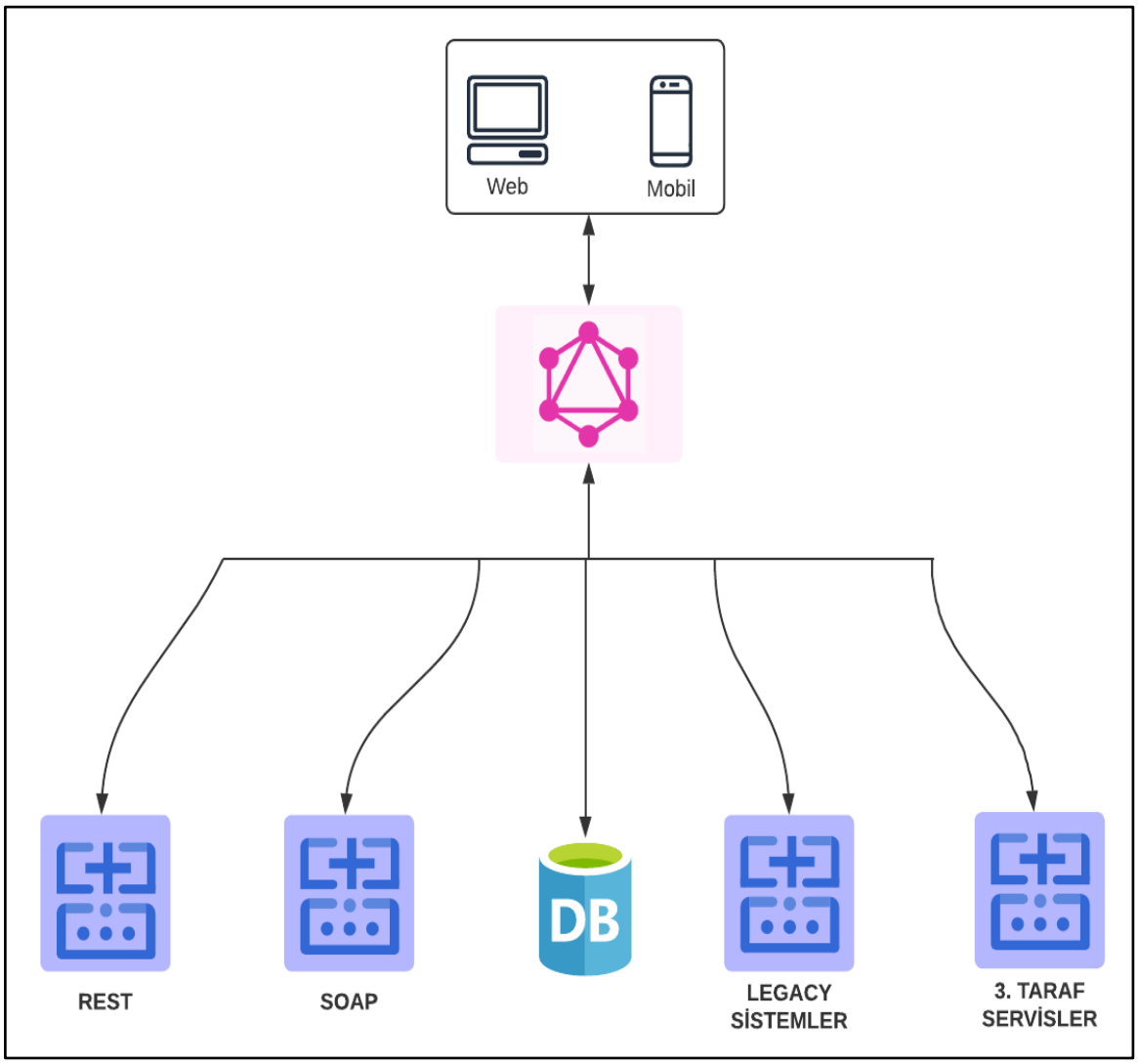
Mevcut servis altyapılarının geliştirilmiş olması durumunda, ilgili altyapının geliştirilmesi maliyeti olduğu gibi mevcut sistemden vazgeçip tamamının veritabanı ile bağlantılı GraphQL sunucusuna dönüştürülmesinin de maliyeti bulunmaktadır. Maliyetlerin etkin yönetilmesi adına ve GraphQL standardının getirdiği avantajlarında kullanılabilmesi için GraphQL sunucularında REST, SOAP ve diğer sistemlerde veri kaynağı olarak kullanılabilir.



Şekil 31. Mevcut servis altyapıları ile bağlantılı GraphQL sunucusu

3.7.3. Hibrid GraphQL Sunucusu

Mevcut servis altyapılarının GraphQL ile bağlantılı hale getirildikten sonra ortaya çıkan yeni gereksinimler doğrultusunda, veritabanına doğrudan bağlantılı hale getirilmesi yaklaşımıdır. Bu yaklaşım ilk iki yaklaşımın birleştirilmiş halidir.



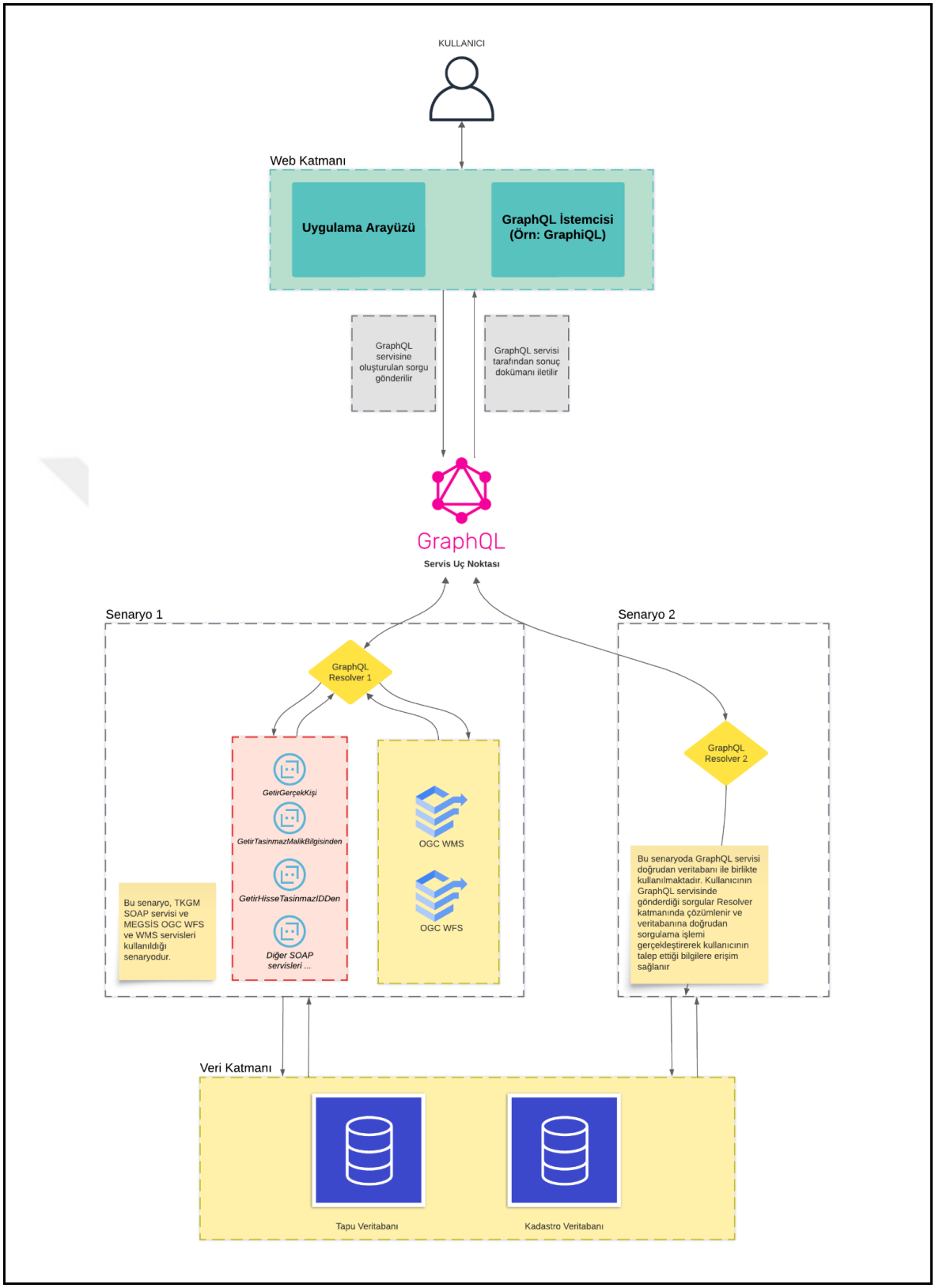
Şekil 32. Hibrid GraphQL Sunucusu

3.8. TKGM Servislerinin GraphQL Servis Yaklaşımı ile Gerçekleştirimi

Türkiye'de tapu ve kadastro çalışmaları, Tapu ve Kadastro Genel Müdürlüğü (TKGM) tarafından tek çatı altında yürütülmektedir. TKGM' nün görevleri 3045 sayılı Kanunun 2. maddesinde tanımlanmıştır (Resmî Gazete, 2010). 2007 yılında, Bostancı ve Cömert tarafından SOAP standardına uyumlu tapu web servisleri önerilmişti (Bostancı ve Cömert,

2007). Tapu ve Kadastro Genel Müdürlüğü, 2012 yılında tüm tapu müdürlüklerini kapsayacak şekilde tapu işlemlerini online ortamda geliştirmek için SOAP servisleri yayınladı. Tapu ve Kadastro Bilgi Sistemi (TAKBİS) sayesinde tapu işlemleri online ortama taşıdı. TKGM SOAP servisleri ile parsellere ilişkin tapu verileri yayınlanmaktadır. Parsellere ilişkin konumsal veriler, OGC WMS ve WFS servisleri yoluyla yayınlanmaktadır. TKGM tarafından parsellere ilişkin konumsal verileri yayınladığı altyapı, MEGSİS olarak nitelendirilmektedir (URL-55, 2023). Ek'te Tablo 1'de TKGM tarafından geliştirilen SOAP servisleri listesi bulunmaktadır. Ek Tablo 1'de, 37 adet SOAP servisi uç noktası olduğu görülmektedir.

TKGM web servislerinin GraphQL ile gerçekleştirimi için TKGM tapu servislerinin incelenmesi ve belirlenen kullanım senaryoları eşliğinde karşılaştırma çalışmaları gerçekleştirilmiştir. TKGM SOAP web servisleri ile gerçekleştirilen senaryoların aynısı, GraphQL servisleri ile gerçekleştirecektir. Bu iki yaklaşım ile gerçekleştirim karşılıklı değerlendirilecek ve GraphQL yaklaşımı sağladığı avantajlar bakımından irdelenecektir. Ekteki dokümanlarda, TKGM tarafından yayınlanan SOAP servislerine ait diyagram görülmektedir. Şekil 33'de ise TKGM servislerinin GraphQL yaklaşımı ile gerçekleştirilmesine yönelik modele ait diyagram görülmektedir.

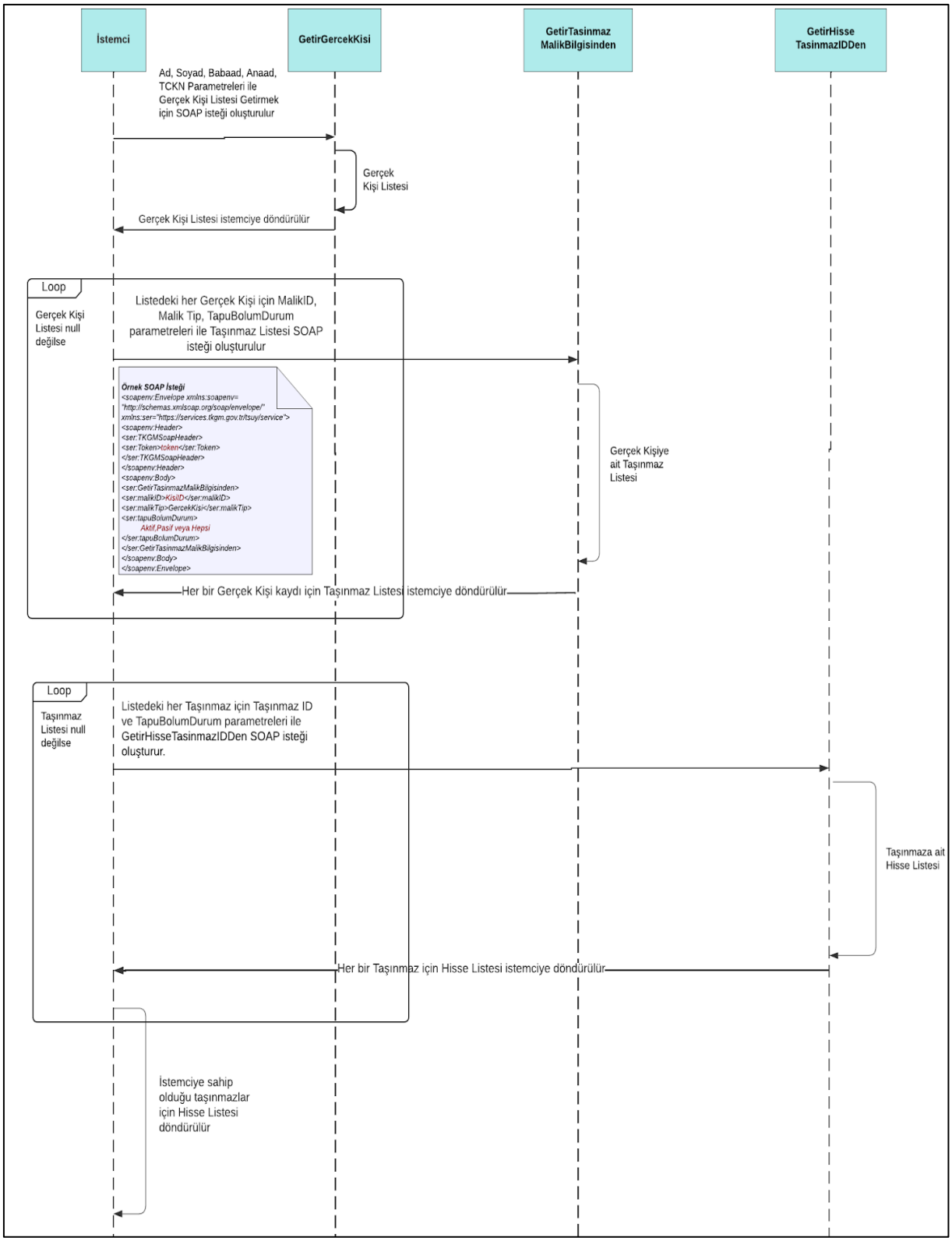


Şekil 33. TKGM Soap ve Megsis Servislerinin GraphQL ile gerçekleştirimi

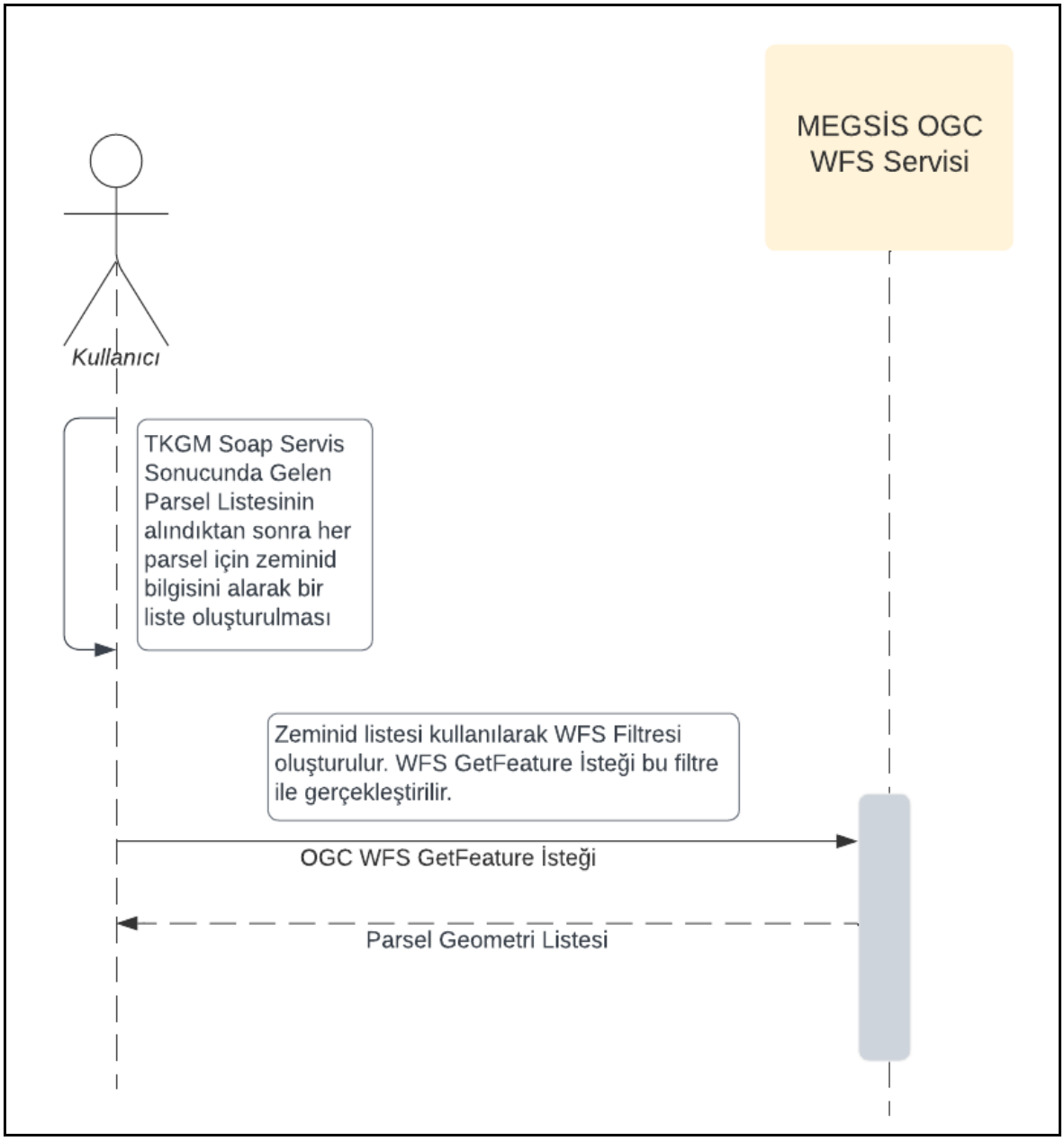
Şekil 34'te TKGM SOAP ve Megsis OGC servislerinin GraphQL ile gerçekleştirimin mimarisi gösterilmektedir. Senaryo 1'de mevcut servis altyapıları ile bağlantılı GraphQL

yaklaşımı, senaryo 2'de ise doğrudan veritabanı ile bağlantılı GraphQL gerçekleştirimi yaklaşımı gösterilmiştir. Senaryo 1'de kurum, mevcut servis altyapısını yayınlamaya devam eder ve bu servislerin önüne bir GraphQL servis uç noktası oluşturarak kullanıcılara GraphQL hizmeti yayınlar. Senaryo 2'de kurum, mevcut servis altyapısını erişime kapatarak doğrudan veritabanı bağlantılı bir şekilde GraphQL servis uç noktası oluşturarak kullanıcılara GraphQL hizmeti yayınlar. Senaryo 1'de kullanıcının ilettiği GraphQL sorgusuna yönelik SOAP ve OGC WMS ve WFS istekleri GraphQL Resolver tarafından oluşturulur. Bu istekler yayınlanan servisler tarafından gerçekleştirilir. Servislerden dönen bilgiler resolver katmanında kullanıcının sorgusuna göre kullanıcıya sunulur. Senaryo 2'de kullanıcının ilettiği GraphQL sorgusuna yönelik SQL sorguları GraphQL Resolver tarafından oluşturulur ve doğrudan veritabanına iletilir. Veri katmanından dönen SQL sorgu yanıtları resolver katmanında kullanıcının ilettiği GraphQL sorgusuna göre kullanıcıya sunulur.

Şekil 32'de bir Gerçek Kişinin bilgileri ile taşınmaz listesinin alınması, taşınmaz listesi sonucunda, sorgulanan kişiye ait hisse bilgilerinin edinilmesi iş akışının SOAP servisiyle gerçekleştirilmesinin iş akışı UML olarak gösterilmektedir. UML akış diyagramı incelendiğinde, istemci hisse bilgisini alacağı gerçek kişi için *GetirGercekKisi* isteği oluşturur. *GetirGerçekKişi* isteğinin sonucunda gerçek kişi listesi döner. Gerçek kişi listesi bir kayıttan oluşabileceği gibi birden fazla kayıttan oluşabilir. İstemci tarafından gerçek kişi listesindeki her bir gerçek kişi kaydı için *GetirTasinmazMalikBilgisinden* isteği oluşturulur. *GetirTasinmazMalikBilgisinden* servis isteği sonucunda, her bir gerçek kişi kaydı için taşınmaz listesi bilgisi döner. Bu işlem tüm gerçek kişi kaydı için gerçekleştirilir. Gerçek kişi listesinden tüm taşınmaz listesi elde edilir. İstemci, taşınmaz listesindeki tüm taşınmazlar için *GetirHisseTasinmazIDDen* isteği oluşturur. Tüm taşınmazlar için *GetirHisseTasinmazIDDen* isteği gerçekleştirildikten sonra, istemci bir gerçek kişiye ait hisse listesi bilgisine ulaşır. Ayrıca sorguladığı parselin geometri bilgisine ulaşmak için MEGSİS OGC WFS servisine *GetFeature* isteğinde bulunur. WFS isteği sonucunda dönen geometri bilgiside ayrıca haritada görüntüleme işlemi gerçekleştirilir.



Şekil 34. Tapu servisleriyle bir gerçek kişiye ait taşınmazların hisse bilgilerine ulaşmak için hazırlanan UML Akış Diyagramı



Şekil 35. Zemin ID listesi ile gerçek kişinin sahip olduğu parsellerin geometri bilgisinin alınması

Şekil 31. UML akış diyagramında gösterilen senaryoda, bir gerçek kişinin sahip olduğu taşınmazların hisse bilgisine ulaşmak için istemcinin gerçekleştirmesi gereken servis isteği sayısı, 1 adet *GetirGercekKisi* isteğinden 10 adet gerçek kişi kaydı olması durumunda 10 adet *GetirTasinmazMalikBilgisinden* servis isteği gerçekleştirilmesi gerekmektedir. İstemci, *GetirTasinmazMalikBilgisinden* 10 adet taşınmaz bilgisi geldiği senaryoda, 10 adet *GetirHisseTasinmazIDDen* isteği gerçekleştirilmesi gerekecektir. Dolayısıyla, istemci bir gerçek kişiye ait taşınmazların hisse bilgilerine erişim sağlayabilmek için 21 adet istek gerçekleştirmesi gerekmektedir. Bu servis isteklerine ek olarak ilgili parsellerin geometri

bilgisine ulaşmak için OGC WFS isteği oluşturulması gerekmektedir (Şekil 35). Şekil 31'de gösterilen iş akışındaki senaryonun aynısı GraphQL servisi ile gerçekleştirilmesi durumunda istemci tarafından gerçekleştirilmesi gereken yalnızca bir GraphQL isteği Tablo 17'te gösterilmiştir.

Tablo 25. Şekil 35 Senaryosunun GraphQL ile gerçekleştirilmesi

Servis Uç Noktası(EndPoint): http://localhost:4000/

GraphQL Sorgu

```
query
GetirGercekKisiTasinmazHisseListesi {
  gercekkisi{
    adi
    soyadi
    tckno
    tasinmaz {
      il
      ilce
      mahalle
      ada
      parsel
      hisse {
        ID
        TasinmazID
        Pay
        Payda
        Tip
        IstirakNo
        TapuBolumDurum
        Malik
     }
     geometry
   }
  }
}
```

Sorgu Sonucu

```
{
  "data": {
    "gercekkisi": [
     {
       "adi": "...",
       "soyadi": "...",
       "tckno": "...",
       "tasinmaz": [{
         "il": "....",
         "ilce": "....",
         "mahalle": "...",
         "ada": "...",
         "parsel": "...",
         "hisse": [{
           "ID": "...",
           "TasinmazID": "...",
           "Pay": "...",
           "Payda": "...",
           "Tip": "...",
           "IstirakNo": "...",
           "TapuBolumDurum": "...",
           "Malik": "..."
         },...],
         "geometry": [...]
       },...] }, ...]}
```

Tablo 26. GraphQL ile Gerçek Kişinin sadece TC nosu, Taşınmazın ID bilgisi, Hisse Pay ve Payda bilgisi getiren sorgu

Servis Uç Noktası(EndPoint): http://localhost:4000/	
GraphQL Sorgu	**Sorgu Sonucu**

query
GetirGercekKisiTasinmazHisseListesi {
  gercekkisi{
  tckno
  tasinmaz {
  id
  hisse {
  Pay
  Payda
  }
  }
  }
}
	{
	  "data": {
	  "gercekkisi": [
	  {
	  "tckno": "...",
	  "tasinmaz": [{
	  "id": "....",
	  "hisse": [{
	  "Pay": "...",
	  "Payda": "...",
	  },...]
	  },...]
	  }, ...
	  ]
	}

GraphQL sorgusunda yazılan GetirGercekKisiTasinmazHisseListesi ismi rastgele oluşturulmuş bir sorgu ismidir. Bu sorguya ilişkin daha önce hazırlanmış herhangi bir hazır rutin bulunmamaktadır. GraphQL sorguları ile kullanıcılar kendi ihtiyaçlarına göre farklı sorgular hazırlayabilmektedir.

3.9. GraphQL'in UKVA Ortamında Kullanımı

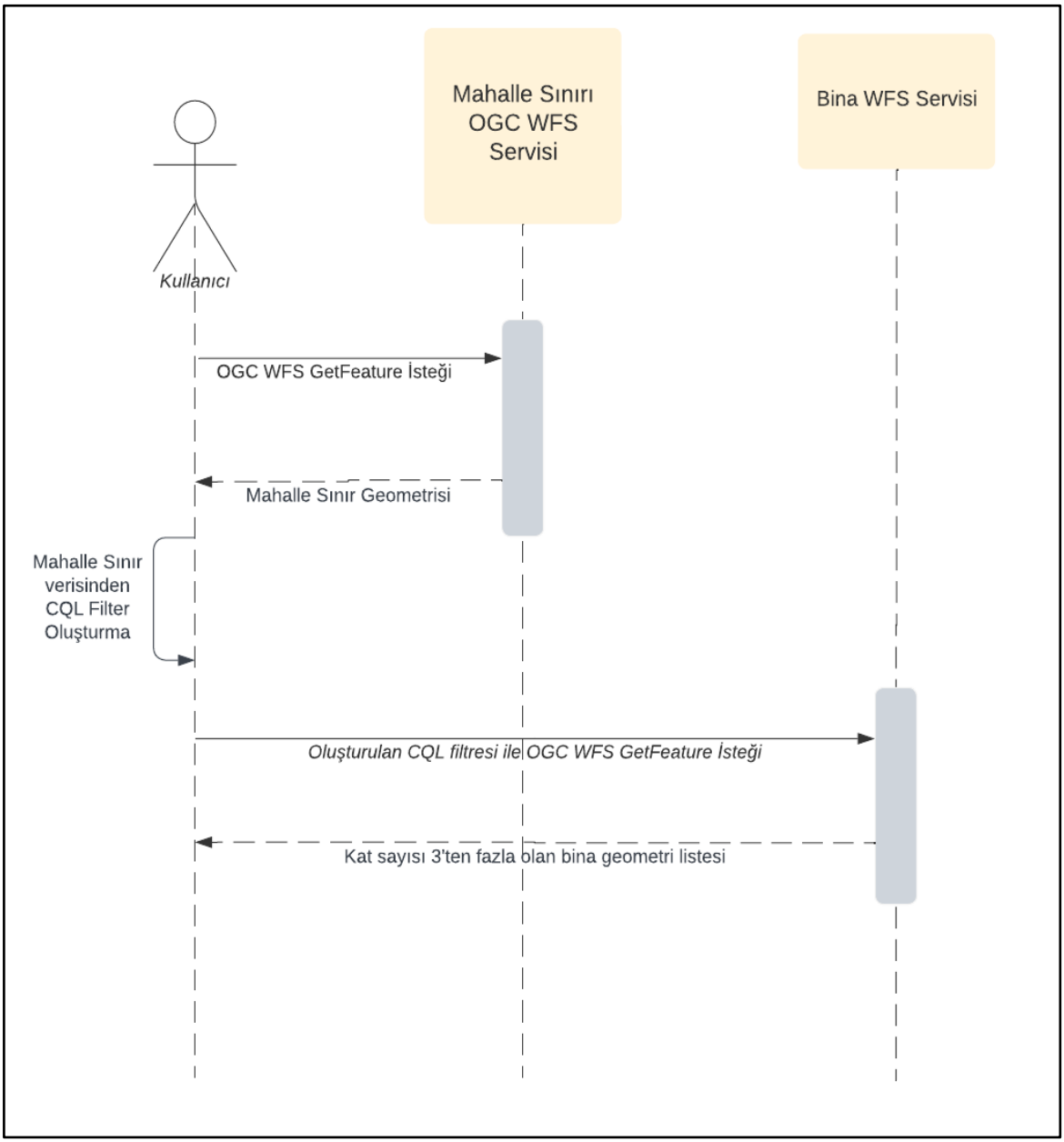
GraphQL yaklaşımının UKVA ortamında kullanımına yönelik fırsatların değerlendirilmesi ve bu fırsatlara yönelik örnek senaryoların geliştirilmesine yönelik çeşitli deneysel çalışmalar yapılmıştır. GraphQL'in UKVA ortamında kullanılması konusunda 3 başlık altında GraphQL kullanım senaryoları test edilmiştir. Bunlar; GraphQL ile servis kompozisyonu ve konumsal veri sunumunda kullanılması, GraphQL'in UKVA ortamında dönüştürücü olarak konumlandırılması şeklinde olacaktır. GraphQL ile servis kompozisyonu başlığında, UKVA ortamında yayınlanan konumsal veri servislerinin bir

arada kullanılmasıyla bir konumsal servis kompozisyonu işleminin gerçekleştirilmesine yönelik çalışmalar yapıldı. GraphQL'in açık veri ortamında dönüştürücü olarak konumlandırılması başlığı altında, UKVA yaklaşımının ana çıktılarından birisi olan veri dönüşümü noktasında standart bir veri şemasının tanımlanması ile dönüştürücüsü sayısının azaltılmasına yönelik hizmet verecek şekilde GraphQL'in farklı veri şemalarındaki verilerin UKVA kapsamında tanımlanan veri şemasına dönüştürülmesini sağlayacak şekilde dizayn edilmesine yönelik çalışmalar yapıldı.

3.9.1. GraphQL ile Servis Kompozisyonu

Servis kompozisyonu; daha karmaşık işlevleri gerçekleştirmek için birden çok servisi tek bir serviste toplama işlemidir (Moghaddam ve Davis, 2014). Bir kullanıcı tarafından gerçekleştirilmek istenen karmaşık bir uygulamanın, tek bir web servisi tarafından yerine getirilememesi durumunda, uygun web servislerinin birleştirilerek uygulamanın gerçekleştirilmesi şeklinde tanımlanabilir (Bostancı ve Cömert, 2010). Servis kompozisyonu konusunda literatürde çokça çalışma ve yöntem bulunmaktadır (Milanovic ve Malek, 2004). Bu çalışma kapsamında, GraphQL ile servis kompozisyonu gerçekleştirmeye yönelik çalışmalar gerçekleştirildi.

Bu başlık kapsamında UKVA ortamında örnek bir senaryo belirlenmiştir. Bu örnek senaryoda bir kullanıcının bir WFS servisiyle aldığı mahalle sınır verisini kullanarak, bu mahalle içerisindeki kat sayısı 3'ten fazla olan binaların listesine ulaşmak olarak belirlenmiştir. GraphQL servisi kullanılmadan bu senaryonun UKVA ortamında gerçekleştirilmesi için yapılması gereken işlemler Şekil 32'deki UML akış diyagramı olarak gösterilmiştir.

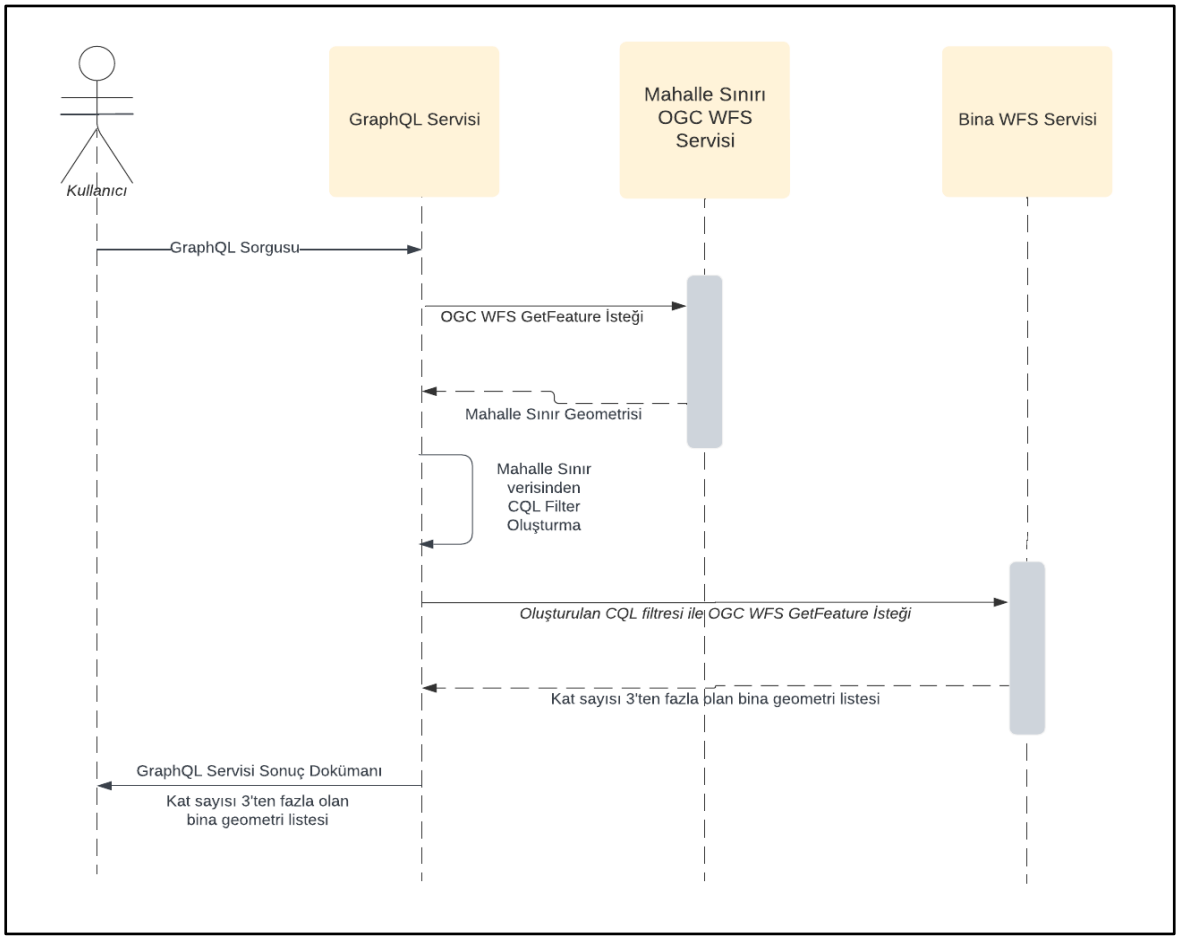


Şekil 36. UKVA ortamında belirlenen senaryonun gerçekleştirilmesi iş akış diyagramı

Şekil 32'de görüldüğü gibi UKVA ortamında farklı WFS servislerinden gelen veriler ile karşılanabilecek bir senaryoda farklı servislerin kompozisyonu ihtiyacı ortaya çıkmaktadır. Servis kompozisyonunun sağlanamadığı durumda, kullanıcı her aşamada OGC WFS servis isteği oluşturması, sonuç dokümanındaki bilgiler ile başka bir WFS isteği oluşturması ve servisten dönen sonuç dokümanında olan bilgiler ile bir harita oluşturması gerekmektedir. Her adımda, kullanıcının manuel iş süreçlerini yürütmesi gerekmektedir. Şekil 33'de gösterilen senaryoda kullanıcı 2 adet WFS servisi ile hedeflenen bilgiye ulaşabilmektedir. Kullanıcının ulaşmak istediği bilgi için kullanması gereken servis sayısı

arttıkça, bu süreç daha da zorlaşmaktadır. Tam da bu sorun, UKVA ortamında sağlanacak servis kompozisyonu ile çözümlenebilecek bir sorundur.

Literatürde UKVA ortamında servis kompozisyonu için çeşitli yöntemler bulunmaktadır (Ulutaş ve Cömert, 2020) (Yue vd., 2007) (Halilali vd., 2022). Servis kompozisyonu, manuel yarı otomatik ve tam otomatik servis kompozisyonu olarak üç başlık altında değerlendirilmektedir. (Ulutaş ve Cömert, 2020). Bu çalışma kapsamında yapılacak servis kompozisyonu, yarı otomatik servis kompozisyonuna bir örnek olarak yapılmıştır.



Şekil 37. GraphQL ile Servis Kompozisyonu İş Akış Diyagramı

Tablo 27. GraphQL Servis Kompozisyonu Servis İsteği

<table>
<tr><td colspan="2">Servis Uç Noktası(EndPoint): http://localhost:4000/</td></tr>
<tr><td>GraphQL Sorgu</td><td>Sorgu Sonucu</td></tr>
<tr><td>

```
query BinaListesi(filter : {kat > 3}) {
  adi,
  geom{
    geojson
  }
}
```

</td><td>

```
{
  "data": {
    "binalistesi": [
      {
        "adı": "...",
        "geom": {
          "geojson": {
             "type": “Polygon”,
             “coordinates”: [ … ]
          }
      }, ...
    ]
}
```

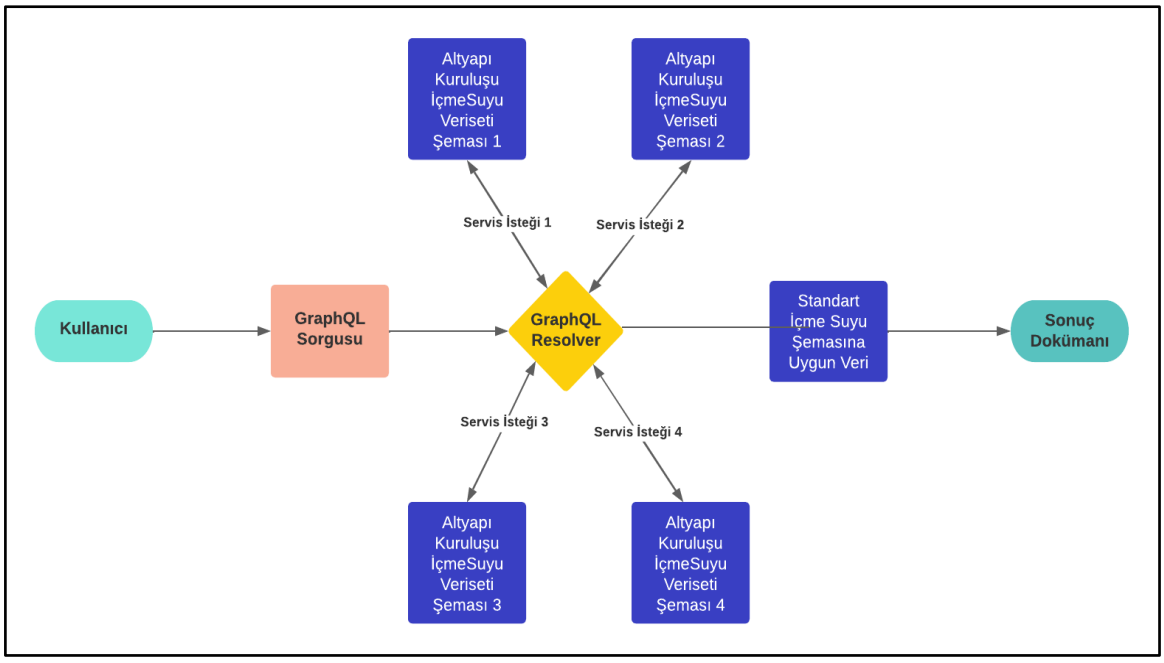
</td></tr>
</table>

GraphQL servisinin, konumsal veri sunumunda kullanılmasına yönelik çeşitli çalışmalar bulunmaktadır (Staring, 2020), (OGC, 2019), (URL-27, 2023), (URL-28, 2023). GraphQL servis yaklaşımının, konumsal veri sunumunda kullanılması henüz yeni bir konudur. CBS sektöründe yaygın bir kullanımda olan bir servis yaklaşımı değildir. Konumsal veriler ile birlikte kullanılmasına yönelik ticari bir ürün örneği vermek gerekirse, ArcGIS Urban API'de GraphQL kullanıldığı görülmektedir (URL-56, 2023). GraphQL servis yaklaşımının konumsal veri sunumunda popüler hale gelmesiyle, Leaflet ve OpenLayers vb. harita istemcilerinde buna yönelik eklentiler hızla gelişecektir.

Bunun dışında, bu başlık altında belirtildiği gibi farklı OGC servisleri, REST ve SOAP servisleri gibi servisler arasında bir servis kompozisyonu oluşturularak sağlanacak sorgulama hizmetlerinde önemli katkılar sağlayacaktır. GraphQL Resolver seviyesinde manuel kompozisyonlar yaparak servis kompozisyonu konusunda önemli gelişim sağlanabilecektir.

3.9.2. GraphQL'in Açık Veri Ortamında Dönüştürücü Olarak Kullanılması

Dönüştürücüden kasıt; iki farklı veri şeması arasındaki dönüşümdür. UKVA çalışmaları kapsamında, standart bir veri şemasının tanımlanması işlemleri, olası dönüştürücü sayısını azaltmak için yapılmaktadır. Dolayısıyla, UKVA ortamında kullanıcıların öğrenmesi gereken veri şeması sayısı da bu doğrultuda azalmaktadır. Bu tez çalışması kapsamında, Bölüm 4'te UKVA yaklaşımının geçerliliği konusunda çalışmalar yapılmış ve ülkemiz gibi henüz UKVA çalışmalarını kabul edilebilir seviyede gerçekleştiremeyen ülkeler için doğrudan açık veri yaklaşımına geçilmesi önerilmiştir. Bu başlık altında da UKVA ortamındaki gibi standart bir veri şemasına ihtiyaç duyulduğunda GraphQL'in bir dönüştürücü olarak kullanılabilmesine yönelik çalışmalar yapılmıştır. Bu çalışmanın yapılmasındaki ana hedef, bir ülkedeki kurumların UKVA yerine açık veri yaklaşımıyla verileri sunduğu bir ortamda, veri yayıncısı kurumların kullandıkları farklı veri şemalarının bir arada GraphQL ile kullanılabileceğinin ispat edilmesidir. Bu çalışma kapsamında, içme suyu veri seti baz alınarak, 3 farklı altyapı kurumunun farklı veri şemalarında sağladığı içme suyu veri seti için dönüştürücü rolünde bir GraphQL servisinin geliştirilmesi örnek senaryo olarak belirlenmiştir.



Şekil 38. GraphQL'in açık veri ortamında dönüştürücü olarak kullanılması senaryosu

Şekil 35'te görüldüğü üzere, GraphQL servisi farklı veri şemalarını hedef bir şemaya dönüştürme işlemini yerine getiren bir dönüştürücü olarak kullanılabilecektir. GraphQL Resolver' kullanıcının ihtiyaç duyduğu veri şemasına dönüşüm işlemleri gerçekleştirilerek bu dönüşüm işlemini yerine getirmektedir. Farklı şemalarda yayınlanan GraphQL servislerinin bir arada kullanılabilmesini sağlayan yöntemler mevcuttur. Bunlar, Apollo Federation (URL-57, 2023), GraphQL Gateway (URL-58, 2023), Schema Stitching (URL-59, 2023) şeklindedir. Tüm bu yöntemler; manuel ve yarı otomatik dönüşümler şeklindedir. GraphQL yaklaşımının şemalar ile gerçekleştirilmesinden dolayı farklı şemalar arasında dönüşümü sağlayacak yöntemler ile UKVA ortamında bir dönüştürücü olarak kullanılması mümkündür.

3.9.3. GraphQL ile Konumsal Veri Yayını

Bu tez çalışması kapsamında, GraphQL başlığı altında detaylı bir şekilde açıklamalar yapılmıştır. Bu başlık altında, bir konumsal verinin doğrudan GraphQL yaklaşımı yayınlanması çalışması yapılmıştır. GraphQL servis geliştirme sürecinde, veritabanı olarak PostgreSQL/PostGIS, GraphQL servis geliştirme altyapısı için PostGraphile (URL-33, 2023) ve @graphile/postgis (URL-34, 2023) uygulamaları kullanılmıştır.

PostGraphile uygulaması açık kaynak kodlu, PostgreSQL veritabanı şemasından otomatik bir şekilde GraphQL şeması üreten ve bir GraphQL servisine dönüştürülmesini sağlayan bir uygulamadır. Bu çalışmada Şekil 44'te anlatılan MASKİ kurumunda kullanılan içme suyu şemasında içme suyu hattı ve su deposu konumsal verilerinin GraphQL ile yayınlanması senaryosu geliştirilmiştir. SQL scriptleri ve GraphQL servislerine ilişkin yazılım kodları bu tez çalışmasının EK dosyasına eklenmiştir. Tablo…, Tablo…, Tablo… bir GraphQL servisi ile nasıl konumsal veri sorgulama işlemleri yapılacağına dair örnekler ifade edilmiştir.

app.js

```
const express = require("express");
const { postgraphile } = require("postgraphile");

const PgSimplifyInflectorPlugin = require("@graphile-contrib/pg-simplify-inflector")
const PostgisPlugin = require("@graphile/postgis")

const PostGraphileConnectionFilterPlugin = require("postgraphile-plugin-connection-
filter");
```

```
const PostGraphileConnectionFilterPostgisPlugin = require("postgraphile-plugin-connection-filter-postgis")

const app = express();

app.use(
  postgraphile(
    "postgres://postgres:emre150076@localhost:5432/graphql",
    "app_public",
    {
        subscriptions: true,
        watchPg: true,
        dynamicJson: true,
        setofFunctionsContainNulls: false,
        ignoreRBAC: false,
        retryOnInitFail: true,
        showErrorStack: "json",
        extendedErrors: ["hint", "detail", "errcode"],
        appendPlugins: [PgSimplifyInflectorPlugin, PostgisPlugin.default || PostgisPlugin, PostGraphileConnectionFilterPlugin,  PostGraphileConnectionFilterPostgisPlugin],
        exportGqlSchemaPath: "schema.graphql",
        graphileBuildOptions: {pgOmitListSuffix: false},
        graphiql: true,
        enhanceGraphiql: true,
        allowExplain: true,
        enableQueryBatching: true,
        legacyRelations: "omit",
      }
  )
);

app.listen(process.env.PORT || 6161);
```

schema.graphql

```
…
type SIcmeSuyuDepo implements Node {
  """
  A globally unique identifier. Can be used in various places throughout the system to identify this single value.
  """
  nodeId: ID!
  id: Int!
  geom: GeometryPoint
  kapyeterlilikdurum: Int
  sukaynagi: Int
  tadilatdurumu: Int
  tadilatyili: Date
  kayittarihi: Datetime
  guncellemetarihi: Datetime
  durum: Int
  hacim: BigFloat
  projeid: Int
```

```
  scadakodu: String
  insaattarih: Datetime
  insaatfirma: String
  giriskotu: BigFloat
  cikiskotu: BigFloat
  mulkiyetdurum: Int
  telcitdurum: Boolean
  verikaynagi: Int
  depotip: Int
  depokodu: String
  kameradurum: Boolean
  depotur: Int

  """Reads a single `Proje` that is related to this `SIcmeSuyuDepo`."""
  projeByProjeid: Proje
}

…burası görmezden gelinmiştir

type SIcmeSuyuHatti implements Node {
  """
  A globally unique identifier. Can be used in various places throughout the system to
identify this single value.
  """
  nodeId: ID!
  id: Int!
  geom: GeometryLineString
  projeid: Int
  hattipi: Int
  capi: Int
  malzeme: Int
  borubasincsinifi: Int
  borumarkasi: String
  guzergah: Int
  katodikoruma: Int
  uzunluk: Float
  imalattarihi: Datetime
  verikaynagi: Int
  tur: Int

  """Reads a single `Proje` that is related to this `SIcmeSuyuHatti`."""
  projeByProjeid: Proje
}
…
```

SQL Scriptleri

```
CREATE TABLE "sIcmeSuyuHatti" (
   id serial4 NOT NULL,
   "GEOM" public.geometry(linestring, 4326) NULL,
   "PROJEID" int2 NULL,
   "HATTIPI" int2 NULL,
   "CAPI" int2 NULL,
```

```
   "MALZEME" int2 NULL,
   "BORUBASINCSINIFI" int2 NULL,
   "BORUMARKASI" bpchar(1) NULL,
   "GUZERGAH" int2 NULL,
   "KATODIKORUMA" int2 NULL,
   "UZUNLUK" float8 NULL,
   "IMALATTARIHI" timestamp NULL,
   "VERIKAYNAGI" int2 NULL,
   "TUR" int2 NULL,
   CONSTRAINT "sIcmeSuyuHatti_pkey" PRIMARY KEY (id)
);
CREATE INDEX "fki_ICMESUYUHATTI_PROJEID" ON app_public."sIcmeSuyuHatti" USING btree
("PROJEID");
CREATE INDEX "sidx_sIcmeSuyuHatti_GEOM" ON app_public."sIcmeSuyuHatti" USING gist
("GEOM");

-- app_public."sIcmeSuyuHatti" foreign keys

ALTER TABLE app_public."sIcmeSuyuHatti" ADD CONSTRAINT "ICMESUYUHATTI_PROJEID" FOREIGN KEY
("PROJEID") REFERENCES proje("ID");
```

Tablo 28. GraphQL ile Su Deposu Listesi Getirme

Servis Uç Noktası (EndPoint): http://localhost:6161/graphql	
GraphQL Sorgu	**Sorgu Sonucu**

`{`
`  sIcmeSuyuDepos {`
`  nodes{`
`  id,`
`  projeid,`
`  geom{`
`  geojson`
`  }`
`  }`
`  }`
`}`
	`{`
	`  "data": {`
	`  "sIcmeSuyuDepos": {`
	`  "nodes": [`
	`  {`
	`  "id": 2,`
	`  "projeid": 1,`
	`  "geom": {`
	`  "geojson": {`
	`  "type": "Point",`
	`  "coordinates": [`
	`  27.382000911,`
	`  38.645117639`
	`  ]`
	`  }`
	`  …  }`

Tablo 29. GraphQL ile İçme Suyu Hattı Listesi Getirme

Servis Uç Noktası (EndPoint): http://localhost:6161/graphql

GraphQL Sorgu

```
{
    sIcmeSuyuHattis {
        nodes{
            id,
            projeid,
            geom{
                geojson
            }
        }
    }
}
```

Sorgu Sonucu


```
{
  "data": {
    "sIcmeSuyuHattis": {
      "nodes": [
        { "id": 1,
          "projeid": 1,
          "geom": {
            "geojson": {
              "type": "LineString",
              "coordinates": [
            [ 27.382008107,
                38.645097748],
            [27.381809717,
                38.644151581],
            [27.381138243,
                38.642518678],
            [27.379978424,
                38.640931558],
            [27.379718991,
                38.640412692],
            [27.379245907,
                38.639176569],
            [27.378864388,
                38.638138837],
            [27.378864388,
                38.638138837],
            [27.379718991,
                38.637787839
                ] ]
```


… göz ardı edilmiştir

Tablo 30. ID'si 1 olan içme suyu hattı geometrisini getirme

Servis Uç Noktası (EndPoint): http://localhost:6161/graphql	
GraphQL Sorgu	**Sorgu Sonucu**

{
sIcmeSuyuHatti(id: 1){
id,
geom{
geojson,
srid
}
}
}
	{
	"data": {
	"sIcmeSuyuHatti": {
	"id": 1,
	"geom": {
	"geojson": {
	"type": "LineString",
	"coordinates": [
	.. göz ardı edilmiştir.
	]
	},
	"srid": 4326
	}
	}
	}
	}

Bu başlık altında geliştirilen GraphQL servisi, doğrudan veritabanı ile bağlantılı GraphQL sunucusu yaklaşımına uygun olarak geliştirilmiştir. Geliştirici, bu yaklaşım sayesinde oluşturacağı dinamik sorgular ile doğrudan konumsal veritabanına ulaşır ve dizayn ettiği sorguya göre sonuç dokümanı şemasını belirleyebilmektedir. Dolayısıyla, geliştiricinin sadece ihtiyaç duyduğu alanların sonuç dokümanında olmasıyla, veri hacmini düşürmesi sağlanmaktadır. 3.5. REST servisleri ve GraphQL Servis Karşılaştırması başlığı altında anlatıldığı gibi GraphQL'in çeşitli alanlarda sağladığı avantajlar bulunmaktadır.

3.9.4. GraphQL ve OGC Kapsamında Değerlendirilmesi

Bir önceki başlıkta, GraphQL ile konumsal veri yayınlama ve sorgulama işlemler için örnek bir uygulama geliştirilmişti. OGC de GraphQL ile ilgili bir takım çalışmaları yapmıştır (OGC, 2019). Bu çalışmada, örnek senaryolar eşliğinde GraphQL'in konumsal veri sunumu ve sorgulanması bakımından irdelendiği görülmektedir. Çalışmada, GraphQL ile WFS

Filter, CQL Filter, STAC JSON karşılaştırılmaktadır. Bu karşılaştırma ve değerlendirmelerden sonra, GraphQL'in GeoJSON veya CityJSON ile kullanılmaması, belli amaçlara yönelik belirlenen özel veri şemalarıyla kullanılması önerilmiştir (OGC, 2019). Bu öneri, GraphQL'in konumsal veri ile kullanılması bakımından son derece yetersiz bir yaklaşımdır. İlgili çalışmada gerçekleştirilen kullanım senaryolarına bakıldığında konumsal veriyi görüntüleme ve konumsal veri kullanarak çeşitli sorgular gerçekleştirilememiştir. Oysa ki, bu tez kapsamında yapılan çalışma ile GraphQL'in konumsal veri ile sorunsuz çalıştığı ve geometrilerin GeoJSON formatında geliştiricilere sunulabildiğine dair örnek uygulamalar geliştirilmiştir. GraphQL'in GeoJSON ve CityJSON gibi konumsal veri formatları ile birlikte çalışamadığı bilgisi yanlış bilgidir.

OGC servislerinin kullanım senaryosunda da REST yaklaşımında olduğu gibi GraphQL'e göre dezavantajlar bulunmaktadır. OGC standardı olan WFS ile sunulabilecek bir konumsal verinin GraphQL yaklaşımı ile sunulmasına yönelik geliştirme çalışmaları gerçekleştirilmiştir. Örneğin; GraphQL ile sonuç dokümanının şeması servisi kullanan geliştiricinin tasarladığı sorgu ile belirlenmektedir. OGC WFS servisi veya OGC API Feature servisi, geliştiricinin servis isteği sonucunda dönecek sonuç dokümanında her zaman servis sağlayıcısı tarafından belirlenen uygulama şemasının tamamı yayınlanmaktadır. Bu durum, geliştiricinin ihtiyaç duyduğu bilgilerin yanı sıra ihtiyaç duymadığı alanlarında sonuç dokümanında olmasına sebep olmaktadır.

REST yaklaşımı, temel düzey bir REST servisinin nasıl gerçekleştirileceğini tanımlamayla beraber servis dizaynı konusunda bir tanımlama içermez. Bir REST servisinin nasıl tasarlanacağı, hangi kaynakların (resource) şemasının nasıl yayınlanacağı ve hangi uç noktadan hangi URL şemasına göre tüketileceği gibi pek çok tasarıma muhtaç bileşenlerin belirlenmesini servis geliştiricisi yapmaktadır (URL-36, 2023) (URL-37, 2023), (URL-38, 2023). Dolayısıyla, bir veritabanında bulunan verilerin servis yoluyla diğer geliştiricilere nasıl sunulacağı tamamen servis geliştiricisinin tasarımına kalmaktadır. GraphQL ile işletilen senaryoda, bir konumsal veritabanında bulunan konumsal verilerin tamamı, servisi yayınlayan geliştiricinin herhangi bir tasarım işlemi yapmadan doğrudan yayınlanmasıyla gerçekleştirilmektedir. REST servis tasarımında, servis yayıncısının tasarımından kaynaklanabilecek eksiklikler, sorunlar vb. durumlar, GraphQL yaklaşımıyla ortadan kaldırılmaktadır. Çünkü, GraphQL yaklaşımıyla servisten talep edilen bilgiler, servisi kullanan geliştiriciler tarafından tasarlanan sorgular ile gerçekleştirilmektedir. Servisi kullanan geliştiricilerin farklı ihtiyaçlara göre farklı sorgular tasarlayabilmesi, REST

yaklaşımında servis sağlayıcısı tarafından yapılan servis tasarımı işlemini, servisi kullanan geliştiriciye bırakılabilmesi sağlanmaktadır.

Bu tez çalışması kapsamında 3.5. REST servisleri ve GraphQL servisleri karşılaştırılması başlığı altında anlatıldığı gibi GraphQL'in REST yaklaşımına göre önbellekleme (caching), hata yönetimi (error handling), kompleks sorgular oluşturulabilmesi, verinin REST'te olduğu gibi bir kaynak(resource) olarak tanımlanmaması gibi dezavantajları da bulunmaktadır.

OGC API ile REST istekleriyle gerçekleştirilmesi, servis sunucusunda daha önce gelen aynı isteklerin önbelleğe alınması ile konumsal veriye erişim performansını artırmaktadır. GraphQL'de ise önbellekleme henüz çözümlenmemiş bir sorundur. Her geliştiricinin farklı sorgular oluşturabilmesi, servis isteklerin ön belleklenmesini zorlaştırmaktadır. GraphQL'de önbellekleme işleminin servisi kullanan geliştirici tarafından çözülmesi önerilmektedir. Bunun yanı sıra GraphQL sunucusu tarafından önbellekleme ile ilgili ön kayıtlı sorgular (persisted queries) gibi çeşitli yöntemler bulunmaktadır (Spasev vd, 2020).

REST servisi yaklaşımında, servis istekleri sonucunda hata oluşması durumunda, sonuç dokümanı başlığında HTTP durumları ile geliştiriciye hata kodu iletilir. Örneğin; geliştiricinin servisten talep ettiği bir kaynağın bulunamaması durumunda HTTP durumu 404, servis isteğinde bir hata olması durumunda 500 gibi hata durumları geliştiriciye iletilir. GraphQL servis isteği sonucunda bir veri bulunamadığı durumda servis isteği sonuç dokümanı başlığında HTTP durumu 200 döndürülür. Sonuç dokümanı içerisinde hata mesajı geliştiriciye iletilir. Bu durumda, geliştirici her GraphQL isteği sonucunda bir hatanın olup olmadığını sonuç dokümanından kontrol etmek zorunda kalmaktadır. Bu durum, hata yönetimini zorlaştırmaktadır (URL-35, 2023).

GraphQL'in en önemli dezavantajı, verinin REST yaklaşımında olduğu gibi bir kaynak olarak kullanılabilir olmamasıdır. Bu durum, REST servis yaklaşımının ilkelerinden birisi olan tek biçimli arayüz (uniform interface) ilkesini ihlal etmektedir. REST yaklaşımında, servisle sağlanan her verinin belirli bir URL'si bulunmalıdır. Bu yaklaşım, ilgili kaynağın benzersiz bir erişim adresine sahip olmasını sağlamaktadır. Bir konumsal verinin bağlantılı veri kapsamında kullanılabilmesi için verilerin birbirine bağlanabilmesi gerekir. Bağlantılı veride için benzersiz bir erişim adresine yani URI'ye sahip olması gerekmektedir (Berners-Lee, 2006). GraphQL tek bir servis uç noktasından hizmet verdiği

ve veriye sorgular yoluyla erişim sağlanabildiği için GraphQL ile yayınlanan verinin benzersiz bir erişim adresinin oluşturulması mümkün olmamaktadır. Bağlantılı veri açısından, GraphQL'in kullanılamaması önemli bir dezavantajdır.

3.10. Sonuç

Bu çalışma kapsamında, GraphQL servis yaklaşımı detaylıca incelenmiştir. Bu servis yaklaşımı, konumsal verinin sunumunda ne gibi yenilikçi çözümler sunabileceği noktasında irdelenmiştir. Bu doğrultuda TKGM tarafından yayınlanan SOAP ve OGC web servisleri incelenmiş ve bu web servislerinin GraphQL servis yaklaşımı ile gerçekleştirimine yönelik yazılım geliştirme çalışmaları gerçekleştirilmiştir. GraphQL ile gerçekleştirim sonucunda oluşturulan web servisleriyle verilen hizmetler ile mevcut TKGM SOAP ve OGC web servisleriyle sunulan hizmetlerin karşılaştırılması yapılmıştır. Bu karşılaştırmalar kapsamında TKGM SOAP servisiyle 21 adet istekle gerçekleştirilen kullanım senaryosu, GraphQL servisleri ile 1 adet servis isteğiyle gerçekleştirilmiştir. Sunuculara gelen istek sayısının dramatik bir şekilde azaltılması, sunucu yükünü azalatacak ve performansı artıracaktır. Ayrıca, geliştiricinin sadece ihtiyaç duyduğu bilgileri GraphQL sunucusundan alabilmesini sağlaması, sonuç dokümanı (response) boyutunu düşüreceği için, sunucunun daha düşük boyutlu sonuç dokümanı sağlamasıyla, sunucu yükünü azaltacaktır. Aynı hizmet çok daha düşük maliyetlerle ve yüksek verimlilikle gerçekleştirilebilecektir.

Performans dışında, GraphQL servislerinin başka alanlarda sağladığı katkılar bulunmaktadır. GraphQL servisleri, geliştiriciler açısından bakıldığında SOAP servislerine göre çok daha kolay kullanılabilir ve geliştirilebilir servislerdir. GraphQL servisleri, geliştiricilere yetkilendirme (authorization) konusunda farklı fırsatlar sunmaktadır. Tapu servisleri incelendiğinde, yetkilendirmenin servis istekleri bazında, kimlik doğrulama aşamasında gerçekleştirildiği görülmektedir. Kullanıcı, bir servise ya erişebilmekte ya da kimlik doğrulama aşamasında servise erişimi engellenmektedir. GraphQL servislerinde, yetkilendirme iş mantığı katmanında (business logic layer) gerçekleştirilmektedir. Belirlenecek roller ile kullanıcılara sadece servis bazında değil, hangi servise erişim sağlayabileceği ve erişim sağladığı servisten sağlanan verinin hangi kısmını görebileceğine yönelik detaylı bir yetkilendirme mekanizması oluşturabilmektedir. Tapu servislerinde hangi kullanıcıların hangi servislere erişim sağlayabileceği ve verinin en küçük detayına

kadar bir yetkilendirme mekanizması oluşturulabilmesi, Kişisel Verilerin Korunması Hakkında Kanun (KVKK) ile ilgili hususlar bakımından da önemli katkılar sağlayacaktır.

TKGM SOAP Servis paylaşımı, kurumların mevcut uygulamalarına tapu servislerini entegre edebilmesini sağlamıştır. Servis kullanıcısı kurumlar, çok daha verimli ve kaliteli hizmetler üretmiştir. 26/11/2019 tarihinde, Tapu ve Kadastro Genel Müdürlüğü Veri Paylaşım Üst Kurulunun aldığı karar sonucunda, TAKBİS servislerinin dış kullanıma kapatma kararı alındığı görülmektedir (TKGM, 2019). TKGM Veri Paylaşım Üst Kurulunun kararı incelendiğinde, servislerin kapatılması kararı KVKK kanununa dayandırılmıştır. Kurumun KVKK açısından çekinceleri GraphQL yaklaşımı ile ortadan kaldırılacaktır. Servisler tarafından sağlanan veriler, GraphQL yaklaşımında geliştirilecek yetkilendirme mekanizmaları ile KVKK hükümlerine uyumlu servisler haline hızlıca getirilebilecektir.

Mevcut servis altyapıları ile bağlantılı GraphQL sunucusu yaklaşımı ile mevcut tapu servislerine çok düşük maliyetle entegre edilebilir. Servislerin sıfırdan tekrar yazılmasına gerek kalmadan mevcut servis altyapısının üzerine GraphQL sunucusu kurularak gerekli geliştirmeler yapılarak tapu servisleri GraphQL'e uyumlu hale getirilebilir. TKGM tarafından yayınlanan SOAP servisleri, sadece GraphQL'in erişebileceği yerel sunuculara aktarıldıktan sonra, SOAP servislerinin dizaynından kaynaklanan sunucudaki ağ yükü minimize edilebilir.

UKVA yaklaşımındaki gibi kurumların ortak bir şema üzerinde çalışmasından ziyade her kurumun kendi uygulama şemasında çalışabilmesi ve farklı kurumlar arasında bir veri entegrasyonu gerektiği senaryo da ise GraphQL'in bir dönüştürücü olarak kullanılması önemli bir çözüm önerisi olarak ortaya konulmuştur. GraphQL servis yaklaşımının UKVA ortamında kullanımına yönelik çeşitli senaryolar gerçekleştirilmiştir. Konumsal veri sunumunda modern yaklaşımlar kapsamında GraphQL servis yaklaşımı önemli fırsatlar sunmaktadır. Yaklaşık 30 yıldan beridir dünya genelinde yürütülen UKVA çalışmaları incelendiğinde, konumsal veri sunumu yönteminde pek bir gelişme yaşanmamıştır. GraphQL, konumsal veri sunumunun modernizasyonunda kullanılabilecek önemli bir seçenek olarak belirlenmiştir.

4. UKVA GERÇEKLEŞTİRİMİ GEÇERLİLİĞİ

4.1. Giriş

Bu bölümde, dünya genelinde ve ülkemizdeki UKVA çalışmaları incelenecek, mevcut çalışmalardaki eksiklikler ve yanlışların tespiti gerçekleştirilecektir. Karşılaşılan bu sorunlara yönelik çözüm önerileri ortaya konulacaktır. Bu doğrultuda, UKVA çalışmaları ve özel sektörün durumu değerlendirilecektir. Son olarak, UKVA yaklaşımının geçerliliği sorgulanacak ve etkin veri altyapısının hayata geçirilmesi için öneriler gerçekleştirilecektir.

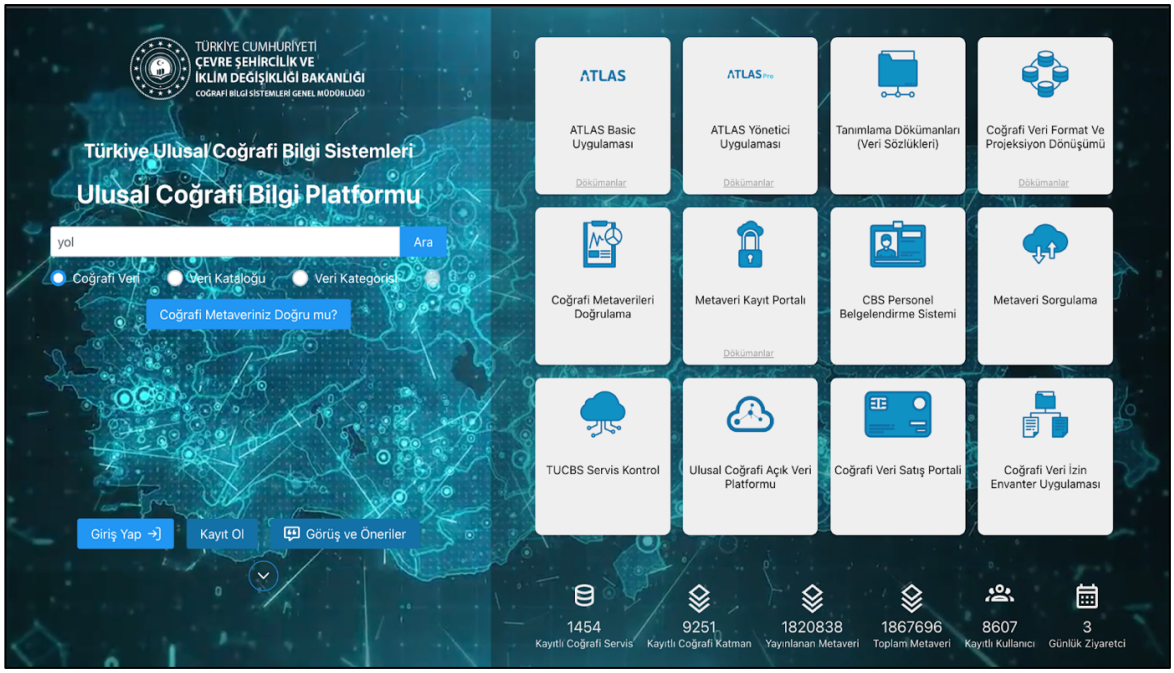
4.2. Türkiye'de UKVA Çalışmaları

Konumsal Veri Altyapıları (KVA), birlikte işlerlik altyapılarıdır (Cömert, 2004). Ulusal ölçekte gerçekleştirilen Söz konusu altyapı, Ulusal Konumsal Veri Altyapısı (UKVA) olarak adlandırılmış ve Türkiye için gerekliliği, 1996 yılında dile getirilmiştir (Cömert, 1996). Ülkemizde, konumsal veri altyapıları bakımından yapılan çalışmalar incelendiğinde e-dönüşüm Türkiye projesi kapsamında 2003-2004 yılları için hazırlanmış Kısa Dönem Eylem Planında ilk defa bu anlamda hedeflere yer verilmiştir. Kısa Dönem Eylem Planında, Eylem 47'de Türkiye Ulusal Coğrafi Bilgi Sisteminin oluşturulması için bir ön çalışma yapılması hedeflenmiştir. Bu çalışmanın gerçekleştirilmesinde sorumlu kuruluş TKGM olarak belirlenmiştir. 2005 yılı Ocak ayında, Türkiye Ulusal Coğrafi Bilgi Sistemi Oluşturulabilmesi İçin Ön Çalışma Raporu, TKGM tarafından yayınlanmıştır.

2005 yılında Kısa Dönem Eylem Planında Eylem 36 kapsamında, Türkiye Coğrafi Bilgi Sistemi (TUCBS) Oluşturmaya Yönelik Hazırlık Çalışmalarını içeren Eylem 36 Politika ve Strateji Dokümanı, TKGM tarafından yayınlandı. Eylem 36 kapsamında, TUCBS projesi misyon, vizyon ve yol haritasına yönelik çalışmalar gerçekleştirilmiştir. 2006-2010 Bilgi Toplumu Stratejileri çalışmaları kapsamında çeşitli faaliyetler gerçekleştirilmiştir. Bilgi Toplumu Stratejileri çalışmaları kapsamında, 75 numaralı eylem olarak CBS altyapısı Kurulumu Projesi ile çeşitli çalışmalar gerçekleştirilmiştir. 2011 yılına gelindiğinde, TKGM sorumluluğunda gerçekleştirilen UKVA çalışmaları, Çevre ve Şehircilik Bakanlığı bünyesinde kurulan Coğrafi Bilgi Sistemleri Genel Müdürlüğüne devredilmiştir. 2011 yılında TÜRKSAT tarafından Eylem 75 kapsamında hazırlanan ve

tamamlanan Coğrafi Bilgi Sistemi Altyapısı Kurulumu Fizibilite Etüdü çalışması gerçekleştirildi. TÜRKSAT tarafından gerçekleştirilen Coğrafi Bilgi Sistemi Altyapısı Kurulumu Fizibilite Etüdü çalışması 2012 yılında eksiklikler giderilerek revize edildi. 2013 yılında, CBS Genel Müdürlüğü tarafından yapılan ihale yoluyla geoportal uygulamasının ilk versiyonu hayata geçirildi.

Geoportal uygulamasının hayata geçmesinden sonra, 2018 yılında, 10/7/2018 – 30474 nolu 1 numaralı Cumhurbaşkanlığı kararnamesi kapsamında Coğrafi Bilgi Sistemleri Genel Müdürlüğünün görev ve sorumlulukları tekrar belirlenmiştir. 2019 yılında 49 numaralı Cumhurbaşkanlığı kararnamesi kapsamında, kurulacak Türkiye Coğrafi Bilgi Sistemi Yürütme Kurulu bağlı çalışma heyetleri tanımlanmıştır. Ulusal Coğrafi Bilgi Platformunun kurulumu, bakımı, idamesi, geliştirilmesi ve işletilmesi karar altına alınmıştır. Ulusal Coğrafi Veri Sorumluluk Matrisinin yayınlanması kuralı karar altına alınmıştır. (1) sayılı liste ile Coğrafi Veri Temaları, 49 numaralı kararname ile liste halinde yayınlanmıştır. 2020 yılında, 7221 sayılı Coğrafi Bilgi Sistemleri İle Bazı Kanunlarda Değişiklik Yapılması Hakkında Kanun ile çeşitli düzenlemeler gerçekleştirilmiştir. 2021 yılında Coğrafi Veri İzinleri Yönetmeliği ve Coğrafi Veri Lisans Yönetmeliği yayınlandı. Bu alanda çeşitli düzenlemeler ile TUCBS çalışmaları yürütülmeye çalışılmaktadır.



Şekil 39. CBS Genel Müdürlüğü tarafından atlas.gov.tr adresinde yayınlanan geoportal uygulaması

2003 yılından bu yana UKVA çalışmaları incelendiğinde, oldukça yavaş ilerleyen bir süreç işletildiği görülmektedir. Tam 20 yıl boyunca bu alanda çeşitli çalışmalar gerçekleştirilmektedir. 20 yılın sonunda, UKVA çalışmaları halen tamamlanamadığı ve kabul edilebilir bir seviyeye ulaşamadığı görülmektedir. Son yıllarda yapılan girişimler incelendiğinde, fikirsel bir savrulma yaşandığı görülmektedir. TUCBS çalışmalarının yürütücüsü olan CBS Genel Müdürlüğünün, bu alanda yaptığı çalışmalar ve hayata geçirilen kanun ve yönetmelikler incelendiğinde, karar vericilerin konumsal veri altyapılarının amacını net bir şekilde algılayamadıkları görülmektedir. UKVA veya TUCBS ismine ne denirse densin, bir konumsal veri altyapısının ana amacının, konumsal veriler ile iş yapan tüm kesimler arasında konumsal verilere erişimini, dağıtımını ve paylaşılmasını sağlayacak etkin bir ekosistemin oluşturulması olduğu unutulmamalıdır. Son dönemde bu alanda alınmış kararlar incelendiğinde, bunun aksine CBS sektörüne doğrudan müdahaleler yapılarak verinin üretimi üzerinde bir kontrol mekanizması oluşturulmaya çalışıldığı görülmektedir.

7221 sayılı kanunu, Madde (1)'de Ulusal Coğrafi Veri Sorumluluk Matrisinde yer alan coğrafi verilerin toplanması, üretimi, paylaşımı ile mali ve cezai hükümler konusunda çeşitli düzenlemeler getirmektedir. Dolayısıyla, bu kanun ile CBS Genel Müdürlüğüne, özel sektörde coğrafi veri üreten tüm özel şirketleri lisanslama yetkisi vermektedir. Bunun anlamı, CBS Genel Müdürlüğü izni olmadan ticarete konu olacak herhangi bir coğrafi veri üretilemeyeceğidir. Oysa ki, UKVA çalışmalarında ana hedef veri paylaşım yöntemlerinin belirlenmesi ve verilerin belirlenecek temalara göre standart hale getirilmesidir. 7221 sayılı kanunda ortaya konulan yaklaşımın UKVA felsefesi ile uyuşan herhangi bir yönü bulunmamaktadır. Ulusal Konumsal Veri Altyapısı (UKVA), ülke genelindeki tüm kamu kurumları, yerel yönetimler, özel sektör ve konumsal veri ile iş yapan bütün kesimler arasında birlikte işlerliği sağlayan ve ilgililere gereksinim duydukları veri ve servislere anlık erişim ve kullanım olanağı tanıyan bir altyapıdır (Cömert, 1996). 7221 sayılı kanun ile coğrafi veri üretimine getirilen kısıtlamalar, konumsal veri ile iş yapan tüm kesimler arasında birlikte işlerliğinin sağlanması ilkesine ters düşmektedir. Örnek verecek olursak, UKVA'nın taraflarından olan özel sektör temsilcisi, UKVA ortamında yayınlanan bir coğrafi veriyi kullanarak ticari bir hizmet sağlamaya çalıştığında, yıllık bir izin bedelini ödemeden bu işlemi gerçekleştirememektedir. Dolayısıyla veri kullanımı için gereken bir lisansa ihtiyaç duyulması, UKVA ekosistemine ters bir yaklaşımdır.

4.2.1. CBS Genel Müdürlüğü Geoportal Uygulaması İncelemesi

Geoportal uygulamaları, konumsal veri altyapılarının gerçekleştirilmesindeki en popüler yöntemdir. CBS Genel Müdürlüğü tarafından yayınlanan geoportal uygulaması, geoportal uygulamalarının sağlaması gereken özellikler bakımından incelenmiştir. Bu çalışma kapsamında, yayınlanan geoportal ile ilgili incelemeler yapılmıştır. CBS Genel Müdürlüğü tarafından yayınlanan geoportal, kullanıcı deneyimi bakımından incelenecek ve INSPIRE Geoportal, dünya genelindeki çoğu geoportal çalışması, açık veri portallarına entegre edildiği için ABD açık veri portalı ve Birleşik Krallık açık veri portalları ile karşılaştırılacaktır.

Kullanılabilirlik, ISO 9241 nolu standartta, "bir ürünün belirli kullanıcılar tarafından belirli bir kullanım bağlamında etkinlik, verimlilik ve memnuniyet ile belirli hedeflere ulaşmak için ne ölçüde kullanılabileceği" olarak tanımlanmaktadır. ISO 9241-11'te kullanılabilirlik, temel anlamda verimlilik (effectiveness), yeterlilik (efficiency), memnuniyet (satisfaction) başlıkları altında değerlendirilir. Literatürde, kullanılabilirliğin çeşitli tanımları vardır . Kullanılabilirlik, kolay öğrenebilirlik(learnability), yeterlilik (efficiency), akılda kalınabilirlik (memorability), hatalar (errors) ve memnuniyet (satisfaction) kriterleriyle ölçülür.

Bu çalışma kapsamında, geoportal için temel düzeyde kullanılabilirlik testi yapılacaktır. Standart bir kullanılabilirlik testi oluşturmak için 5 adet senaryo belirlenmiştir. Bu temel senaryolar, bir geoportalın ya da açık veri portalının karşılaması beklenen temel hizmetlerdir. Geoportalların kullanılabilirlik açısından test edilmesine yönelik literatürde çeşitli çalışmalar bulunmaktadır (Nikiforova ve McBride, 2021) (Mutambik vd., 2021) (Wang vd., 2021) (Máchová, 2018) (Hysenllari, 2020) (Jansen, 2020) (Barton, 2015) (Xin vd., 2012) (Hochsztain, 2015).

Senaryolar;

1. Ana sayfada, uygulama hakkında yeterli bilgilendirme yapılıp yapılmadığı ve kullanıcılar için bilgilendirme sayfaları mevcut olup olmadığının incelenmesi,
2. Kullanıcının veri araştırması için başlangıç noktası olan ana sayfada veri seti kategorilerinin olması, herhangi bir anahtar kelime araması yapmadan doğrudan veri listesine göz atabilmesi ve karşılaştığı ekranda filtreleme eylemleriyle hedefine ulaşması için araçlar sağlanmış olup olmadığının belirlenmesi

3. Temel veri setlerinden bina, yol, vb. temel bir veriye dair arama işleminin gerçekleştirilmesi ve bulunan verinin görüntülenmesi ve indirilmesi
4. Kullanıcının arama sonucunda bulduğu sonuçları filtreleyebilmesi, sorgu sonucunda veri sağlayıcısı, en son güncelleme tarihi gibi vb. alanları görüntülenmesi
5. Geliştiriciler için sağlanan bir API hizmetinin bulunması ve kullanılması

Bu senaryolara ilişkin ekran görüntüleri ve senaryo bazlı karşılaştırma tabloları, EK dokümanında ayrıca listelenmiştir. Burada, belirlenen bir tablo formatı yoluyla seçilen portal uygulamaların belirlenen senaryolara göre nasıl bir hizmet verdiğinin değerlendirilmesi yapılmıştır. Belirlenen tablo formatında, teste tabi tutulan portalın bilgileri, senaryo bilgisi, senaryo sonucu ve öneriler kısmı bulunmaktadır. Öneriler alanı sadece CBS Genel Müdürlüğü geoportal uygulaması için doldurulacaktır.

Tablo 31. Portal Uygulamalarının Senaryo Bazlı Kullanılabilirlik Açısından Karşılaştırılması

Portal Bilgisi	**Senaryo 1**	**Senaryo 2**	**Senaryo 3**	**Senaryo 4**	**Senaryo 5**
CBS Genel Müdürlüğü - Ulusal Coğrafi Bilgi Platformu	✓	x	x	x	x
ABD Açık Veri portalı	✓	✓	✓	✓	✓
INSPIRE Geoportal	✓	✓	✓	✓	✓
Birleşik Krallık Açık Veri Portalı	✓	✓	✓	✓	✓

Tablo 32. Senaryo 1

Portal Bilgisi	**CBS Genel Müdürlüğü - Ulusal Coğrafi Bilgi Platformu**
Senaryo 1	Ana sayfada, uygulama hakkında yeterli bilgilendirme yapılıp yapılmadığı ve kullanıcılar için bilgilendirme sayfaları mevcut olup olmadığının incelenmesi
Senaryo Sonucu	CBS Genel Müdürlüğü tarafından geoportal uygulaması *atlas.gov.tr* adresinden yayınlanmaktadır. Ana ekranda, kurum tarafından TUCBS kapsamında yayınladığı uygulamaların listesi sağ tarafta görülmektedir. Ana ekranın solunda, coğrafi veri arama ekranı görülmektedir. Bu ekranda, coğrafi veri arama yöntemi itibariyle 3 farklı yöntemle arama yapılabilmesi bakımından ayrıştırıldığı görülmektedir. Bunlar, coğrafi veri, veri kataloğu ve veri kategorisidir. Veri kataloğu ve veri kategorisi ayrımında, kullanıcıya seçim listesi verilmektedir. Veri kategorisi listesinde, meta veri standardı çalışmaları kapsamında CBS Genel müdürlüğü tarafından belirlenen IS0 19115 metaveri standardına uyumlu metaveri konu kategori listesidir. Veri kataloğunda listelenen kategorilerin hangi kaynağı ya da kararın referans alınarak oluşturulduğu konusunda bilgiye ulaşılamadı. Coğrafi veri seçeneği seçildiğinde anlaşıldığı kadarıyla, doğrudan meta veriler üzerinde *free text* araması yapılmasını sağlamaktadır. Bu çalışma kapsamında incelenen diğer portalların ortak özelliklerinden birisi, uygulamanın sağladığı hizmet hakkında, ilk defa giren kullanıcının ilgili hizmetin neye yarayacağını anlayabilmesi için kısa cümleler ile bir tanım ve bilgilendirme yaptığı görülmektedir. CBS Genel Müdürlüğü geoportal uygulaması ana sayfasında, ilgili web sayfasının ne konuda hizmet verdiğini anlattığı bir alan olmadığı görülmektedir. Sadece, *Ulusal Coğrafi Bilgi Platformu* tanımı yapılmaktadır. Bu tanımlama, kullanıcının ilk girdiği anda yapılması gereken bilgilendirme açısından oldukça yetersiz bir ifadedir.
Öneriler	Bu sayfada, ilk önce arama ekranında yapılmış olan coğrafi veri, coğrafi veri, veri kataloğu ve veri kategorisi ayrımından vazgeçilmelidir.

Tablo 32’nin devamı

	Veri kategorisi listesinde, 07_Yükseklik_5000_Alt, 08_Orta-görüntü_5000_Alt gibi ifadeler bulunmaktadır. Veri kategorisi listesi, gösterim şekli yeniden düzenlenmelidir. Bazı alt kategorilerinde, burada listelendiği görülmektedir. Bu durum sadece ana kategorilerin gösterilmesiyle düzeltilmelidir. Kullanıcıya, ana kategori listesi bir açılır seçim menüsünde değil, sayfaya girdiği gibi ekranda açıkca gösterilmelidir. Kullanıcıya bu şekilde kategorilerin gösterilmesi, nasıl veriler arayabileceğine dair ipucu verecektir. Geoportalların bir veri altyapısına erişim için geliştirilmiş kullanıcının giriş yaptığı bir kapı olarak tanımlamak gerekirse, bu kategori listesinin ekranda kullanıcıya gösterilmesi, kullanıcının konumsal veri altyapısına farklı noktalardan giriş yapma imkanı verecektir. Sistemin kullanıcılara sunduğu dokümantasyon oldukça zayıftır. Dokümantasyonda uygulamanın nasıl kullanılacağına geçmeden önce, sistem hakkında amacı, kapsamı, sağladığı hizmetler hakkında doyurucu bilgiler verilmelidir. Daha sonraki aşamada uygulamanın kullanımına yönelik detaylar verilmelidir. Mümkünse bu bilgilendirme dokümanları pdf olarak değil bir web sayfası şeklinde konumlandırılmalıdır. Bunun örnekleri bu çalışma kapsamında incelenen diğer portallarda bulunabilir.

Tablo 33. Senaryo 2

Portal Bilgisi	**CBS Genel Müdürlüğü - Ulusal Coğrafi Bilgi Platformu**
Senaryo 2	Kullanıcının veri araştırması için başlangıç noktası olan ana sayfada veri seti kategorilerinin olması, herhangi bir anahtar kelime araması yapmadan doğrudan veri listesine göz atabilmesi ve karşılaştığı ekranda filtreleme eylemleriyle hedefine ulaşması için araçlar sağlanmış olup olmadığının belirlenmesi

Tablo 33'ün devamı

Senaryo Sonucu	Veri kategorisi listesinde, meta veri standardı çalışmaları kapsamında CBS Genel müdürlüğü tarafından belirlenen IS0 19115 metaveri standardına uyumlu metaveri konu kategori listesi gösterilmektedir. Veri kategorisi listesi, kullanıcıya sunulan bir seçenek tıklandığında açılan bir pencerede gösterilmektedir. Bu durum, kullanıcı deneyimi açısından olumsuzluklar yaratmaktadır. Kullanıcı, herhangi bir anahtar kelime araması yapmadan metaveri arama işlemi gerçekleştirilememektedir. En az 3 karakter zorunluluğu bulunmaktadır. Kullanıcı 3 karakter girerek arama yaptığında, otomatik doldurma ile kullanıcıya öneri getirilmediği görülmüştür. Bu anlamda, kullanıcıya girdiği karakterlere göre bir öneri listesi gösterilmesi, kullanımı kolaylaştıracaktır. Kullanıcı, arama kutusuna bir ifade yazıldıktan sonra arama butonuna tıklandığında, bu tarz bir uygulamada benzeri görülmemiş bir şekilde bir açılır pencerede sadece verinin isimleri şeklinde listede gösterildiği görülmektedir. Bu yaklaşım, bir geoportal da arama sonuçlarının gösterilmesi açısından kabul edilebilir bir yaklaşım değildir. Arama sonuçlarında, veri sağlayıcısı, en son güncelleme tarihi, veriye dair açıklama gibi alanların hiçbirisinin yayınlanmadığı görülmektedir. Arama sonuçlarının gösterildiği ekranda herhangi bir filtreleme işlemi gerçekleştirilememektedir. Sorgu sonuçları panelinde herhangi bir filtreleme menüsü bulunmamaktadır.
Öneriler	Bu sayfada, ilk önce arama ekranında yapılmış olan coğrafi veri, coğrafi veri, veri kataloğu ve veri kategorisi ayrımından vazgeçilmelidir. Veri kategorisi listesinde, 07_Yükseklik_5000_Alt, 08_Orta-görüntü_5000_Alt gibi ifadeler bulunmaktadır. Veri kategorisi listesi, gösterim şekli yeniden düzenlenmelidir. Bazı alt kategorilerinde, burada listelendiği görülmektedir. Bu durum sadece ana kategorilerin gösterilmesiyle düzeltilmelidir.

Tablo 33'ün devamı

	Kullanıcıya, ana kategori listesi bir açılır seçim menüsünde değil, sayfaya girdiği gibi ekranda açıkca gösterilmelidir. Kullanıcıya bu şekilde kategorilerin gösterilmesi, nasıl veriler arayabileceğine dair ipucu verecektir. Geoportalların bir veri altyapısına erişim için geliştirilmiş kullanıcının giriş yaptığı bir kapı olarak tanımlamak gerekirse, bu kategori listesinin ekranda kullanıcıya gösterilmesi, kullanıcının konumsal veri altyapısına farklı noktalardan giriş yapma imkanı verecektir. Kullanıcı arama kutusunda herhangi bir ifade girmeden arama yaptığında kullanıcının önüne bir veri listesinin gösterildiği bir sayfanın hazırlanması gerekmektedir. Bu şekilde, kullanıcının bir kütüphanede kitap arar gibi raflar arasında dolaşması sağlanabilir. Geoportal uygulamasında bu şekilde bir özellik geliştirilerek, arka planda sistemde kayıtlı verilere yönelik bir araştırma yapma imkanı verilebilir. Mutlaka arama sonuçlarının gösterildiği bir sayfanın tasarlanması gerekmektedir. Bu sayfada gösterilen sonuçlarda, veri sağlayıcısı, son güncelleme zamanı ve veri açıklaması gibi alanlarının gösterilmesi sağlanmalıdır. Arama sonuçlarının gösterildiği sayfada gösterilen sonuçları filtreleyebilmesi açısından, kullanıcıya bir filtreleme menüsü yayınlanmalıdır.

Tablo 34. Senaryo 3

Portal Bilgisi	**CBS Genel Müdürlüğü - Ulusal Coğrafi Bilgi Platformu**
Senaryo 3	Temel veri setlerinden bina, yol, vb. temel bir veriye dair arama işleminin gerçekleştirilmesi ve bulunan verinin görüntülenmesi ve indirilmesi
Senaryo Sonucu	İlgili portalda bina verilerine ulaşmak için "*bina"* kelimesi aratılarak bir bina verisinin bulunması, görüntülenmesi ve verinin indirilmesi senaryosu işletilmiştir.

Tablo 34'ün devamı

	Bina kelimesi yazılarak arama butonuna tıklandı ve açılır pencerede bir liste halinde sonuçlar listelendi. Sayfalama ile bir liste kullanıcıya gösteriliyor. Sonuçlar incelendiğinde, çeşitli şehirlere ait halihazır projelerin listelendiği görüldü. İlk çıkan sonuca tıklanarak veri görüntüleme işlemi yapılmaya çalışıldı. Sonuca tıklandığında, kullanıcı başka bir uygulama olan basic.atlas.gov.tr web adresindeki uygulamaya yönlendirildi. Yönlendirilen ekranda metaveri bilgisinin gösterildiği bir pencere açıldı. Bu metaveri incelendiğinde ve diğer meta veriler incelendiğinde, örneğin verinin konumunu gösteren sınırlayıcı kutunun (bounding box) harita gösterildiği alana bakıldığında tüm Türkiye sınırını gösterdiği görülmektedir. Halbuki, ilgili verinin elazığ ili Üç Ocak bölgesine ait bir veri olduğu isminden anlaşılmaktadır. Diğer veri setlerinde de aynı durumun olduğu görülmektedir. Verinin nerde olduğunu gösterilmediği durumda kullanıcı veri seti isminden ön görerek, Elazığ ili Üçocak bölgesine herhangi bir otomatik yöntem kullanılmadan manuel bir şekilde zoom yaparak veriyi harita üzerinde görüntüleyebilmiştir. İlgili veri seti görüntülendiğinde ilgili bölgeye ait bir halihazır harita olduğu görülmüştür. Metaveri dokümanı incelendiğinde, metaveride bahsi geçen veri, OGC WMS servisi vasıtasıyla yayınlandığı görülmüştür. OGC WMS url bilgisi kullanılarak Atlas Basic uygulamasının dışında açık kaynak kodlu bir CBS yazılımı olan QGIS ile görüntülenmeye çalışılmıştır. Metaveri dokümanında belirtilen OGC WMS GetCapabilities isteği ile wms servisinin https://gis-prod-api.csb.gov.tr/trk_ilbank_tucbs_hh_wms oldu- ğu öğrenildi. Bu OGC WMS servisi ile QGIS'de görüntüleme işlemi yapılmaya çalışıldığında, ilgili servis URLsine bağlanılamadığı görüldü. Yapılan detaylı teknik çalışmada, Basic Atlas uygulamasında, bu servis URLsine bağlanabilmek için bir proxy servis kullanıldığı görülmüştür. Proxy servis URLsi, https://pro.atlas.gov.tr/geo.sys? ile birlikte QGIS'de veri görüntüleme işlemi başarılı bir şekilde gerçekleştirilmiştir. Bu durum, yazılım alanında herhangi bir bilgisi olmayan bir kullanıcının veri görüntüleme işlemini, Atlas

Tablo 34'ün devamı

	Basic uygulamasının dışında yapamamasına sebep olmaktadır. Bu durumdan, uygulamanın dışında veri görüntüleme işleminin yapılmamasına yönelik bir çalışma yapıldığı anlaşılmak- tadır. Uygulama genelinde bakıldığında, verilerin yayınlanmasında kullanılan servislerinin çok büyük kısmının OGC WMS servisi ile yayınlandığı görülmektedir. OGC WMS servisi verinin görüntülenmesini sağlayan bir servistir. Veriye ilişkin vektör verinin indirilmesi için OGC WFS servisi kullanılmaktadır. Dolayısıyla veri indirme işlemi gerçekleştirilememiştir.
Öneriler	Arama sonuçlarının sadece verinin ismiyle gösterildiği bir listede açılır pencerede gösterilmesi, kullanıcı deneyimi açısından oldukça yetersiz bir tasarımdır. Bu ekran yerine, internet kullanıcılarının arama motoru uygulamalarından, portal uygulamalarından aşina olduğu, kullanıcı bir metin araması yaptıktan sonra, bulduğu sonuçlara dair yeterli bilginin verildiği bir arama sonuç sayfasının tasarlanması gerekmektedir. Sonuçların gösterildiği sayfada, verinin ismi açıklaması, yayıncısı ve son güncelleme tarihi gibi bilgilerin olması gerekmektedir. Sonuçların gösterildiği sayfada, çeşitli parametrelere göre kullanıcıya filtreleme imkanı verilmelidir. Kullanıcı görüntülemek istediği veri hakkındaki bilgilerin gösterildiği bir sayfa hazırlanmalıdır. Kullanıcı bu sayfada meta verinin detaylarını bu sayfada görebilmelidir. Kullanıcı veri hakkındaki bilgi gösterilen sayfada, eğer isterse veriyi görüntüleme eylemini geoportal ortamında yapar ya da veri indirilebilir veri ise indirebilir ya da servis bilgilerini alarak kendi ortamında çalışmalarını yürütebilmelidir. Servis URL bilgilerinin önüne erişim için konulan proxy servisi yaklaşımı kaldırılmalıdır. Metaveride yayınlanan servis URLsi ile kullanıcı bilgiye erişebilmelidir. Portalda kayıtlı veriler baktığımızda büyük çoğunluğu WMS servisi olduğu görülmektedir. WMS servisi sadece veriyi görüntülemeyi sağlamaktadır. Oysa

Tablo 34'ün devamı

	ki, KVA'ların ana amacı veriye erişimi sağlamak ve kullanıcıların bu ortamda veriyle çalışabilmesi sağlamaktır. Bu yüzden, WFS servisi, doğrudan dosya yayınlanması özellikleri sisteme eklenmeli ve bu tarz veri ve servislerin tüm veri içerisindeki oranı artırılmalıdır.

Tablo 35. Senaryo 4

Portal Bilgisi	**CBS Genel Müdürlüğü - Ulusal Coğrafi Bilgi Platformu**
Senaryo 4	Kullanıcının arama sonucunda bulduğu sonuçları filtreleyebilmesi, sorgu sonucunda veri sağlayıcısı, en son güncelleme tarihi gibi vb. alanları görüntülenmesi
Senaryo Sonucu	CBS Genel Müdürlüğü Geoportal uygulamasında bulunan sonuçları çeşitli filtrelere göre filtreleme özelliği bulunmamaktadır. Sonuçlar hakkında sadece veri ismi bilgisi gösterilmektedir. Bu bilginin dışında herhangi bir bilgi gösterilmemektedir.
Öneriler	Arama sonuçlarının sadece verinin ismiyle gösterildiği bir listede açılır pencerede gösterilmesi, kullanıcı deneyimi açısından oldukça yetersiz bir tasarımdır. Bu ekran yerine, internet kullanıcılarının arama motoru uygulamalarından, portal uygulamalarından aşina olduğu, kullanıcı bir metin araması yaptıktan sonra, bulduğu sonuçlara dair yeterli bilginin verildiği bir arama sonuç sayfasının tasarlanması gerekmektedir. Sonuçların gösterildiği sayfada, verinin ismi açıklaması, yayıncısı ve son güncelleme tarihi gibi bilgilerin olması gerekmektedir. Sonuçların gösterildiği sayfada, çeşitli parametrelere göre kullanıcıya filtreleme imkanı verilmelidir.

Tablo 36. Senaryo 5

Portal Bilgisi	**CBS Genel Müdürlüğü - Ulusal Coğrafi Bilgi Platformu**
Senaryo 5	Geliştiriciler için sağlanan bir API hizmetinin bulunması ve kullanılması
Senaryo Sonucu	CBS Genel Müdürlüğü Geoportal uygulamasında geliştiricilerin kullanabileceği herhangi bir API hizmeti bulunmamaktadır.
Öneriler	Geliştiricilerin kendi uygulamaları içinde kullanabileceği bir API hizmeti geliştirilmesi ve yayınlanması gerekmektedir. Bu API hizmeti ile geliştirici sistemde kayıtlı meta verileri toplamaya izin vermesi gerekmektedir. Bunun dışında servislere erişim için programatik bir servis arayüzü ile veri sorgulama ve indirme faaliyetlerini yapabileceği API hizmeti sağlanmalıdır.

Bu 5 senaryonun seçilmesinin sebebi, portal uygulamalarında sağlaması gereken temel özellikleri kapsamasıdır. Karşılaştırma tablolarında görüldüğü gibi CBS genel müdürlüğü tarafından yayınlanan portalın, 5 senaryoyu karşılamakta sorun yaşadığı görülmüştür. İlgili portal uygulamasında bu eksikliklerin giderilmesi, ülkemizde KVA ortamının sağlıklı bir şekilde oluşturulması açısından önem arz etmektedir. Konumsal veriye erişimi sağlıklı ve kaliteli bir şekilde sağlayacak bir portal ortamının hayata geçirilmemiş olması, UKVA'da yapılan ve yapılacak çalışmaları eksik bırakacaktır. Kullanıcının ihtiyaç duyduğu veriye erişiminde yaşanacak sorunlar, birlikte işlerliğin hayata geçmesinde ve etkinleştirmesindeki en büyük engellerden birisidir.

Bu değerlendirmelerin dışında, CBS genel müdürlüğü tarafından yayınlanan geoportal uygulamasında karşılaşılan genel yaklaşımın, KVA açısından sorunlu olması nedeniyle verilerin sadece OGC WMS servisleri ile yayınlanmasındaki sorunun ayrıca vurgulanması gerekmektedir. Konumsal verilerin paylaşılması yöntemi olarak, sıklıkla OGC WMS servisinin kullanılması, UKVA ortamında sağlanması hedeflenen birlikte işlerlik ortamının oluşmasına katkı sağlamamaktadır. OGC WMS servisi, veri görüntüleme hizmeti olarak kullanılmaktadır. Yani sadece ilgili verinin bir harita görüntüleyici ile görüntülenmesi işlemi gerçekleştirilebilir. Buna ek olarak, OGC WMS servisinin *GetFeatureInfo* isteğiyle harita ekranında tıkladığı konuma ilişkin öznitelik bilgisi sorgulama işlemi

gerçekleştirilebilmektedir. Farklı kaynaklardan gelen verilerin kullanılarak çeşitli CBS analizlerinin gerçekleştirilmesi için verinin kaynağından indirilebilir olması ve analiz yapılabilir formatta yayınlanması gerekmektedir.

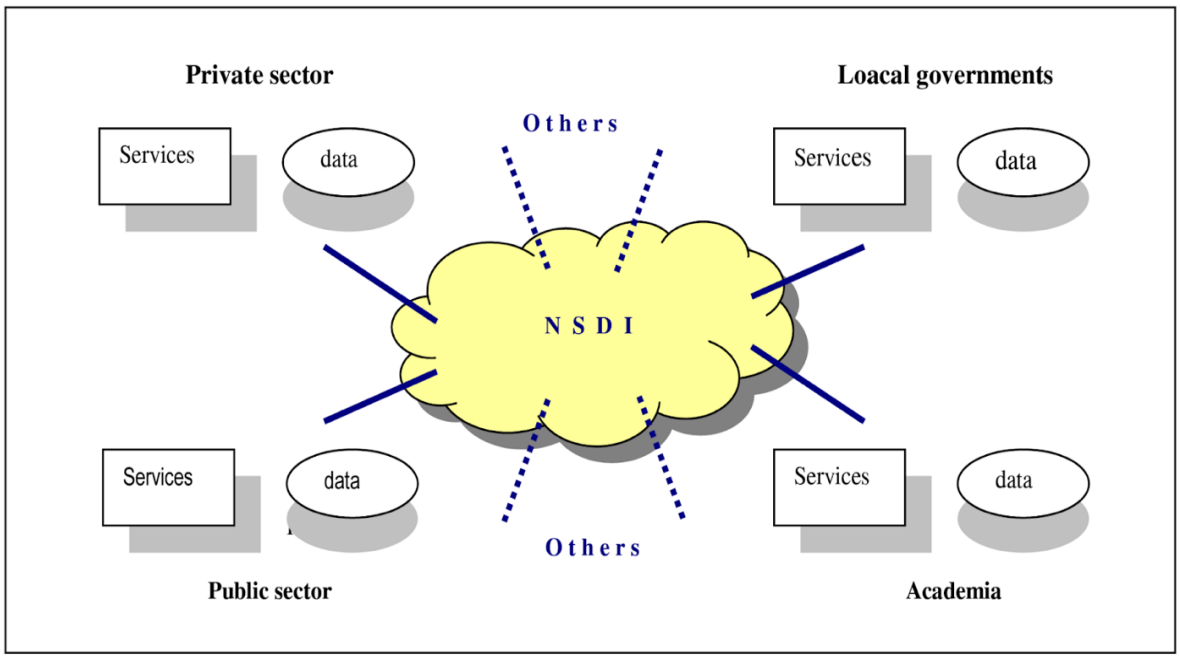
Geoportal, UKVA gerçekleştiriminin en önemli bileşenlerinden birisidir (Yıldırım, 2012). Literatürü incelediğimizde portalların kullanılabilirliğin iyi bir seviyede olmasının ilgili veriye erişimi açısından oldukça önemli olduğu görülmektedir. Portalların kullanılabilirliğinin ölçülmesi için çeşitli çalışmalar ve yöntemler kullanıldığı görülmektedir (Nikiforova ve McBride, 2021) (Mutambik vd., 2021) (Wang vd., 2021) (Máchová, 2018) (Hysenllari, 2020) (Jansen, 2020) (Barton, 2015) (Xin vd., 2012) (Hochsztain, 2015). Bu çalışmalar incelendiğinde, kullanılabilirliğin ölçülmesinde, belirli senaryolar, farklı yeterliliklere göre oluşturulan kullanıcı grupları ve senaryolarında gerçekleştirilme süreleri gibi parametreler kullanıldığı görülmektedir. Dolayısıyla, ülkemizde yayınlanan geoportal uygulaması, bu çalışma kapsamında başlangıç düzeyinde ilgili senaryonun gerçekleştirilip gerçekleştirilmediği testine tabi tutulmuştur. İlgili senaryoda yaşanan sorunlar ve çözüm önerileri şeklinde raporlanmıştır.

Bu testler kapsamında, ülkemizde ulusal ölçekte yayınlanan geoportalın oldukça yetersiz olduğu anlaşılmaktadır. UKVA çalışmalarında sürecin en maliyetli ve zaman alıcı tarafı, standartların belirlenmesi, standartlara uyumlaştırma çalışmaları ve tüm kurumların bu süreçte katılımını sağlamaktadır. UKVA çalışmalarında, en düşük maliyetli ve hızlı bir şekilde hayata geçirilebilecek aşama ise geoportallardır. Fakat geoportallar, oldukça düşük maliyetlerle en yüksek etkinin oluşturulabileceği aşamadır. Geoportallar, kullanıcının veriyi bulmasında ne kadar iyi bir hizmet sağlarsa, o kadar yüksek etki yapacaktır. Günümüz teknolojik gelişmeleri göz önüne alındığında, kullanılabilirliği yüksek olan bir geoportal uygulamasının hayata geçirilmesi oldukça kolaydır.

4.2.2. Ülkemizdeki UKVA Çalışmaları ve Özel Sektörün Durumu

Ulusal Konumsal Veri Altyapıları, Şekil 36 görüldüğü gibi 4 ana bileşenden oluşmaktadır (Cömert, 2004). Bunlar; akademi, kamu kurum ve kuruluşları, yerel yönetimler ve özel sektör bileşenleridir. Özel sektörün bir UKVA gerçekleştiriminde önemli rolü vardır. Özel sektörün bir UKVA ortamında, sadece kamu kurum ve kuruluşları için veri üreten, UKVA'nın gerçekleştirilmesinde altyapının geliştirilmesinde hizmet sağlayan konumunda bırakılması, UKVA'nın yarattığı katma değerin nihayetinde vatandaşın hayatına

yansıması önünde engeller oluşturacaktır. Konumsal veri altyapılarının nihai amacı, sadece kamu kurum ve kuruluşlar arasındaki veri paylaşım sorununu çözmek değildir. Dünya genelinde UKVA çalışmaları incelendiğinde, bu tür çalışmaların kamu özel iş ortaklığıyla (public private partnership) yapıldığı görülmektedir. UKVA ortamının hayata geçirilmesi, yaşatılması ve katma değer yaratılmasında özel sektör önemli rol almaktadır. Dolayısıyla, UKVA gerçekleştirilmesinde özel sektör sürecin her aşamasında etkin bir şekilde bulunması gerekmektedir. Etkin bir kamu özel iş ortaklığı, UKVA politikalarıyla ve kanuni altyapıyla desteklenmelidir.



Şekil 40. UKVA Bileşenleri (Cömert, 2004)

UKVA çalışmaları sürdürülürken özel sektörün sürece dahil edilmesi için özel çaba harcanması gerekmektedir. Özel şirketlerin bu veriyi kullanması ve bu veriler ile katma değerli ürünler geliştirilmesi desteklenmelidir. Tıpkı açık veri başlığı altında anlatıldığı gibi, çeşitli yarışmalar ve çağrılar oluşturulmalıdır. Kamu otoriteleri, çeşitli destek programları oluşturması gerekmektedir. Özel sektörün ilgisinin UKVA çalışmalarına yönlendirilmesi ve UKVA'da hedeflenen veri paylaşımının etkin bir şekilde hayata geçirilmesi sağlanmalıdır. UKVA tarafından sağlanan ortam, belirli seviyede teknik bilgiye sahip kullanıcılar için uygun bir ortamdır. Sade vatandaşın, UKVA ortamında sağlanan veriler ile bir çalışma yapabilmesi beklenen bir durum değildir. Geliştirilen bu altyapıların sürdürülebilirliği sadece kamu kurumlarının birbiriyle veri paylaşabilmesi ile sağlanamaz. Bunun dışında, bu altyapıda sağlanan verilerin sade vatandaşın hayatına iyi yönde katma değer sağlaması

gerekmektedir. Sade vatandaşın hayatına yansıyacak katma değer, ancak özel şirketlerin bu altyapı tarafından sağlanan veriler ile çeşitli ürünler geliştirilmesiyle sağlanabilecektir. Özel sektör, UKVA ortamı ile sade vatandaş arasında oluşturulacak köprüyü sağlayacak bileşenlerden en önemlisidir.

UKVA çalışmalarında karar vericiler, kamu özel iş ortaklığı konusunda politikaları hayata geçirmelidir. Sürdürülebilir kamu özel iş ortaklığı ortamının hayata geçmesi için her türlü aracı kullanmalıdır. Bu yaklaşım, konumsal veri ile iş yapan sektörlerde ekonomik büyüme ve rekabeti hızlandıracaktır. Bu sektörlerde yaşanacak ekonomik büyüme ve katma değerli ürünlerin artışı, UKVA ortamındaki uygulamalarda sağlanacak hizmetlerdeki kaliteyi artıracaktır.

Ülkemizdeki UKVA çalışmaları incelendiğinde, özel sektörün veri üretimi ve ilgili altyapıların hayata geçirilmesinde teknolojik destekler verdiği görülmektedir. Örneğin; TKGM tarafından tapu ve kadastro bilgilerinin üretimi konusunda etkin bir kamu özel iş ortaklığı uygulanmaktadır. Konumsal veri ile iş yapmayı sağlayan teknolojilerin büyük bir kısmı özel sektör tarafından sağlanmaktadır. UKVA çalışmalarının ülkemizdeki karşılığı olan TUCBS çalışmaları incelendiğinde, kamu özel iş ortaklığı konusunda ortaya konulmuş bir politikanın olmadığı görülmektedir. Aksine, son dönemde yayınlanan kanun ve yönetmelikler ile özel sektörün UKVA ortamında sağlanan konumsal verileri kullanması, bu veriler ile katma değerli ürünler geliştirilmesi önünde yasal engeller çıkarılmaktadır.

Ülkemizde, 2020 yılında yayınlanan 7221 sayılı Coğrafi Bilgi Sistemleri ile Bazı Kanunlarda Değişiklik Yapılması Hakkında Kanun ve bu kanunu takiben, 2021 yılında 31391 sayılı Coğrafi Veri Lisans Yönetmeliği Ve Coğrafi Veri İzinleri Yönetmeliği, Coğrafi Bilgi Sistemleri kapsamında veri üretim, dağıtım, satış ve paylaşım konularında çeşitli kısıtlamalar getirmektedir. Çıkarılan bu kanun ve yönetmelikler ile özel sektörde faaliyet gösteren şirketlerin, konumsal veri ile iş yapabilmesi bir lisans ve izne tabi olmuştur. Dünyada benzeri olmayan bir şekilde, bir şirket coğrafi veriyle iş yapacak ise CBS Genel Müdürlüğünden izin ve lisans alması gerekmektedir. Şirketlerin alması gereken bu lisans için çeşitli şartlar bulunmaktadır. Şirketler bu lisansı almak için konumsal verilerin coğrafi olarak kapladığı alanda kaç adet 1/1000'lik pafta bulunuyorsa, pafta başına belli bir oranda ücret ödemek zorundadır. İlgili kanun ilk çıkarıldığında, pafta başına yerli şirketler için 25 TL, yabancı şirketler için 50 TL olarak belirlenmişti.

Örneğin; kanunun ilk çıkarıldığı halinde, bir şirket il sınırı verisini ticari olarak satışını yapmak istemesi durumunda, tüm ülke sınırını kapsayan bir veri olduğu için ülke sınırları içerisine denk gelen 1/1000'lik pafta sayısı başına ödeme işlemi gerçekleştirecekti. Ülkemiz sınırları içerisinde yaklaşık 1.420.032 adet binlik pafta bulunduğu göz önüne alındığında, yerli bir şirket için 35.500.800 TL ve yabancı bir şirket için 71.001.600 TL izin bedeli sadece il sınırı verisi için ortaya çıkacaktı. Ülkemizde 81 adet il olduğu düşünülürse, vektör veri olması durumunda 81 adet kapalı alan geometrisine sahip konumsal veri için büyük miktarlarda izin bedeli ödenmesi gerekiyordu. İl sınırı verisi, firmaların bu veriyi satarak bu izin bedelini kazanabilmesinin mümkün olmadığı bir veri olduğu aşikardır. İlgili kanuna "İzin bedelinin üst sınırı; her halükarda yerli gerçek kişiler ve özel hukuk tüzel kişileri ile yabancı gerçek kişiler ve tüzel kişiler için belirlenen pafta başına izin bedelinin 100.000 katı Türk lirasını geçemez." ifadesi eklenerek, bu izin bedeline bir üst sınırı getirilmiştir. Kanundaki fiyat baz alındığında, ülkemizde konumsal veri ile iş yapmak için 250.000 TL izin bedelinin ödenmesinin gerektiği ortaya çıkmaktadır. Bu kanuna bağlı çıkarılan yönetmelikler incelendiğinde, sadece verinin üretimi izin bedeli değil, veriyi nasıl üreteceğine karışmaya gidecek ifadeler bulunmaktadır.

Coğrafi Veri Lisans Yönetmeliğinde, "Coğrafi Bilgi Sistemi konularında faaliyet gösteren özel hukuk tüzel kişilerinin; Ulusal Coğrafi Veri Sorumluluk Matrisi kapsamında yer alan coğrafi verilere ilişkin verileri, Resmî Gazete'de yayımlanan standartlara uygun olarak toplaması, üretmesi, paylaşması, satması, mevcut verileri kullanarak veri madenciliği yapması, yeni veri üretmesi ile ilgili faaliyetlere ilişkin usul ve esasları belirlemektir." ifadesiyle, özel şirketlerin üreteceği verilerin resmi gazetede yayınlanan standartlara uygun olarak toplanması talep edilmektedir. Ulusal Coğrafi Veri Sorumluluk Matrisinde yayınlanan kapsama giren verilerin resmi gazetede yayınlanan standartlara uyumluluk, kamu kurumlarının ürettiği verilere uygulanacak standartlardır. Özel sektörün nasıl hangi içerikle veri ürettiğini düzenleme yoluna gitmek, dünyada eşi benzeri olmayan bir yaklaşımdır.

Bu kanun ile ihdas edilen Coğrafi Bilgi Sistemleri Kuruluna, bu kanun ve yönetmelikler ile özel şirketlerin konumsal verilerini talep etme hakkı vermektedir. Bu durum, konumsal veri ile iş yapmayı oldukça zorlaştırmaktadır. Konumsal veri üretimi oldukça maliyetlidir. UKVA ortamında, ülke genelinde kamunun ürettiği konumsal verileri çeşitli yöntemlerle özel sektöre açılması beklenirken, çeşitli kanun ve yönetmelikler ile bunun gerçekleştirilmesine engeller çıkarılmıştır. Bu yaklaşımdan derhal vazgeçilmelidir. Bu yaklaşım, UKVA çalışmalarının da içinde bulunduğu sektörlere olumsuz yönde etki

etmektedir. Sektörün büyümesini engelleyecek bu yaklaşımlar, UKVA çalışmalarını da olumsuz etkileyecektir.

UKVA çalışmalarında, kamu kurum ve kuruluşları veri sağlayıcısı ve aynı anda veri kullanıcısı olarak tanımlanmaktadır. Sağlıklı UKVA ortamının sağlanması için kurumların veri sağlayıcısı olması özelliklerini geliştirmesi ve bu konuda tecrübe kazanması gerekmektedir. Son dönemde, ülkemizdeki kamu kurum ve kuruluşları *veri sağlayıcısı* olmaktan çıkıp *ürün sağlayıcısı* olmaya doğru bir kayma yaşadığı görülmektedir. Ürün sağlayıcısı olmaktan kasıt; ilgili kurumun sahip olduğu veriyi web servisi ile değil, kendi kaynaklarıyla geliştirdiği uygulamalar ile kullandırması kastedilmektedir. Kurumlar, sahip oldukları verilerin üzerinde geliştirdikleri uygulamalar ile kullanıcılarına çeşitli görüntüleme ve sorgulama hizmetleri vermeye çalıştıkları görülmektedir. Bu yaklaşım, günümüz veri teknolojileri ve yaklaşımları göz önüne alındığında oldukça verimsiz ve maliyetli bir yöntemdir. Ülkemizde bu duruma, İçişleri Bakanlığı, Tapu ve Kadastro Genel Müdürlüğü örnek gösterilebilir. İçişleri Bakanlığı, 10.04.2019 tarihli 1487 yazılı sayısında duyurduğu e-Belediye Bilgi Sistemi projesi ile belediyelere iş ve işlemlerinde e-Belediye Bilgi Sistemi kapsamında üretilecek yazılımı kullanmasını ve bunu takip eden kanun değişiklikleri ile bu sistemlerin kullanımı zorunlu hale getirmiştir. Bu durum, belediye otomasyon alanında faaliyet gösteren özel şirketlerin geliştirmesi yıllarca süren ürünlerini kullanılamaz hale getirilmiştir. Bu müdahale ile bir sektörün neredeyse bitmesine neden olacaktır.

TKGM örneğinde, 2015 yılında çok doğru bir yaklaşım ile ilgili kurum sahip olduğu veriyi, SOAP ve OGC servisleriyle yayınlamaya başlamıştır. Bu yaklaşım ile bu servisleri kullanarak pek çok kurum ve özel sektör iş süreçlerini bu servisleri ile desteklemiş ve sayısız katma değerli ürünün geliştirilmesine zemin hazırlamış ve bu yolla ilgili sektörün büyümesine katkı sağlamıştır. 26/11/2019 tarihinde, Tapu ve Kadastro Genel Müdürlüğü Veri Paylaşım Üst Kurulu TAKBİS servislerinin dış kullanıma kapatma kararı almıştır. Bu web servislerinin yerine, kurum kaynaklarıyla bir web uygulaması geliştirmiş ve servisleri kullanan kullanıcıların bu uygulamayı kullanılmasını zorunlu hale getirmiştir. Servisler kullanılarak iş süreçlerine dahil edilen tüm uygulamalar kullanılamaz hale gelmiştir. Bu servisleri kullanarak geliştirilen ürünler kullanılamaz hale geldiğinden dolayı özel sektör bu karardan dolayı ticari zararda görmüştür. Aynı zamanda bu servisleri kullanan kamu kurum ve kuruluşları başta olmak üzere tüm kullanıcıların hizmet verme şeklini değiştirmiş ve hizmet kalitesini düşürmüştür. Örnek bir senaryo ile anlatmak gerekirse; tapu servisleri kullanan bir belediyenin emlak biriminde bir emlak vergisi oluşturma süreci ele alındığında,

vatandaşın ödemesi gereken emlak vergisinin hesaplanmasında servisler ile entegre çalışan bir yazılım ile otomatik yapılırken, bu servislerin kapatılması sonucu, ilgili emlak biriminde çalışan kullanıcı, kendi kullandığı sistemden çıkıp TKGM'nin sağladığı uygulamaya girip vatandaşa ilişkin taşınmaz sorgusu yapıp tekrar sisteme geri dönüp ilgili hesaplamaları yapmak zorunda kalmaktadır. Bu karar, hem hizmet kalitesini etkilemiş hem de özel sektöre zarar vermiştir.

Bu örnekler ışığında, son dönemde kamu kurumları tarafından sergilenen veri yayıncısı olmaktan çıkıp salt ürün sağlayıcısı olma yaklaşımı, bir an önce terk edilmelidir. Veri yayıncısı olması yaklaşımına ters her türlü karar, kamu özel sektör iş birliğine zarar vermektedir. Özel sektörün bu alanlardan çıkıp başka sektörlere kaymasına sebebiyet verecektir. Sektörün daralması rekabeti azaltacaktır. Rekabetin azalması, uzun vadede kamunun aldığı hizmet kalitesini düşürecek ve iş yapma maliyetlerini artıracaktır.

UKVA sadece metaveri standartlarının, veri temaları ve veri şemalarının standartlaştırılmasıyla ve tüm bu verilerin üzerinde bir geoportal yayınlanmasıyla hayata geçirilecek bir yaklaşım değildir. Aynı zamanda, UKVA kapsamındaki karar vericilerin, UKVA'nın tüm tarafların yararına, dünyada bu kapsamda yapılan çalışmalarla örtüşen kararlar alması ve uygulaması gerekmektedir.

4.3. UKVA Yaklaşımının Geçerliliği

Bu çalışma kapsamında, UKVA yaklaşımının halen geçerli olup olmadığı değerlendirilecektir. Özellikle, henüz UKVA'sı olmayan ülkelerin, bir UKVA ortamı oluşturmak için mücadele etmesi mi yoksa sadece açık veri yaklaşımı ile devam etmesi mi gerektiği sorusunu ele almaktadır. Mevcut UKVA ortamında kullanılan teknolojiler bakımından genel web ortamındaki kullanılabilirliği de değerlendirilecektir. Bu çalışmalar ışığında, bir dizi faktör nedeniyle açık veri yaklaşımı ile bu çalışmalara devam edilmesi önerilmiştir.

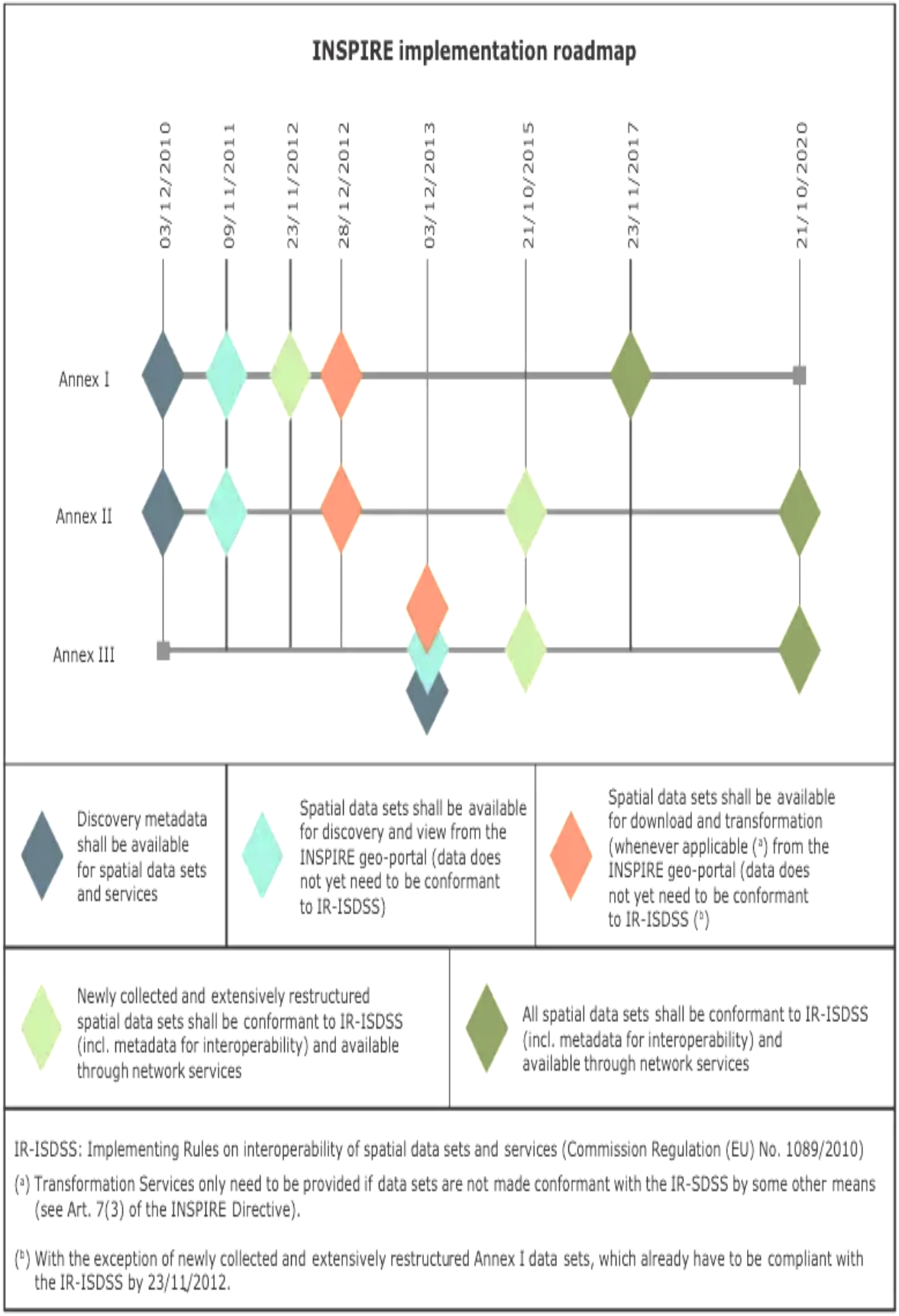
4.3.1. UKVA Gerçekleştirimlerinin Proje Süresi Bakımından Değerlendirilmesi

Açık veri yaklaşımının tercih edilmesinin en önemli faktörlerinden ilki; UKVA projelerinin, doğası gereği uzun vadeli projeler olmasıdır. ABD, Hollanda, Türkiye UKVA çalışmaları ve INSPIRE çalışmaları örnek olarak gösterilebilir. Bu çalışmalar, Avrupa

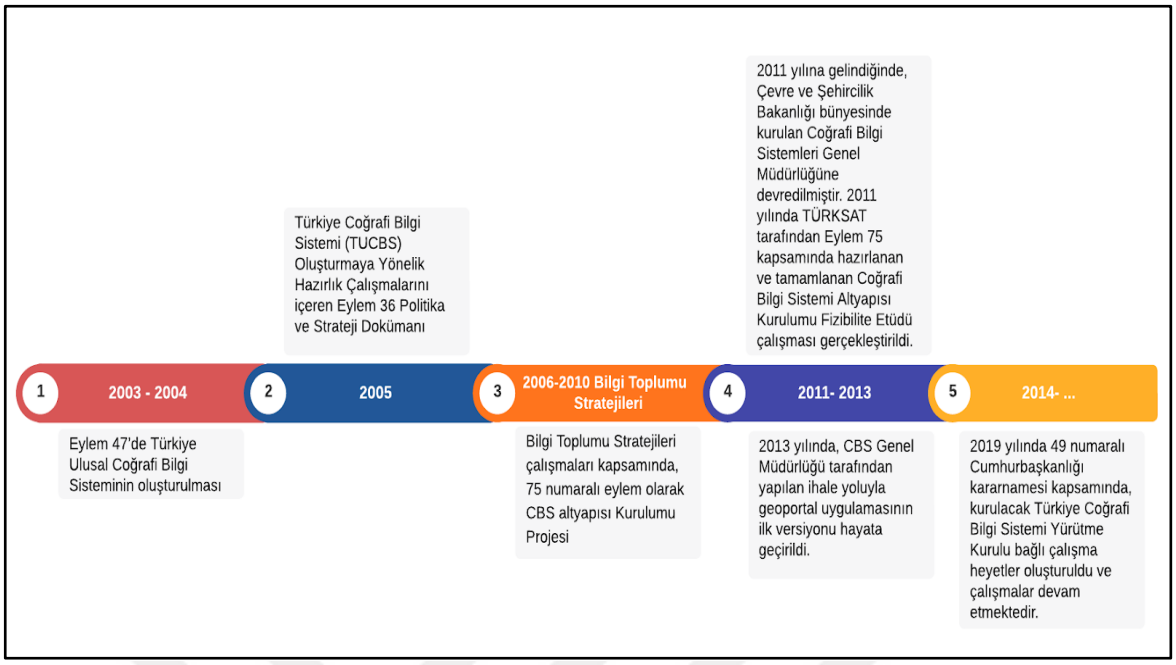
Parlamentosu ve AB Konseyi'nin 14 Mart 2007 tarihli 2007/2/EC sayılı direktifi ile başlamıştır. Avrupa Parlamentosu ve AB Konseyi'nin ilgili direktifin yayınlanmasıyla başlayan çalışmalar, çok daha öncesine dayanıyor. 2007'nin 2021 yılına uzanan bir yol haritası bulunmaktadır. Şekil 35'de INSPIRE çalışmalarının yol haritası görülmektedir. Bu yol haritası kapsamında, 2010 yılında Annex I, Annex II çalışmaları başlamış, 2020 yılında da çalışmaların bitirilmesi hedeflenmiştir.

ABD, UKVA çalışmalarına 1994 yılında Başkan Clinton'ın yayınladığı başkanlık emri ile başladı (USA, 1994). GOS Geoportal (Geospatial One-Stop) uygulamasının hayata geçişi ise 2003 yıllarının sonlarında doğru gerçekleşti. Günümüzde, GOS geoportal kapsamında gerçekleştirilen çalışmalar, ABD açık veri portalında yayınlanmaktadır. Aynı zamanda, GOS Portal, geoplatform.gov ortamına taşınmıştır.

Hollanda UKVA çalışmalarına bakıldığında, INSPIRE direktiflerinin 2007 yılında yayınlaması, çalışmalar hızlandı. Hollanda'da UKVA çalışmaları, Space for Geo-information (RGI) projesi ile 2004 yılına kadar dayandığı görülmektedir (R. Beltman, 2007). Hollanda'da UKVA ortamındaki konumsal veriler, PDOK (Publieke Dienstverlening Op de Kaart - Harita Tabanlı Kamu Hizmetleri) konumsal portalında yayınlanmaktadır (URL-46, 2023).



Şekil 41. INSPIRE çalışmaları yol haritası (URL-45, 2023)

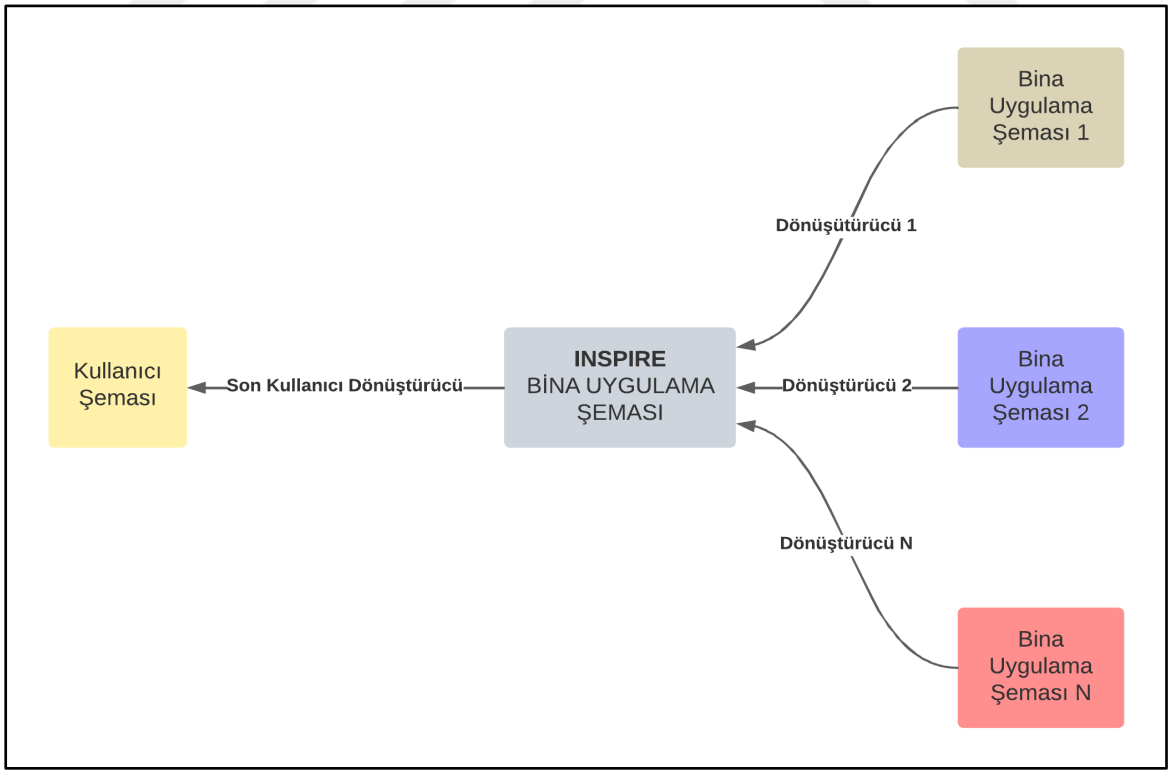


Şekil 42. Türkiye UKVA Çalışmaları Yol Haritası

Ülkemizde UKVA çalışmaları, aktif olarak 2003 yılında Eylem 47'de *Türkiye Ulusal Coğrafi Bilgi Sisteminin oluşturulması* çalışmasıyla başladı. 2013 yılında, CBS Genel Müdürlüğü tarafından, geoportal uygulamasının ilk versiyonu hayata geçirilebildi. Türkiye'de UKVA çalışmaları halen devam etmektedir. Yapılan çalışmalar incelendiğinde, kabul edilebilir seviyede bir altyapı oluşturulamadığı görülmektedir.

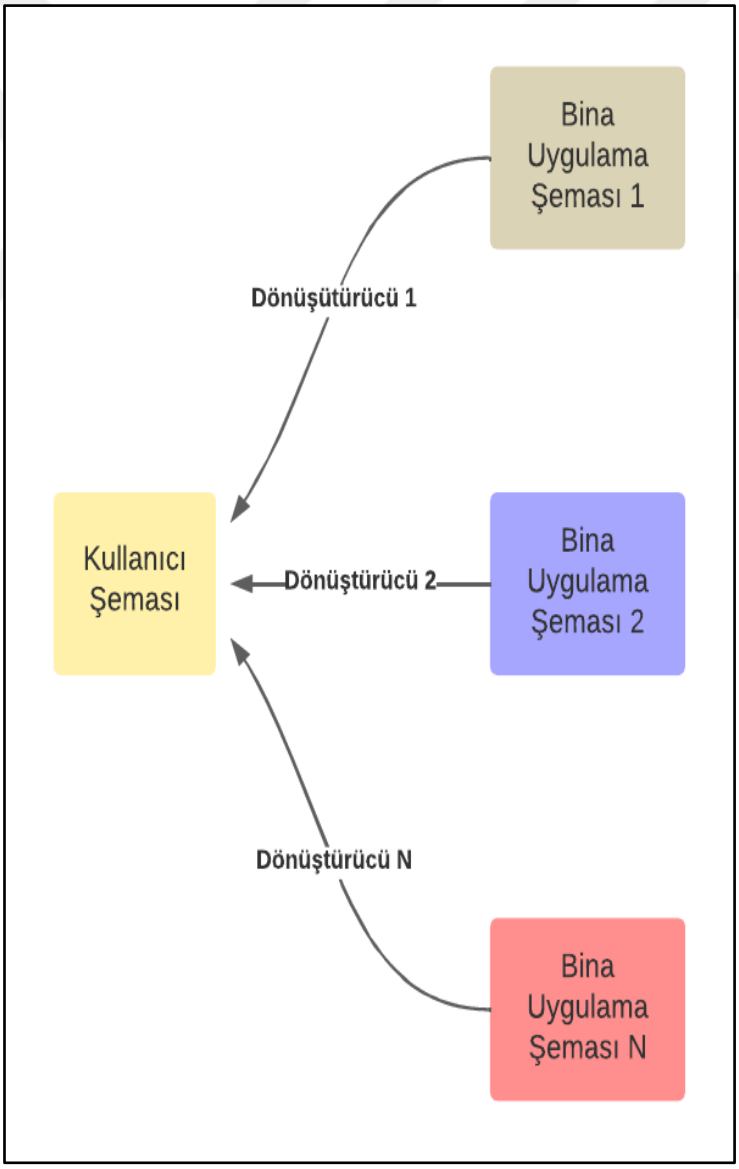
Bu ülkelerde yapılan çalışmaların takvimlerine bakıldığında bu çalışmaların uzun soluklu çalışmalar olduğu görülmektedir. UKVA ortamının oluşturulmasında hedeflenen katma değerin ortaya çıkması için uzun yıllara yayılan çalışmaların başarılı bir şekilde hayata geçirilmesiyle sağlanabilecektir. UKVA gerçekleştiriminin uzun süreler alması, projenin başarısızlığa uğrama riskini artırmaktadır. Projeyi yöneten kurumda yaşanacak değişiklikler, ülke yönetiminde yaşanacak değişiklikler, proje ekibinde yaşanacak değişiklikler ve UKVA projesine bakış açısının değişmesi gibi pek çok faktörün ortaya çıkması, UKVA çalışmalarının her an sekteye uğraması riskinin doğurmaktadır. UKVA gerçekleştirimi sürecinde yaşanacak bu tür sorunlar, hedeflenen katma değerin ortaya çıkmasını engelleyecektir. Halbuki, UKVA gerçekleştiriminin ana hedefi, konumsal veri paylaşım ekosisteminin hayata geçirilmesiyle, konumsal veri ile üretilecek katma değerli uygulamaların geliştirilebilmesidir. UKVA projelerinde yaşanacak sorunlar, hedeflerin gerçekleştirilmesini engelleyecektir.

Açık veri yaklaşımının hayata geçirilmesi, UKVA yaklaşımında olduğu gibi uzun süreler almayacaktır. Açık veri yaklaşımında ana hedef; kurumların sahip oldukları verileri iş süreçleri için tasarlanmış kendine özel şemalarını kullanarak yayınlamasıdır. Dolayısıyla, açık veri yaklaşımında kurumların, UKVA ortamında olduğu gibi standartlaştırılmış bir şemaya dönüşüm çalışmaları yapmasına gerek kalmamaktadır (Şekil 41). Açık veri yaklaşımına geçiş ile kurumların verilerini "standart" şemalara dönüştürme maliyeti ortadan kalkacaktır.. Ayrıca bu veri dönüşüm işlemlerinin maliyetinin yanı sıra, UKVA ortamında şema dönüşüm işlemlerini gerçekleştirecek yeterlilikte personelin kurumlarda çoğu zaman bulunmaması, UKVA projelerinde şema dönüşüm çalışmalarının UKVA'yı yöneten kurum tarafından gerçekleştirilmesine veya üçüncü taraf şirketler eliyle yapılmasına sebep olmaktadır. Bu durum, veri dönüşüm çalışmalarının uzun sürmesine sebebiyet vermektedir. Bu duruma örnek olarak; ülkemizdeki TUCBS çalışmaları örnek gösterilebilir. TUCBS projesinin yürütücüsü olan CBS Genel Müdürlüğü tarafından, şema dönüşümü için veri uyumlulaştırma ihalelerine belirli aralıklara çıkması gösterilebilir. Ayrıca, UKVA'yı yöneten merkezi idare tarafından şema dönüşümü bir kez yapıldığı anda bu dönüşüm geçerlilik bakımından güncelliğini yitirmektedir.



Şekil 43. UKVA ortamında Şema Dönüşüm Senaryosu (Cömert ve Yıldırım, 2018)

Çünkü; UKVA'nın tarafı olan kurumların tek sorumluluğu belirlenen veri şemalarına göre veri yayınlamak değil, aynı zamanda kendi iş süreçlerini yürütebilmek en önemli önceliğidir. Dolayısıyla, merkezi idare tarafından (Türkiye'de CBS Genel Müdürlüğü) yapılan şema dönüşümü sonrası ilgili veri yayıncısı idare veri şemasında ihtiyaçları doğrultusunda güncellemeye, değişikliğe, bazı alanları kaldırma ve yeni alanlar ekleme gibi pek çok işlemle kendi veri şemasını değiştirmektedir. Veri yayıncısı kurum, sahip olduğu şemayı değiştirdiği anda merkezi idare tarafından tanımlanan veri dönüşümü işlemi güncelliğini yitirecektir. Dolayısıyla, UKVA'nın hayatta olduğu sürece merkezi idarenin UKVA ortamında verilerin güncelliğini koruyabilmesi için sürekli bir çalışma içerisinde olması gerekliliği ortaya çıkmaktadır.



Şekil 44. Açık Veri Yaklaşımında Şema Dönüşümü Senaryosu (Cömert ve Yıldırım, 2018)

Açık veri yaklaşımında, ilgili veri dönüştürücülerinin oluşturulması işi geliştiriciye bırakılmaktadır (Şekil 41). Dolayısıyla, veri yayıncısının şemasının değişmesi durumunda dönüştürücülerin güncellemesi işini de yine geliştirici yapacaktır. Açık veri yaklaşımında herkes için tek bir şema oluşturma yükümlülüğü ortadan kalkmaktadır. UKVA yaklaşımında amaç ortak bir şemanın belirlenmesiyle tek bir dönüştürücünün kullanılmasıdır. Ortak şema belirlenmesiyle sağlanacak tek dönüştürücü oluşturulmasındaki amaç, CBS geliştiricisinin yükünün azaltılmasıdır. UKVA fikrinin ortaya çıktığı zamanda, günümüzde olduğu gibi şema dönüşüm araçlarının olmaması, tek dönüştürücü fikrini anlamlı hale getiriyordu. Günümüzdeki mevcut teknolojiler göz önüne alındığında, uygulama geliştiricilerin şema dönüşüm işlemlerini hızlı bir şekilde gerçekleştirebileceği çok sayıda araç bulunmaktadır. Dolayısıyla, açık veri ortamında uygulama geliştiricilerin bu şema dönüşümlerini gerçekleştirmesi önemli bir sorun olmaktan çıkmıştır.

4.3.2. UKVA Gerçekleştirimlerinin Standartlaştırılmış Veri Şemaları Bakımından Değerlendirilmesi

UKVA çalışmaları yerine açık veri yaklaşımıyla devam edilmesi gerekliliğinin bir diğer faktörü ise UKVA yaklaşımlarının belirli bir amaç doğrultusunda belirlenen ve standart haline getirilen veri şemalarıyla gerçekleştirilmesidir. UKVA çalışmalarında uygulama şemalarının, söz konusu KVA için hedeflenen uygulamalar ve kullanım alanlarına göre belirlenmektedir. Örneğin; INSPIRE, AB'nin çevre politikalarına yöneliktir. 14 Mart 2007 tarihli 2007/2/EC sayılı direktifinde, Bölüm 1 - Madde 1'de, INSPIRE'ın amacı AB'nin çevre politikalarını ve aktivitelerinin yönetimi olduğu görülmektedir. Dolayısıyla, 34 INSPIRE temasının içerikleri bu ihtiyaca göre belirlenmiştir. Peki, bir kullanıcı sağlanan bu uygulama şemalarının kapsamadığı bazı bilgilere ihtiyaç duyduğu senaryoda ne olur? Örneğin; acil bir kullanım durumunda ihtiyaç duyulacak hastanelerin "*yatak kapasitesi"* bilgisi, INSPIRE gibi bir çevre politikaları için oluşturulmuş bir KVA'da mevcut bulunmamaktadır. Açık veri yaklaşımı, bu sorunu herhangi bir verinin belirli bir şema ile sınırlandırmadan, doğrudan kullanıcılara açık veri lisans koşulları altında yayınlayarak çözmektedir.

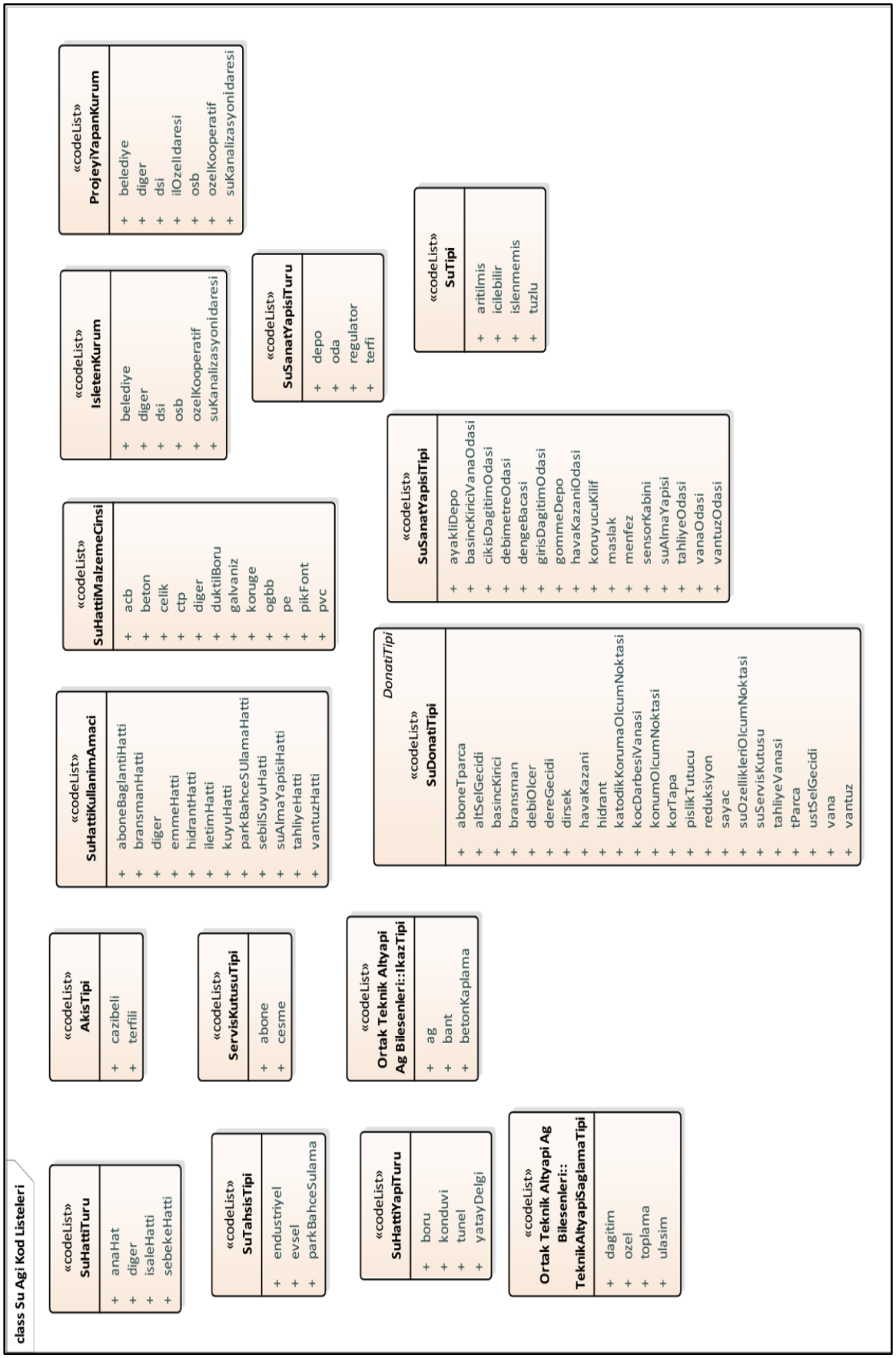
Bu tez çalışması kapsamında, UKVA ortamlarında temalar kapsamında belirlenen uygulama şemalarının, kullanıcıların ihtiyaç duyacağı her senaryoyu karşılayamayacağını ispat etmek için örnek senaryolar belirlenmiştir. Bu çalışma kapsamında, Manisa Su ve Kanalizasyon İdaresi Genel Müdürlüğü (MASKİ) tarafından kendi iş süreçleri için

tanımlanmış uygulama şeması ile CBS Genel Müdürlüğü tarafından UKVA çalışmaları kapsamında yayınlanmış içme suyu ile ilgili uygulama şeması karşılaştırılmıştır. Belirlenen senaryolar eşliğinde, kullanıcının ihtiyaç duyduğu bilgiye erişip erişemeyeceği test edilecektir.

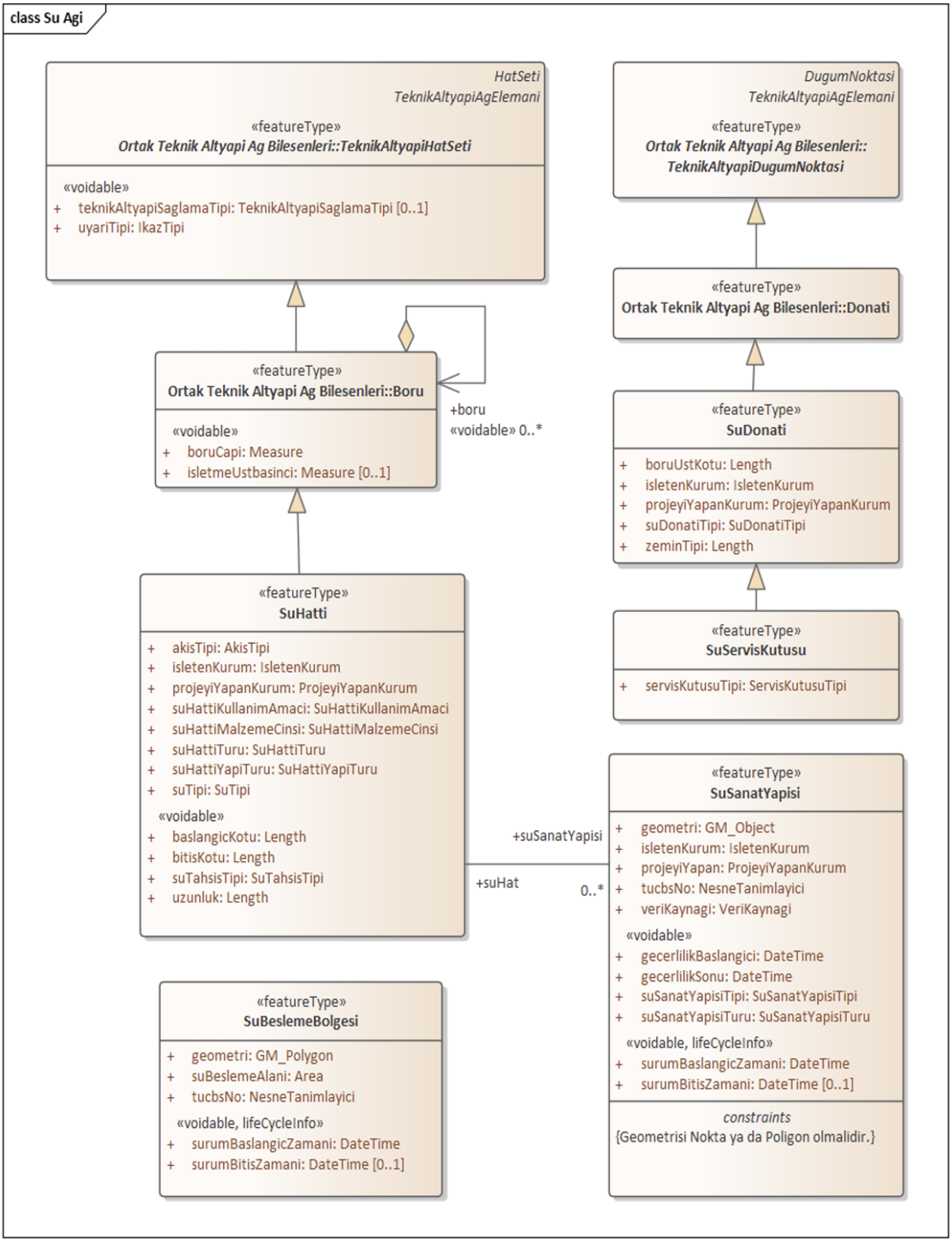
Belirlenen senaryolar;

1. Hacmi 1000 m3'den büyük su depolarının bulunması,
2. Arıtma tesislerinin listesinin bulunması,
3. MSK.16.2.5 kodlu pompa istasyonu hangi kuyuda çalışmakta ve hangi su deposuna su pompalamaktadır?
4. Manisa ili Şehzadeler ilçesinde su arıtma tesis su arıtma kapasitesinin bulunması
5. Manisa ilinde pompa tipi "Dalgıç" olan pompaların harita üzerinde gösterilmesi
6. Katodik koruması olan içme suyu hatlarının harita üzerinde gösterilmesi
7. Manisa ilinde Şehzadeler ilçesinde boru basınç sınıfı "10 Atü" olan içme suyu hatlarının harita üzerinde gösterilmesi
8. Su deposu tipi "Kargir" olan su depolarının harita üzerinde gösterilmesi
9. Manisa ili, Şehzadeler ilçesindeki su depolarının toplam su kapasitesi
10. Manisa ili, Şehzadeler ilçesi, Çarşı Mahallesindeki debimetre verilerinin kullanılarak kayıp kaçak oranının hesaplanması

Bu çalışma kapsamında, TUCBS çalışmaları kapsamında, TUCBS Altyapı Teması Su Ağı Uygulama Şeması ile MASKİ Uygulama Şeması karşılaştırılmaktadır. Bu karşılaştırmalar, belirlenen senaryolar bağlamında incelenmiştir.



Şekil 45. TUCBS Altyapı Teması Su Ağı Uygulama Şeması Kod Listesi (TUCBS, 2020)



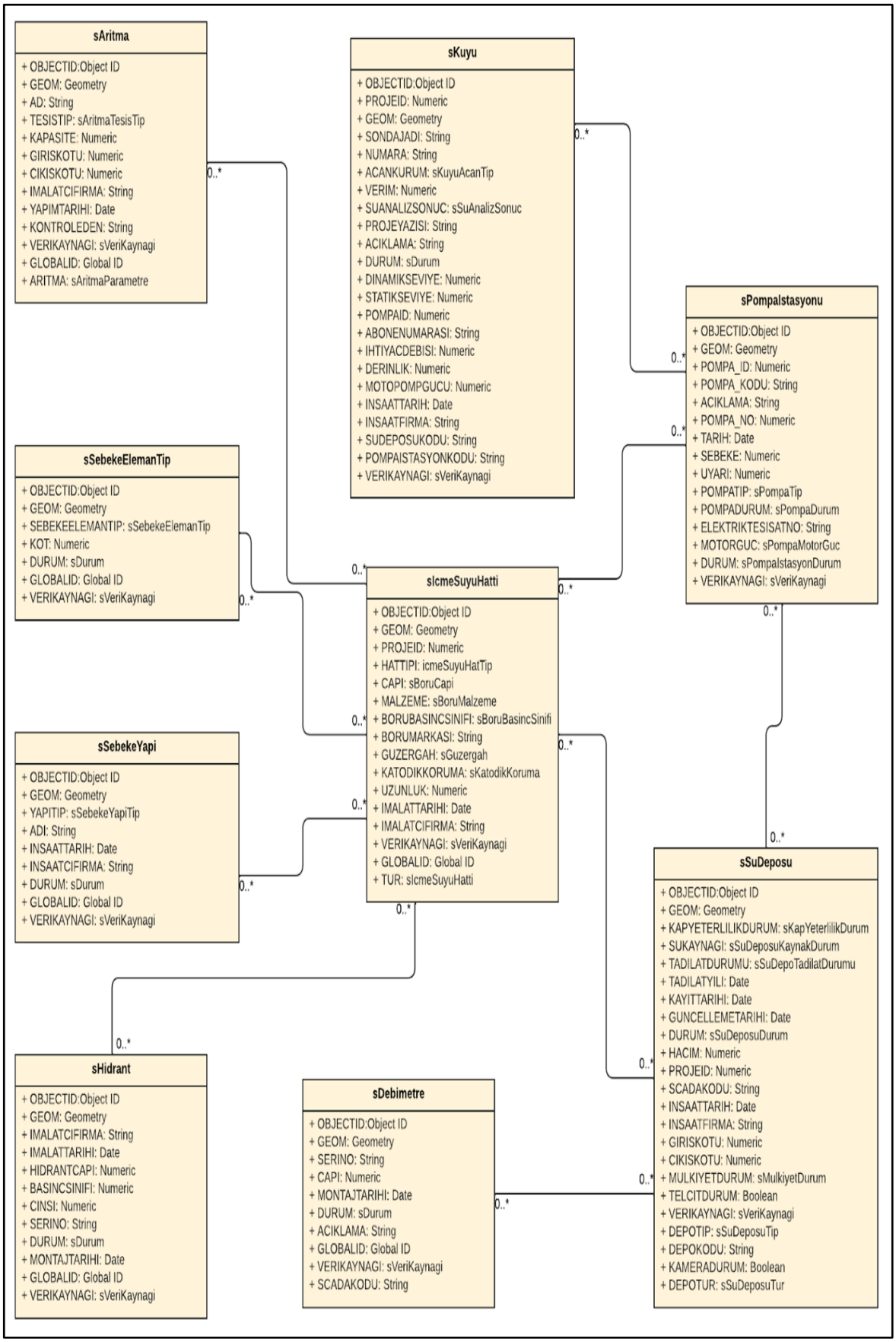
Şekil 46. TUCBS Altyapı Teması Su Ağı Uygulama Şeması (TUCBS, 2020)

TUCBS çalışmaları kapsamında yayınlanan veri şemasının belirlenen kullanım senaryoları bağlamında incelendiğinde, temaların hangi ihtiyaçları karşılamak üzere

tasarlandığı konusunda herhangi bir bilgi olmadığı tespit edilmiştir. Oysa ki tema belirlemek ve bu temaya bağlı şemaların tasarımı, ilgili UKVA'nın hangi amaçla tasarlandığını bilmeyi gerektirir. Daha önce de örnek verildiği gibi, INSPIRE tema ve bu temalara bağlı şemalar, Avrupa Birliği genelindeki çevre politikalarını desteklemek için oluşturulmuştur. Bu şema dokümanları incelendiğinde, örnek olarak INSPIRE Altyapı ve Kamu Hizmetleri tema dokümanında kullanım senaryoları başlığı altında ilgili tema tasarımının, hangi kullanım senaryoları baz alınarak hazırlandığı açık bir şekilde paylaşılmıştır. UKVA ortamında yayınlanan bir veri şemasının bilimsel açıdan doğruluğu, eksiksiz olması yönünden incelenebilmesi için hedef kullanım senaryolarıyla birlikte yayınlanması gerekmektedir.

TUCBS Altyapı Teması Veri Tanımlama dokümanı incelendiğinde, bu şema tanımlarının hangi kullanım senaryoları baz alınarak geliştirildiğine dair bir bilgi bulunmamaktadır. Dolayısıyla, yayınlanan tema tanım dokümanı hangi perspektif ile incelenecek, eksikliğin veya fazlalığın tespiti neye göre yapılacağı belirsizdir. Tüm bu eksikliklerle birlikte CBS Genel Müdürlüğü tarafından yayınlanan TUCBS Altyapı Teması Veri Tanımlama dokümanı, bu çalışma kapsamında belirlenen 10 adet kullanım senaryosu doğrultusunda incelenmiştir.

MASKİ'nin kendi iş süreçlerindeki ihtiyaçlara göre belirlediği veritabanı şeması için UML diyagramı oluşturulmuştur (Şekil 40). İlgili UML diyagramında, MASKİ içme suyu şeması belirlenen senaryolar kapsamında ihtiyaç duyulan kısımları eklenmiştir. Mevcut MASKİ içme suyu şeması, Şekil 40'ta tanımlanan UML diyagramından çok daha geniştir. Bu çalışmanın amacı; MASKİ şemasının doğruluğunu kanıtlamak değildir. Bir kullanıcının belirlenen senaryolarda, TUCBS Altyapı Teması Su Ağı Uygulama verisinin yayıncılarından olan MASKİ'nin şemasıyla neler yapabileceğini ve TUCBS ortamında tanımlanan şema ile neler yapamayacağını ispat etmektir.



Şekil 47. MASKİ İçme Suyu Altyapısı Şeması

Senaryo 1: Hacmi 1000 m3'den büyük su depolarının bulunması

TUCBS kapsamında sağlanan şema incelendiğinde, Su Deposunun SuSanatYapisi detay tablosu altında SuSanatYapisiTuru ile yönetildiği görülmektedir. SuSanatYapisi detay tipinin öznitelik listesine baktığımızda depo hacmi ile ilgili bir öznitelik bilgisinin olmadığı görülmektedir. Dolayısıyla, kullanıcı senaryo 1'i TUCBS şeması ile gerçekleştiremez.

Senaryo 2: Arıtma tesislerinin listesinin bulunması

TUCBS kapsamında sağlanan şema incelendiğinde, Arıtma Tesisi ile ilgili detay tablosu olmadığı görülmektedir. Dolayısıyla, kullanıcı senaryo 2'yi TUCBS şeması ile gerçekleştiremez.

Senaryo 3: MSK.16.2.5 kodlu pompa istasyonu hangi kuyuda çalışmakta ve hangi su deposuna su pompalamaktadır ?

TUCBS kapsamında sağlanan şema incelendiğinde, Pompa istasyonu ile ilgili herhangi bir detay tablosu olmadığı görülmektedir. Dolayısıyla, kullanıcı senaryo 3'yi TUCBS şeması ile gerçekleştiremez.

Senaryo 4: Manisa ili Şehzadeler ilçesinde su arıtma tesis su arıtma kapasitesinin bulunması

TUCBS kapsamında sağlanan şema incelendiğinde, Arıtma Tesisi ile ilgili detay tablosu olmadığı görülmektedir. Dolayısıyla, kullanıcı senaryo 4'ü TUCBS şeması ile gerçekleştiremez.

Senaryo 5: Manisa ilinde pompa tipi *"Dalgıç"* olan pompların harita üzerinde gösterilmesi

TUCBS kapsamında sağlanan şema incelendiğinde, Pompa istasyonu ile ilgili herhangi bir detay tablosu olmadığı görülmektedir. Dolayısıyla, kullanıcı senaryo 5'i TUCBS şeması ile gerçekleştiremez.

Senaryo 6: Katodik koruması olan içme suyu hatlarının harita üzerinde gösterilmesi

TUCBS kapsamında sağlanan şema incelendiğinde, içme suyu hattının SuHatti detay tablosu ile yönetildiği görülmektedir. SuHatti detay tablosu incelendiğinde, katodik korumaya dair herhangi bir alan olmadığı görülmektedir. Dolayısıyla, kullanıcı senaryo 6'yi TUCBS şeması ile gerçekleştiremez.

Senaryo 7: Manisa ilinde Şehzadeler ilçesinde boru basınç sınıfı *"10 Atü"* olan içme suyu hatlarının harita üzerinde gösterilmesi

TUCBS kapsamında sağlanan şema incelendiğinde, içme suyu hattının SuHatti detay tablosu ile yönetildiği görülmektedir. SuHatti detay tablosu incelendiğinde, boru basınç sınıfına dair herhangi bir alan olmadığı görülmektedir. Dolayısıyla, kullanıcı senaryo 7'yi TUCBS şeması ile gerçekleştiremez.

Senaryo 8: Su deposu tipi "*Kargir*" olan su depolarının harita üzerinde gösterilmesi

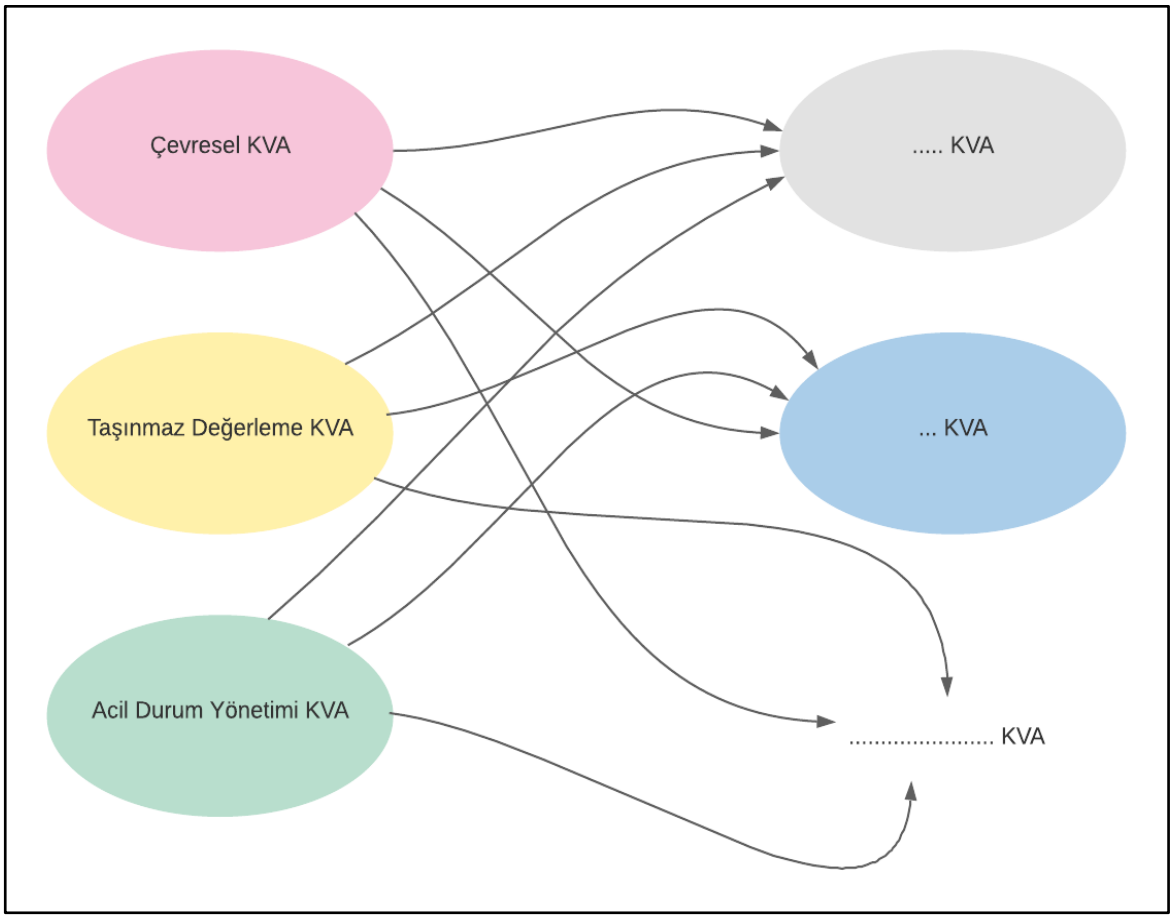
TUCBS kapsamında sağlanan şema incelendiğinde, Su Deposunun tip bilgisi SuSanatYapisi detay tablosu altında SuSanatYapisiTipi ile yönetildiği görülmektedir. SuSanatYapisiTipi detay tipinin öznitelik listesine baktığımızda depo tipi seçenekleri *"ayakliDepo, gommeDepo"* olarak gözükmektedir. Kargir tipinde su deposu kaydı oluşturulamayacağı için kullanıcı senaryo 8'i TUCBS şeması ile gerçekleştiremez.

Senaryo 9: Manisa ili, Şehzadeler ilçesindeki su depolarının toplam su kapasitesi

TUCBS kapsamında sağlanan şema incelendiğinde, Su deposunun, SuSanatYapisi detay tablosu ile yönetildiği görülmektedir. SuSanatYapisi öznitelik listesine bakıldığında hacim ile ilgili bir öznitelik olmadığı görülmektedir. Dolayısıyla, kullanıcı senaryo 9'u TUCBS şeması ile gerçekleştiremez.

Senaryo 10: Manisa ili, Şehzadeler ilçesi, Çarşı Mahallesindeki debimetre verilerinin kullanılarak kayıp kaçak oranının hesaplanması

TUCBS kapsamında sağlanan şema incelendiğinde, debimetre ile ilgili bilginin SuDonatiTipi detay tablosu altında yönetildiği görülmektedir. Detay tablosu, öznitelik listesine bakıldığında debimetre ölçüm bilgileri ile ilgili herhangi bir alan olmadığı görülmektedir. Dolayısıyla, kullanıcı senaryo 10'u TUCBS şeması ile gerçekleştiremez.



Şekil 48. İhtiyaçlara Göre Farklı UKVA gerçekleştirim senaryosu (Cömert ve Yıldırım, 2018)

Bu çalışma kapsamında belirlenen kullanım senaryoların dışında yüzlerce farklı kullanım senaryoları tespit edilebilir. Dolayısıyla, UKVA yaklaşımı farklı ihtiyaçlara göre farklı KVA tasarımlarının hayata geçirilmesi ihtiyacını ortaya çıkarmaktadır. Şekil 45'te görüldüğü gibi her ihtiyaç için farklı UKVA ortamlarının geliştirilmesi hem zaman alacak hem de bu altyapıların birbirleri arasındaki entegrasyonun sağlanmasına yönelik çalışmalar yapılması gerekecektir. Tüm bu çalışmaların sağlayacağı katma değeri, açık veri yaklaşımıyla veri yayıncısı kurumların doğrudan sahip oldukları şemalar ile verileri yayınlamasıyla hızla ortaya çıkarılması sağlanacaktır.

4.4. UKVA Ortamında Yayınlanan Konumsal Web Servislerinin Genel Web Ortamında Kullanılabilirliği Bakımından İncelenmesi

UKVA'nın ana hedefi, konumsal verilerin etkin bir şekilde paylaşılmasının sağlanması ve etkin veri paylaşım ortamının oluşturulması ile sağlanacak katma değerin ortaya çıkarılmasıdır. Fakat, UKVA altyapısını tesis etmiş ülkeler incelendiğinde, konumsal verinin bulunması, bulunan veriye erişim ve bu veriler ile bir ürün üretilebilmesi, UKVA ortamında aktif olarak kullanılan teknolojiler ve standartlar konusunda uzman olmayan kullanıcılar için oldukça zor olduğu görülmektedir. Dünya genelinde, UKVA ortamında veri yayınlama yöntemleri incelendiğinde, genel kabul görmüş yöntemin OGC servis standartlarına uyumlu web servisleri ile konumsal verilerin yayınlaması olduğu görülmektedir. OGC servislerinin genel web ortamında kullanılabilirliği konusunda sorunlar yaşandığı çeşitli çalışmalarda ifade edilmektedir (W3C, 2023) (Geonovum, 2016) (OGC, 2019). Genel web ortamından kasıt; UKVA kapsamında bilgi sahibi olmayan, konumsal veri teknolojilerine hâkim olmayan ve bu alanda uzmanlığı olmayan web kullanıcıları ve geliştiricileri kastedilmektedir.

UKVA konusunda uzman olmayan kullanıcılar için UKVA ortamında bir veriyle iş yapmanın zorluğu çeşitli sebeplerden dolayı ortaya çıkmaktadır.

Bu sebeplerden bazıları;

- Genel web kullanıcısı tarafından, OGC katalog servisi (OGC CSW) ve meta veriler yoluyla konumsal verilerin bulunması oldukça zor bir süreçtir. Çünkü; UKVA ortamında yayınlanan katalog servisleriyle arama faaliyetleri, tasarımı gereği veri hakkında oluşturulan meta veriler yoluyla gerçekleştirilmektedir. Bu meta verilerin ve katalog servisinin belirli bir düzeyde uzmanlığa sahip kullanıcılara göre dizayn edilmiş olması, genel web kullanıcısının veriye ulaşmadaki en önemli sorunlarından bir tanesidir (W3C, 2023). Meta veriler deki kalite sorunu da göz önüne alındığında konumsal verinin webde bulunması oldukça zor bir hal almaktadır.
- UKVA ortamında konumsal verilerin yayınlanması, OGC standardı olan WMS, WFS gibi servisler yoluyla gerçekleştirilmesi,
- Genel web kullanıcısının bir UKVA ortamında konumsal veriye erişmesi, eriştikten sonra kullanabilmesi öğrenmesi gereken çok sayıda standardın bulunması (Örn: OGC WMS, WFS vb.)

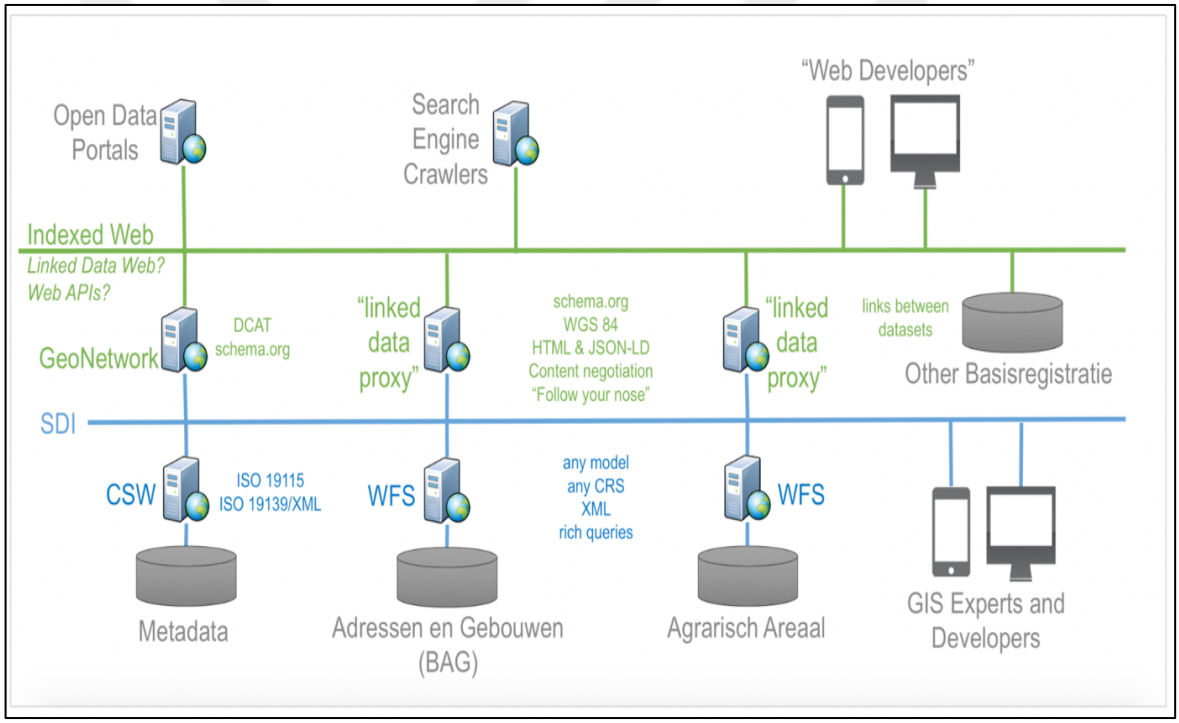
- Genel web kullanıcısının bulduğu konumsal verilere doğrudan bir bağlantı ile ulaşamaması, veriye bir şekilde ulaştıktan sonra hem bulduğu veri şeması hem de verinin paylaşıldığı OGC web servisleri bakımından kompleks sorgular oluşturması gerekliliği genel web kullanıcısının veriyi kullanmakta zorluk yaşamasına neden olması,
- Genel web kullanıcısının bulduğu verilerin farklı koordinat sistemlerinde olması, birden fazla farklı koordinat sistemi içeren veriler ile iş yapılmaya çalışılması gibi zorlukların genel web kullanıcısından ziyade bu konularda belirli bir uzmanlık seviyesine sahip kullanıcılar tarafından gerçekleştirilebilecek olması şeklinde sıralanabilir (W3C, 2023).

UKVA ortamında genel web kullanıcısı için ortaya çıkan bu zorluklar, UKVA ortamında paylaşılan verilerin sadece belirli uzmanlık seviyesindeki kullanıcıların kullanabildiği veriler olarak kalmasına neden olmaktadır. Bu durum; UKVA altyapısının asıl katma değerinin ortaya çıkacağı genel web ortamında kullanılabilirlik sorununa ve uzman olmayan kullanıcılar tarafından erişilemeyen bir altyapı haline gelmesine neden olmaktadır.

UKVA ortamında yaşanan bu zorluklar doğrudan UKVA felsefesinden kaynaklanan sorunlar olmasa da dünya genelindeki UKVA gerçekleştirimleri incelendiğinde kullanılan altyapılar, OGC tarafından yayınlanan standartlar doğrultusunda geliştirilmiş teknolojik altyapılar olduğu görülmektedir. Örnek vermek gerekirse; meta verilerin yayınlanması için katalog servisleri OGC CSW, verilerin web üzerinden sunumu için yoğunlukla OGC WMS ve WFS standartları olduğu görülmektedir. Geonovum (URL-60, 2023) - Hollanda ülkesinin UKVA çalışmalarını yürüten kurum - tarafından UKVA ortamlarının Genel Web ortamına taşınmasına yönelik çeşitli çalışmalar yapması (Geonovum, 2016) ve OGC'nin konumsal verinin genel web kullanıcıları tarafından kolayca kullanılabilmesini sağlamaya yönelik çalışmalar yapması ve bu doğrultuda yeni standartlar yayınlaması (OGC, 2022) (OGC, 2019), UKVA ortamında genel web kullanıcısı tarafından kullanılabilmesine yönelik sorunların yaşadığının ispatı niteliğindedir.

2016 yılından itibaren OGC ve çeşitli kurumlar tarafından OGC servislerinin genel web ortamında kullanılabilirliğini artırmak için çeşitli çalışmalar yapıldığı görülmektedir (W3C, 2023) (Geonovum, 2016) (OGC, 2019). Şekil 46'da UKVA ortamında yayınlanan konumsal verilerin genel webe taşınmasını sağlayacak "proxy" katmanı önerisi getirildiği

görülmektedir. Bu çalışma kapsamında, UKVA ortamında yayınlanan konumsal web servislerinin, genel web ortamında UKVA konusunda uzman olmayan bir kullanıcı tarafından bulunması, erişilmesi ve kullanılmasının oldukça zor olduğu ifade edilmektedir. Bu çalışmanın amacı, genel web ortamı ile UKVA ortamı arasındaki ilişkinin geliştirilmesi konusunda çalışmaların yapılması olduğu görülmektedir. Bu çalışma kapsamında geliştirilmesi hedeflenen proxy katmanı ile UKVA ortamında OGC servisleri ile yayınlanan konumsal verilerin genel web kullanıcısı tarafından bulunabilmesi için yayınlanan veriye ilişkin metaveri bilgilerinin bir arama motoru tarafından indekslenebilir hale getirilmesi için WFS servisi için bir açılış sayfasının (landing page) oluşturulması hedeflenmiştir. Ayrıca WFS servisine ilişkin açılış sayfasındaki bilgilerin schema.org tanımlarına map edilmesi için çalışmalar gerçekleştirildiği görülmektedir.



Şekil 49. OGC servislerinin, genel web'in kullanımına açılmasına yönelik proxy yöntemi önerisi (Geonovum, 2016)

Schema.org, 2011 yılında Bing, Yandex, Google ve Yahoo tarafından web sayfalarında kullanılmak üzere yapılandırılmış veri biçimleri (structured data markups) için standart bir şema belirlemek üzere kurulmuş bir girişimdir (URL-30, 2023). Schema.org tanımları, *microdata*, *RDFa*, *JSON-LD* formatları ile web sayfalarının bağlantılı veri olarak tanımlanması için kullanılmaktadır.

4.4.1. Mikro veri (Microdata)

Meta verileri mevcut web sayfalarının içine yerleştirmek için kullanılan WHATWG HTML standardıdır (WHATWG, 2023). Arama motorları, web tarayıcıları vb. altyapıların HTML sayfaları içerisinde yayınlanan mikro verileri işleyip, web sayfaları hakkında daha detaylı bilgi toplamak için kullanmaktadır (URL-31). Mikro veri tanımları ve gösterimi, HTML bileşenini semantik olarak tanımlamaz ve bir bileşenin anlamı hakkında bilgi vermez. Mikro veri ile birlikte semantik tanımlar kullanılabilir. Schema.org tanımları, mikro veri ile birlikte kullanılmaktadır.

```
<section> Merhaba, benim adım Muhammet Emre Yıldırım. Mapisso
Yazılım'ın kurucusuyum. Mapisso yazılımın web sayfasına <a
href="https://mapisso.com">https://mapisso.com</a> adresinden
ulaşabilirsiniz. Şirketin adresi, Cemal Gürsel Caddesi No:386 D:3
Karşıyaka İzmir'dir.</section>
```

Şekil 50. Mikro veri olmadan yayınlanan bir HTML elementi örneği

```
<section itemscope itemtype="http://schema.org/Person">
  Merhaba, benim adım
  <span itemprop="name">Muhammet Emre Yıldırım</span>.,
  <span itemprop="affiliation">Mapisso Yazılım</span>'ın <span
itemprop="jobTitle">kurucu</span>suyum.
  Mapisso yazılımın web sayfasına <a href="https://mapisso.com"
itemprop="url">https://mapisso.com</a> adresinden ulaşabilirsiniz.
Şirketin adresi,
  <section itemprop="address" itemscope
itemtype="http://schema.org/PostalAddress">
    Şirket Adresi:
    <span itemprop="streetAddress">Cemal Gürsel Caddesi No: 386
D:3</span>,
          <span itemprop="addressLocality">Karşıyaka</span>,
    <span itemprop="addressRegion">İzmir</span>.
  </section>
</section>
```

Şekil 51. Mikro Veri ile birlikte yayınlanan HTML element örneği (URL-32, 2023)'deki örnekten uyarlanmıştır

Şekil 50'de görüldüğü gibi mikro veri olmadan yayınlanan bir HTML elementi içerisindeki veri, Şekil 51'de mikro veri standardında belirlenen tanımlar ve schema.org tarafından yayınlanan semantik tanımlar ile birlikte tanımlanmıştır. Mikro veri tanımları içerisinde, schema.org semantik tanımlarından, http://schema.org/Person ve http://schema.org/PostalAddress tanımları kullanılmıştır. Şekil…'de mikro veride iç içe kullanım ile *Person* semantik tanımı içerisinde *PostalAdress* tanımı kullanılmıştır.

Dolayısıyla, *Person* tanımına *PostalAdress* tanımı eklenmiştir. Bu metnin, makine tarafından otomatik olarak okunabilir hale getirilmesi ile bu metnin bir insan hakkında olduğu ve ilgili insanın hangi şirkette çalıştığı, çalıştığı şirketin web sayfa URL'sini ve adresini bilgisine makine tarafından ulaşabilmesi sağlanmıştır. Bir HTML elementinin mikro veri ve schema.org tanımlarının birlikte kullanılarak yayınlanmasıyla, arama motoru, tarayıcı vb. bileşenlerin semantik olarak metnin işleyebilmesi sağlanmaktadır. Yukarıdaki HTML elementi, Google tarafından nasıl indekslendiğini görebilmek adına, Google Rich Snippet Testing Tool (URL-33, 2023) kullanılarak test edilmiştir. Test sonucu, Şekil 52'de görülmektedir.

```
Item
   Type: http://schema.org/Person
   name = Muhammet Emre Yıldırım
   jobTitle = kurucu
   affiliation = Mapisso Yazılım
   url = https://mapisso.com
   address = Item(1)
Item 1
   Type: http://schema.org/PostalAddress
   streetAddress = Cemal Gürsel Caddesi No: 386 D:3
   addressLocality = Karşıyaka
   addressRegion = İzmir
```

Şekil 52. Mikro veri tanımları sayesinde Google tarafından otomatik indekslenen bilgiler (URL-32, 2023) 'deki örnekten uyarlanmıştır

4.4.2. RDFa

HTML, XHTML vb. XML tabanlı dokümanlar içerisine metaveri bilgilerini eklenmesini sağlayan W3C tarafından yayınlanan standarttır (W3C, 2015). RDFa standardı tıpkı mikro veri gibi HTML dokümanı ve içerisindeki HTML elementlerin makine tarafından okunabilir hale getirilmesi sağlanmaktadır. RDFa standardında, mikro veride olduğu gibi semantik tanımlar hakkında bir tanımlama içermez. Dolayısıyla, semantik tanım için referans tanımı, mikro veride olduğu gibi yapılmalıdır. Şekil 53'de görüldüğü gibi *vocab* tanımında semantik tanımlar için schema.org tanımları kullanıldığı görülmektedir.

```
<section vocab="http://schema.org/" typeof="Person">
  Merhaba, benim adım
  <span property="name">Muhammet Emre Yıldırım</span>.,
  <span property="affiliation">Mapisso Yazılım</span>'ın <span
```

```
property="jobTitle">kurucu</span>suyum.
  Mapisso yazılımın web sayfasına <a href="https://mapisso.com"
property="url">https://mapisso.com</a> adresinden ulaşabilirsiniz.
Şirketin adresi,
  <section itemprop="address" itemscope
itemtype="http://schema.org/PostalAddress">
    Şirket Adresi:
    <span itemprop="streetAddress">Cemal Gürsel Caddesi No: 386
D:3</span>,
          <span itemprop="addressLocality">Karşıyaka</span>,
    <span itemprop="addressRegion">İzmir</span>.
  </section>
</section>
```

Şekil 53. RDFa ile birlikte yayınlanan HTML örnek elementi

4.4.3. JSON-LD

Bağlantılı verileri JSON veri formatı kullanarak kodlama yöntemidir. W3C tarafından tanımlanan bir standarttır (W3C, 2020. JSON-LD). JSON-LD formatı, mikro veri ve RDFa standartlarında olduğu gibi semantik tanımlar içermezler. Semantik tanımlar için schema.org tanımları kullanılabilir. JSON-LD, mikro veri ve RDFa tanımlarından farklı olarak HTML elementleri ile birlikte kaydedilmez. JSON-LD tanımlamaları için ayrıca bir json dosyası oluşturulur. Şekil 54'te olduğu gibi JSON-LD tanımları, HTML sayfasında <script type="application/ld+json"> script elementinin içine yazılır.

```
<script type="application/ld+json">
{
  "@context": "https://schema.org/",
  "@type": "Person",
  "name": "Muhammet Emre Yıldırım",
  "affiliation": "Mapisso Yazılım",
  "jobTitle": "Kurucu",
...
} </script>
```

Şekil 54. JSON-LD örneği

JSON-LD, RDFa ve mikro veri standartları HTML sayfalarında yayınlanan içeriklerin bağlantılı veri haline getirilmesinde kullanılmaktadır. (Geonovum, 2016) çalışması kapsamında, WFS servislerinin arama motorları tarafından indekslenebilir hale getirilmesi için çeşitli çalışmalar yürütüldüğü görülmektedir. WFS servisinin *GetCapabilities* dokümanındaki tanımlarının schema.org'a map edilmesi işlemleri

gerçekleştirilmiştir (Ek, Tablo 2). OGC WFS servisinin tüm alanları schema.org tanımlarına transfer edilemediği görülmektedir. Schema.org, WFS *GetCapabilities* dokümanındaki alanlara göre özgürce genişletilebilir. Fakat bu genişletmenin arama motorlarının ilgili sayfayı indekslerken fayda sağlayıp sağlamadığı belirsizdir. Tüm tanımların, arama motoru tarafından indekslenmesi için WFS için oluşturulan açılış sayfasının HTML dokümanının içerisine schema.org tanımını uygun bir şekilde koyulması gerekmektedir. Konumsal veri yayınlayıcısı servislerin yayınladığı verilerin arama motorları tarafından indekslenebilir hale getirilmesi konumsal verilerin genel web kullanıcısı tarafından bulunabilir ve kullanılabilir hale getirilmesi bu çalışmalar kapsamında ifade edildiği ölçüde katkı sağlaması mümkün gözükmemektedir.

Google, Bing ve Yandex gibi arama motorlarında indekslenen konumsal veri servislerinin milyonlarca sonuç arasından, veriyi kullanacak geliştirici tarafından bulunabilmesi ve kullanılabilmesine kayda değer katkılar sağlamayacaktır. Dolayısıyla, bu yaklaşım konumsal verinin bulunabilmesini bir miktar artırmakla birlikte sorunun çözülmediği görülmektedir. Konumsal veri portallarına ya da açık veri portallarına veriye erişim anlamında ihtiyaç duyulacaktır. Konumsal verinin genel web kullanıcısı tarafından etkin bir şekilde kullanımını sağlamak için data.gov, data.gov.uk gibi açık veri portallarında kullanıma sunulması önemli katkılar sağlayacaktır.

OGC API (URL-29, 2023), yeni nesil OGC servisleri olarak ifade edilmektedir. (Geonovum, 2016) (OGC, 2019) kapsamında yapılan çalışmalar sonucunda, OGC API yaklaşımının ortaya çıktığı görülmektedir. OGC API, OGC tarafından herkesin konumsal verileri yayınlaması, kullanması ve başka veriler ile kolayca entegre edilmesi için dizayn edildiği ifade edilmektedir. OGC API servisleri incelendiğinde, konumsal verilere yönelik geliştirilen OGC servislerinin REST yaklaşımı ile hayata geçirildiği görülmektedir. OGC API tanımlarından OGC API Features incelendiğinde, Geonovum ve OGC tarafından yapılan çalışmalar ışığında yeni bir servis dizaynının yapıldığı ve standartlaştırıldığı görülmektedir. OGC API kapsamında, OGC API Features, OGC API Common, OGC API EDR, OGC API Tiles, OGC API Processes, OGC API Coverages, OGC API Records, OGC API Styles, OGC API Maps, OGC API Routes, OGC 3D GeoVolumes, OGC API Moving Features API'leri standart hale getirildiği görülmektedir.

OGC API Common standardında da ifade edildiği gibi OGC servisleri 1990'lı yılların sonu 2000'li yılların başında geliştirilmeye başlandı. O dönemdeki mevcut teknolojiler ışığında OGC servisleri *Remote-Procedure-Call-over-HTTP (RPC Stil)* yöntemi

kullanılarak geliştirilmiştir (OGC Common, 2022). 2000'li yıllardan bu yana teknolojinin gelişmesiyle birlikte servis yönelimli mimari de çok farklı yaklaşımlar ortaya çıktı. Bunlardan birisi de Kaynak Yönelimli Mimaridir (Resource Oriented Architecture). Bu mimari, REST servisleri yaklaşımıyla hayata geçmektedir. OGC'nin mevcut konumsal servis standartlarını güncel servis yaklaşımlarıyla hayata geçirmeye başladığı görüldü. OGC servislerinin RPC stilinden REST yaklaşımına geçtiği görülmektedir. Bu doğrultuda, OGC API servisleri hayata geçirilmektedir. OGC API kapsamında yayınlanan standartların 2022 yılında yayınlanmaya başladığı görülmektedir.

OGC, dünya genelinde konumsal verilere ilişkin yayınladığı servis standartları geniş bir kabul gördüğü bilinmektedir. RPC stilinde tasarlanan konumsal servislerin halen pek çok uygulama içerisinde kullanıldığı ve CBS sektöründe bir endüstri standardı haline geldiği görülmektedir. UKVA gerçekleştirimleri incelendiğinde, konumsal verilerin büyük çoğunluğunun güncelliğini yitirmiş OGC servisleriyle yayınlandığı görülmektedir. REST yaklaşımının ortaya çıktığı tarihe bakıldığında, 2000 yılında Roy Fielding tarafından ortaya atıldığı ve 2002 yılında Flickr tarafından REST API yayınladığı, ardından 2006 yılında Amazon AWS servis altyapısını yayınladığı görülmektedir.

OGC'nin REST mimarisine geçiş çalışmaları 2016 yılında başlamış, yapılan çalışmalar sonucunda 2022 yılında standartların yayınlanmaya başladığı görülmektedir. OGC, güncel servis teknolojilerine uyum sağlama konusunda geç kalmıştır. 2022 yılında REST mimarisine geçiş sürecinde, genel web teknolojilerini incelediğimizde, farklı servis mimarisi yaklaşımlarının ortaya çıktığı görülmektedir. OGC'nin REST mimarisine geçişte çok geç kaldığı, genel web ortamında REST servislerinin kullanımının başladığı tarihlere bakıldığında anlaşılmaktadır. Bunun yanısıra, 2022 yılında yayınlanmaya başlanan OGC API standartlarının, CBS endüstrisinde henüz aktif bir şekilde kullanılmadığı görülmektedir. Örneğin; ülkemizdeki TUCBS çalışmaları incelendiğinde, konumsal veri yayınlamada kullanılan OGC servislerin sadece WMS ve WFS servisleri olduğu görülmektedir. OGC API servislerinin yaygınlaşmasının zaman alacağı aşikârdır. Bu durum, konumsal veriye dair servis standartlarının genel web ortamındaki teknolojiler bakımından hep geriden gelmesine sebep olmaktadır.

OGC'nin geçmekte geç kaldığı REST servisleri yaklaşımı yanı sıra güncel web teknolojilerini incelendiğinde ve açık veri ekosistemlerinin gittiği yöne bakıldığında, bağlantılı veri yaklaşımının önemli bir seçenek olduğu görülmektedir. REST yaklaşımına geç kalan OGC'nin yayınladığı OGC API standartları incelendiğinde bağlantılı veri

kapsamında, herhangi bir çözüm sunmadığı görülmektedir. Bağlantılı veriye dair çözüm üretmeyen bu OGC API standartların kullanımı hiç şüphe yok ki önümüzdeki zamanlarda artış gösterecektir. Tıpkı günümüzde RPC stili servis yaklaşımının güncelliğini yitirdiği durumda olduğu gibi, yayınlanan bu standartlar linkli veri bağlamında güncelliğini yitirecektir.

Konumsal verinin genel web ortamında kullanılabilirliğinin artırılması amacıyla genel web ortamında geliştiriciler tarafından yoğunlukla kullanılan teknolojilerin konumsal veri sunumuna uyarlanması önemli çalışmalar olmakla birlikte, OGC'nin genel web ortamında kullanılan yaklaşım ve teknolojileri hep geriden takip ediliyor olması, genel web ve konumsal veri altyapıları arasındaki ilişkinin olması gereken seviyeye çıkarılmasını engelleyecektir.

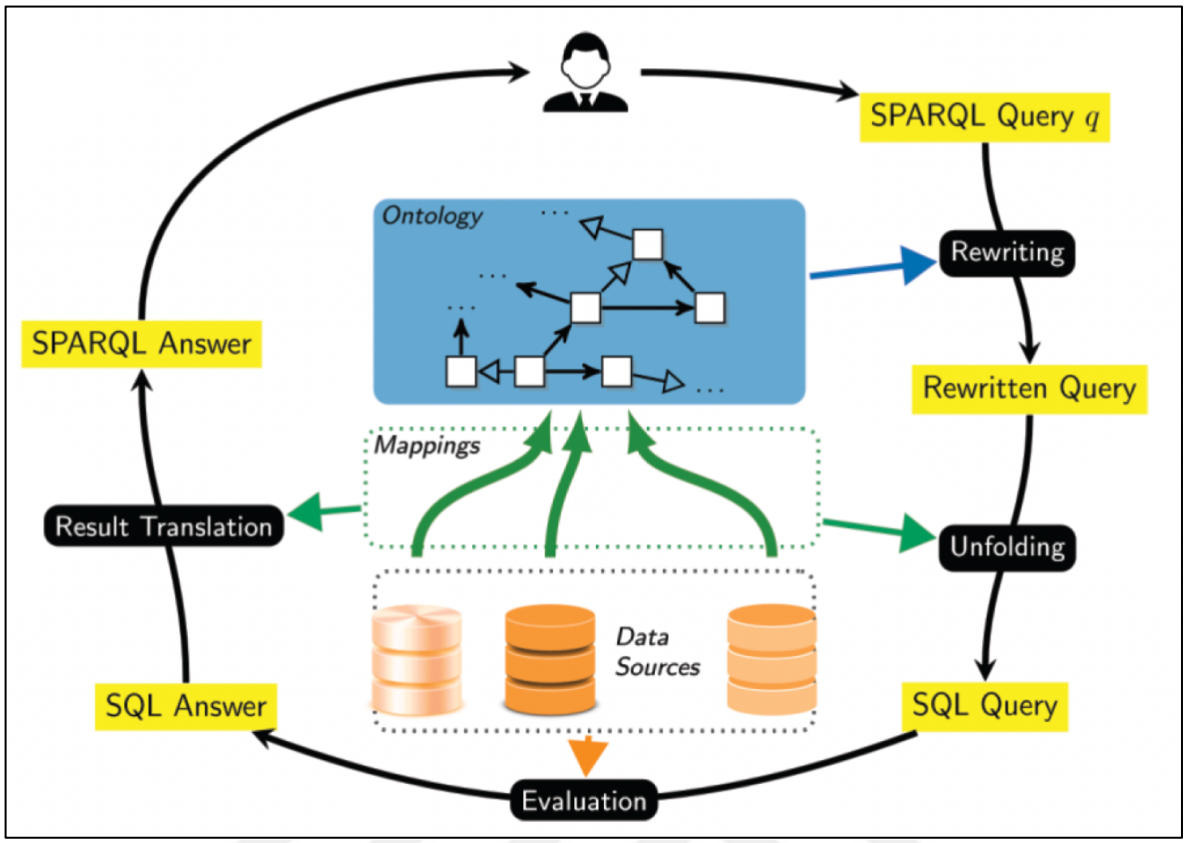
4.5. Konumsal Verinin Bağlantılı Veri Olarak Yayınlanması

Linked Data (LD) tarafında da çeşitli proje ve girişimler vardı. "DBPedia projesi"(Bizer vd. 2009) burada temel kilometre taşlarından biridir. Projede, Wikipedia verileri RDF formatına dönüştürülerek başka bilgi kaynakları ile linklenmiş ve sonuçta bir bilgi tabanı (knowledge base) oluşturulmuştur. Konumsal verilerin linklenmesine yönelik ilk ve en önemli projeler olarak, Ordnance Survey'in çalışmaları (Goodwin vd., 2008) ve LinkedGeoData (Stadler vd., 2012) projesi sayılabilir. 2009 yılında başlayan LinkedGeoData projesinde amaç, OpenStreetMap (OSM) verisinin RDF formatına dönüştürülmesi ve DBPedia, Geonames gibi popüler LD veri kaynakları ile linklenmesi idi.

2012 yılında Google tarafından ortaya atılmış olan Bilgi Çizgesi (Knowledge Graph) kavramı, son yılların en aktif araştırma alanlarından biri olarak gündemdedir. KG için, çeşitli kaynaklarda farklı tanımlamalar bulunmakla birlikte, (Hogan vd., 2020) de verilen tanım bizce daha uygundur. Esasen bir çizge (graph), düğüm (node) lar ve kenar (edge) ların bir topluluğudur. Düğümlerde varlıklar, kenarlar da varlıklar arası ilişkileri bulunur. Çizge, veri ve bilgi temsili için uygun bir yapıdır ve arka planda Çizge Teorisi bulunur. Çeşitli şirketlerin ve akademik camianın henüz sınırlı sayıda çalışmaları mevcuttur. Örneğin (Dsouza A. vd., 2021), OSM verisinin bir KG olarak temsil edilmesini amaçlamış ve sonuç ürünü "WorldKG" (URL-61,2023) olarak adlandırmıştır.

Bir verinin, LD'ye dönüştürülmesinde esasen iki farklı yaklaşım göze çarpmaktadır. Bunlardan birisi; verinin doğrudan RDF'ye dönüştürülmesi ve bir RDF veritabanında (Triple Store) kaydedilmesi, bir diğeri ise Virtual Knowledge Graph (Sanal Bilgi Çizgesi -VKG) oluşturulmasıdır. Bu doktora tezi kapsamında yapılan konumsal verinin LD'ye dönüştürülmesi çalışmasında, VKG oluşturulması yöntemi kullanılmıştır.

VKG, literatürde Ontoloji Tabanlı Veriye Erişim (Ontology Based Data Access - ODBA) olarak da ifade edilmektedir (Xiao, 2020) (Poggi VD., 2008) (Priyatna, 2014). VKG, ontoloji, mapping, veri kaynağı ve sorgulama bileşenlerinden oluşmaktadır (30). Ontoloji bileşeni, kullanıcılara veri hakkındaki semantik tanımların oluşturulduğu bileşendir. Ontoloji bileşeninde tanımları ifade etmek için kullanılan standart, W3C tarafından yayınlanan W3C Ontology Language standardıdır (W3C, 2012). Mapping bileşeni, veri kaynağı ile ontoloji arasında eşlemenin yapıldığı bileşendir. Ontoloji tanımındaki sınıf ve özelliklerinin veri kaynağından nasıl alınacağının tanımlandığı bileşendir. Mapping bileşeninde, W3C tarafından yayınlanan W3C R2RML: RDB to RDF Mapping Language standardı kullanılmaktadır. Mapping bileşeninde, R2RML sözdizimi (syntax) kullanılmasının yanı sıra kullanılan VKG platformuna özel mapping sözdizimi de kullanılmaktadır. Bu çalışma kapsamında kullanılan Ontop (URL-62, 2023) platformuna özel tanımlanmış *mapping* sözdizimi kullanılmıştır. Ontop, R2RML standardında tanımlanan sözdizimini de desteklemektedir. Ontop *mapping* sözdizimi, öğrenilmesi ve bir kullanıcı tarafından daha kolay okunabilir olmasından dolayı tercih edilmiştir. VKG'de veri kaynağından kasıt bu çalışma kapsamında, konumsal verinin saklandığı ilişkisel veri tabanıdır. Bu çalışma kapsamında, PostgreSQL/PostGIS kullanılmıştır. Sorgulama bileşeni, VKG oluşturulduktan sonra kullanıcının SPARQL dilini kullanarak sorgu yapabildiği bileşendir. SPARQL sorgu dili, W3C tarafından yayınlanmış, RDF formatındaki veriler için geliştirilmiş, SPARQL 1.1 Query Language (URL-63, 2023) adında bir sorgulama dili standardıdır. SPARQL bağlantılı veriler için oluşturulmuş, ilişkisel veritabanında kullanılan SQL gibi bir sorgulama dili olarak ifade edilebilir. Bir VKG sisteminde, ilişkisel veritabanında saklanan veriler, RDF verisine dönüştürülmesine gerek yoktur. VKG sistemi, bir SPARQL sorgusunu, ontoloji ve mapping bileşenlerindeki tanımlamalara göre ihtiyaç duyduğu bilgiye ilişkisel veritabanında ulaşmak için gerekli SQL sorgusuna dönüştürür. İlişkisel veritabanına gönderilen SQL sorgusu sonucunda gelen veriyi SPARQL sonuç dokümanına dönüştürme işlemini gerçekleştirir (Şekil 55).



Şekil 55. VKG Sorgu Süreci (Xiao, 2019)

Bu doktora çalışma kapsamında konumsal verinin bağlantılı veri olarak yayınlanması hedeflendiği için SPARQL sorgusuna ek olarak GeoSPARQL sorgu dili kullanılmıştır. GeoSPARQL, OGC tarafından yayınlanan GeoSPARQL – A Geographic Query Language for RDF Data standardıyla tanımlanmıştır (URL-64, 2023). GeoSPARQL, RDF verileri için konumsal sorgulama dilidir.

Konumsal verinin bağlantılı veri olarak yayınlanması konusunda, Manisa Su ve Kanalizasyon İdaresi Genel Müdürlüğü tarafından yayınlanan içme suyu veri seti kullanılmıştır. İçme suyu veri seti içerisindeki su deposu verisi, MTA tarafından yayınlanan fay hattı bilgisi, CBS genel müdürlüğü tarafından yayınlanan il ve ilçe verilerinin bağlantılı veriye dönüştürülmesi çalışmaları gerçekleştirilmiştir (Şekil 56).



Şekil 56. Bağlantılı veriye dönüştürülecek veri setleri

Konumsal verilerin ilişkisel veritabanında kaydedilmesi ve sorgulama işlemleri için PostgreSQL/PostGIS v14.x kullanılmıştır. VKG oluşturulması için Ontop v5.1.0 platformu kullanılmıştır. Ontop ve PostgreSQL uygulamaları DockeR (URL-65, 2023) ortamında yayınlanmıştır.

4.5.1. Ontoloji Tanımı:

```
@prefix : <http://maski.mapisso.com/ontology#> .
@prefix data: <http://maski.mapisso.com/data/> .
@prefix sf: <http://www.opengis.net/ont/sf#> .
@prefix cdt: <http://w3id.org/lindt/custom_datatypes#> .
@prefix geo: <http://www.opengis.net/ont/geosparql#> .
@prefix gml: <http://www.opengis.net/ont/gml#> .
@prefix owl: <http://www.w3.org/2002/07/owl#> .
@prefix rdf: <http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#> .
@prefix ssn: <http://www.w3.org/ns/ssn/> .
@prefix xml: <http://www.w3.org/XML/1998/namespace> .
@prefix xsd: <http://www.w3.org/2001/XMLSchema#> .
@prefix obda: <https://w3id.org/obda/vocabulary#> .
```

```
@prefix qudt: <http://qudt.org/schema/qudt#> .
@prefix rdfs: <http://www.w3.org/2000/01/rdf-schema#> .
@prefix skos: <http://www.w3.org/2004/02/skos/core#> .
@prefix sosa: <http://www.w3.org/ns/sosa/> .
@prefix schema: <http://schema.org/> .
@prefix qudt-1-1: <http://qudt.org/1.1/schema/qudt#> .
@prefix qudt-unit: <http://qudt.org/vocab/unit#> .
@prefix qudt-1-1-unit: <http://qudt.org/1.1/vocab/unit#> .
@base <http://maski.mapisso.com/ontology#> .

<http://maski.mapisso.com/ontology#> rdf:type owl:Ontology ;
                                                owl:imports <http://qudt.org/1.1/schema/qudt> ,
                                                            <http://qudt.org/1.1/vocab/unit> ,

<http://www.opengis.net/ont/geosparql> ,
                                                            ssn: ,

<https://schema.org/version/latest/schemaorg-current-http.rdf> .

#################################################################
#    Object Properties
#################################################################

###  http://schema.org/containedInPlace
schema:containedInPlace rdf:type owl:ObjectProperty ;
                        owl:inverseOf schema:containsPlace .

###  http://schema.org/containsPlace
schema:containsPlace rdf:type owl:ObjectProperty .

###  http://schema.org/geo
schema:geo rdf:type owl:ObjectProperty .

#################################################################
#    Data properties
#################################################################

###  http://schema.org/latitude
schema:latitude rdf:type owl:DatatypeProperty .

###  http://schema.org/longitude
schema:longitude rdf:type owl:DatatypeProperty .

#################################################################
#    Classes
#################################################################

:City rdf:type owl:Class ;
      rdfs:subClassOf schema:AdministrativeArea .

:District rdf:type owl:Class ;
       rdfs:subClassOf schema:AdministrativeArea ;
       rdfs:subClassOf :City.

###  http://destination.example.org/ontology/dest#Municipality
:Municipality rdf:type owl:Class ;
              rdfs:subClassOf schema:AdministrativeArea;
              rdfs:subClassOf :City .

:SuDeposu rdf:type owl:Class ;
              rdfs:subClassOf :Municipality .

:Fay rdf:type owl:Class .
#              rdfs:subClassOf schema:AdministrativeArea .
```

4.5.2. Ontop Mapping Tanımları:

```
[PrefixDeclaration]
:      http://maski.mapisso.com/ontology#
sf:    http://www.opengis.net/ont/sf#
cdt:      http://w3id.org/lindt/custom_datatypes#
geo:      http://www.opengis.net/ont/geosparql#
gml:      http://www.opengis.net/ont/gml#
owl:      http://www.w3.org/2002/07/owl#
rdf:      http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#
ssn:      http://www.w3.org/ns/ssn/
xml:      http://www.w3.org/XML/1998/namespace
xsd:      http://www.w3.org/2001/XMLSchema#
data:     http://destination.example.org/data/
obda:     https://w3id.org/obda/vocabulary#
qudt:     http://qudt.org/schema/qudt#
rdfs:     http://www.w3.org/2000/01/rdf-schema#
skos:     http://www.w3.org/2004/02/skos/core#
sosa:     http://www.w3.org/ns/sosa/
schema:      http://schema.org/
qudt-1-1: http://qudt.org/1.1/schema/qudt#
qudt-unit:   http://qudt.org/vocab/unit#
qudt-1-1-unit:  http://qudt.org/1.1/vocab/unit#

[MappingDeclaration] @collection [[

mappingId City
target    data:city/{id} a :City ; schema:name {name} ; geo:defaultGeometry data:geo/city/{id} ;
schema:geo data:geo/city/{id} .
source    SELECT * FROM public.city

mappingId City geo
target    data:geo/city/{id} a schema:GeoCoordinates ; geo:asWKT {wkt}^^geo:wktLiteral .
source    SELECT *, ST_AsText(geom) AS wkt FROM public.city

mappingId District
target    data:district/{id} a :District ; schema:name {name} ; geo:defaultGeometry
data:geo/district/{id} ; schema:geo data:geo/district/{id} .
source    SELECT * FROM public.district

mappingId District geo
target    data:geo/district/{id} a schema:GeoCoordinates ; geo:asWKT {wkt}^^geo:wktLiteral .
source    SELECT *, ST_AsText(geom) AS wkt FROM public.district

mappingId Municipality
target    data:municipality/{id} a :Municipality ; schema:name {name}; geo:defaultGeometry
data:geo/municipality/{id} ; schema:geo data:geo/municipality/{id} .
source    SELECT * FROM public.municipalities

mappingId Municipality geo
target    data:geo/municipality/{id} a schema:GeoCoordinates ; schema:longitude {longitude} ;
schema:latitude {latitude} ; geo:asWKT {wkt}^^geo:wktLiteral .
source    SELECT *, ST_AsText(geom) AS wkt FROM public.municipalities

mappingId SuDeposu
target    data:sudeposu/{id} a :SuDeposu ; schema:name {name}; geo:defaultGeometry
data:geo/sudeposu/{id} ; schema:geo data:geo/sudeposu/{id} .
source    SELECT * FROM public.sudeposu

mappingId SuDeposu geo
target    data:geo/sudeposu/{id} a schema:GeoCoordinates ; schema:longitude {longitude} ;
schema:latitude {latitude} ; geo:asWKT {wkt}^^geo:wktLiteral .
source    SELECT *, ST_AsText(geom) AS wkt FROM public.sudeposu

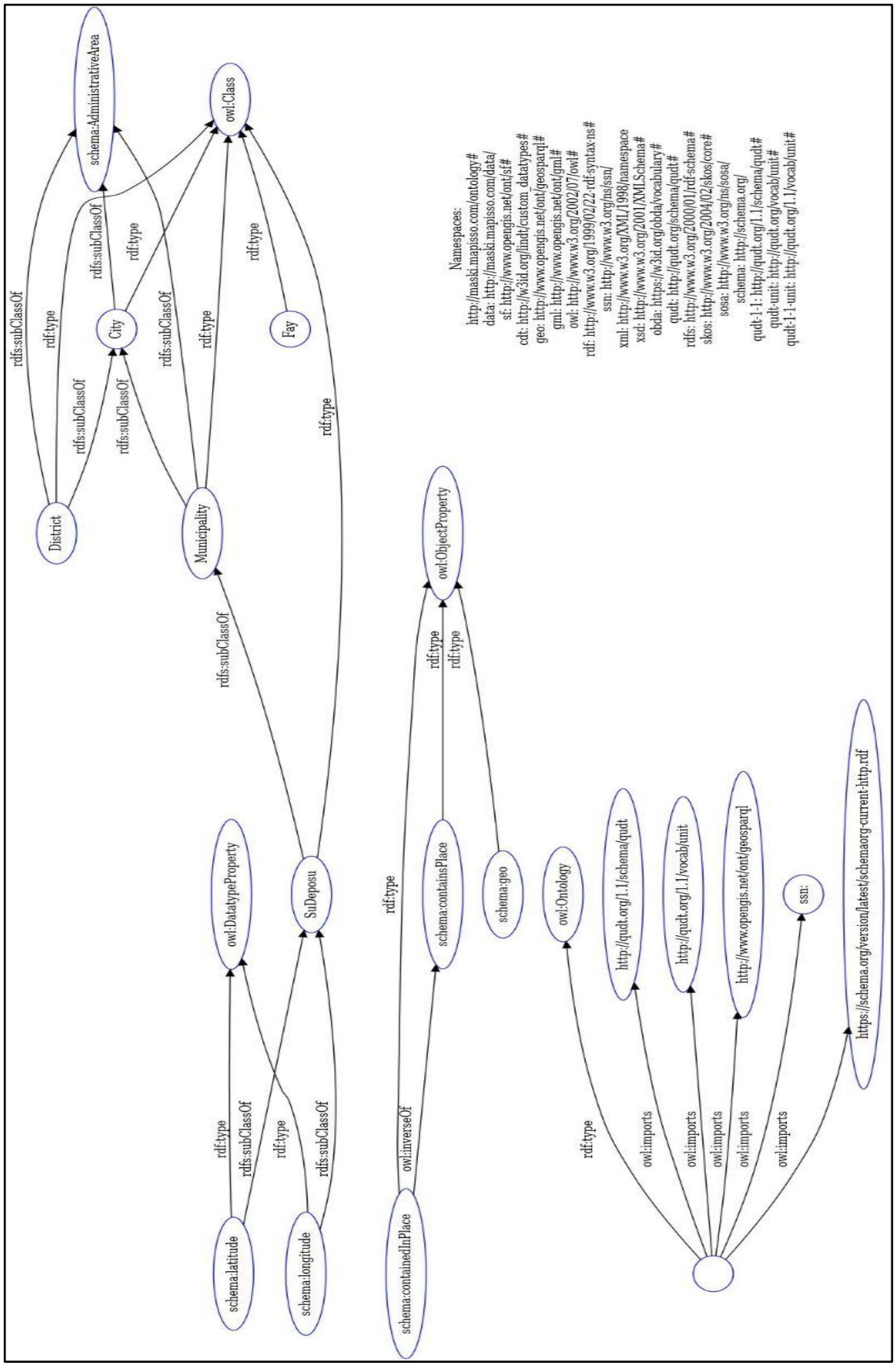
mappingId FayHatti
target    data:fayhatti/{id} a :Fay ; schema:name {name}; geo:defaultGeometry
data:geo/fayhatti/{id} ; schema:geo data:geo/fayhatti/{id} .
source    SELECT * FROM public.fayhatti

mappingId FayHatti geo
target    data:geo/fayhatti/{id} a schema:GeoCoordinates ; geo:asWKT {wkt}^^geo:wktLiteral .
source    SELECT *,ST_AsText(geom) AS wkt FROM public.fayhatti
```

4.5.3. Ontop İlişkisel Veritabanı Bağlantı Dosyası:

```
jdbc.url=jdbc:postgresql://db/
jdbc.driver=org.postgresql.Driver
jdbc.user=*****
jdbc.password=*****
ontop.enableFactExtractionWithTBox=true
ontop.queryOntologyAnnotation=true
```

Bu çalışmadaki ana amaç, farklı veri kaynaklarından gelen konumsal verilerin bağlantılı veri olarak yayınlanmasında tercih ettiğimiz yöntem olan VKG olarak yayınlanması, GeoSPARQL uç noktası (endpoint) oluşturulması ve konumsal sorgulama işlemlerini bağlantılı veri olarak gerçekleştirilmesidir. Bu çalışma kapsamında gerçekleştirilen ontolojik tanımlamalar deneysel seviyededir. Örneğin; su deposunun nasıl bağlantılı veriye dönüştürüleceği hangi ontolojiler ile bağlantısının oluşturulacağı başka bir çalışmanın konusudur. Fakat; yapılan çalışmalar sırasında konumsal sınıfların bağlanacağı ontolojilerin yeterli seviyede olmadığı görülmüştür. Bu doğrultuda dünya genelinde kabul görecek konumsal ontolojilerin yayınlanması, konumsal verilerin, bağlantılı verilere dönüşümünü hızlandıracaktır.



Şekil 57. Ontoloji tanımının RDF graph olarak gösterimi

Hiç şüphe yok ki; bu çalışma kapsamında VKG yaklaşımının neden tercih edildiği açıklanması gereken bir konudur. Konumsal veri ekosisteminde, konumsal veriler çoğunlukla ilişkisel veri tabanlarında saklandığı yadsınamaz bir gerçektir. Bu doğrultuda, CBS kullanıcıları masaüstü uygulamalarında, veri okuma, ekleme, güncelleme ve silme işlemlerini ilişkisel veri tabanlarına doğrudan bağlantı sağlayarak gerçekleştirmektedir. Web uygulamalarında ise veri okuma, ekleme, güncelleme ve silme işlemlerini, ilişkisel veritabanları üzerinde çalışan OGC web servisleri ile gerçekleştirilmektedir. Bağlantılı veriye geçiş yöntemi olarak ifade edilen yöntemlerden ilki olan verinin RDF'ye dönüştürülmesi ve bir RDF veritabanında (Triple Store) kaydedilmesi yönteminde, CBS yazılımlarının bir RDF veri tabanıyla çalışabileceği araçların henüz istenilen seviyede olmaması önemli bir sorundur. Bu durumda, veriyi hem ilişkisel veritabanında hem de RDF veri tabanında tutulması hem veri tekrarına neden olacak hem de verinin iki tarafta da güncel tutulması önemli bir sorun olarak ortaya çıkacaktır. Bunun yerine, VKG ile konumsal verinin hem mevcut altyapı ile ilişkisel veritabanı ortamında güncel tutulması sağlanacak hemde aynı zamanda bağlantılı veri olarak yayınlanması sağlanacaktır. İşte bu nedenlerden dolayı, konumsal verinin bağlantılı veri olarak yayınlanması için VKG yöntemi tercih edilmiştir.

Bu çalışma kapsamında belirlenen veri setlerinin, bağlantılı veri olarak yayınlanması için VKG oluşturulma çalışmaları gerçekleştirilmiştir. VKG oluşturulması aşaması tamamlandıktan sonra, belirlenen kullanım senaryoları bağlamında GeoSPARQL sorguları oluşturulmuştur.

Kullanım senaryoları;

1. Fay hattı listesi
2. Fay hattı geçen ilçe listesi
3. Fay hattına 1 km yakın su deposu listesi
4. Fay hattına 1 km yakın kargir tipinde su deposu listesi

şeklinde belirlenmiştir. Bu kullanım senaryoları, deprem olması durumunda yıkılması olası su depolarının bulunabilmesi ve hizmet veremeyecek depoların tespit edilmesine yönelik belirlenmiştir.

Senaryo 1: Fay hattı listesi

```
PREFIX : <http://maski.mapisso.com/ontology#>
PREFIX schema: <http://schema.org/>
PREFIX geo: <http://www.opengis.net/ont/geosparql#>
PREFIX geof: <http://www.opengis.net/def/function/geosparql/>
PREFIX uom: <http://www.opengis.net/def/uom/OGC/1.0/>

SELECT ?wPos ?name ?geometry #?fayZoneGeometry #?geometryLabel
WHERE {
   ?m a :District ;
    geo:defaultGeometry/geo:asWKT ?geometry ;
    schema:name ?name .

    ?f a :Fay ;
    geo:defaultGeometry/geo:asWKT ?fayGeometry .

   BIND(geof:buffer(?fayGeometry, 1000, uom:metre) AS ?fayZoneGeometry) .  # Buffer with a
radius of 100 units

    FILTER (geof:sfIntersects(?fayGeometry, ?geometry))
    BIND(geof:sfIntersects(?fayGeometry, ?geometry) AS ?intersection)

    #schema:name ?geometryLabel;
    #schema:geo/schema:elevation ?elevation .
    #FILTER(langMatches(lang(?name), 'en'))
    #BIND(CONCAT(?name, " (", str(?name), ")") AS ?posLabel)
}
```

Sonuç:



Senaryo 2: Fay hattı geçen ilçe listesi

```
PREFIX : <http://maski.mapisso.com/ontology#>
PREFIX schema: <http://schema.org/>
PREFIX geo: <http://www.opengis.net/ont/geosparql#>
PREFIX geof: <http://www.opengis.net/def/function/geosparql/>
PREFIX uom: <http://www.opengis.net/def/uom/OGC/1.0/>

SELECT ?wPos ?name ?geometry ?intersection ?fayZoneGeometry #?geometryLabel
WHERE {
   ?m a :District ;
    geo:defaultGeometry/geo:asWKT ?geometry ;
    schema:name ?name .

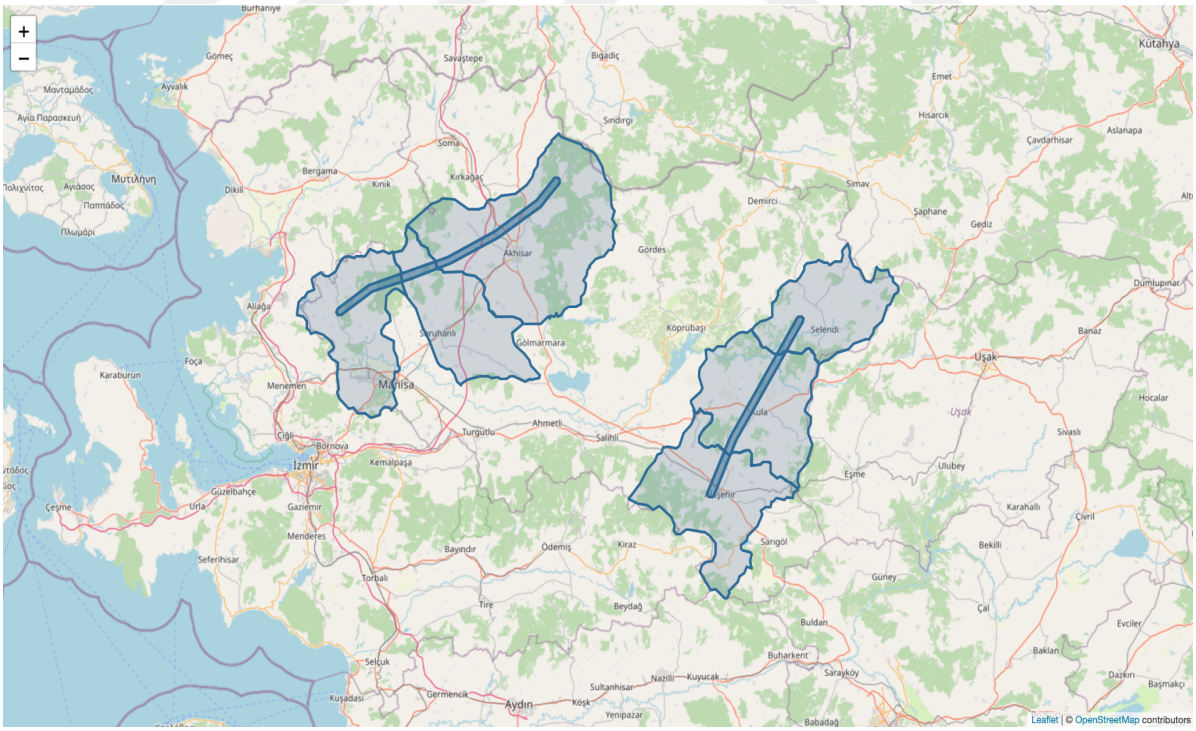
    ?f a :Fay ;
    geo:defaultGeometry/geo:asWKT ?fayGeometry .

   BIND(geof:buffer(?fayGeometry, 1000, uom:metre) AS ?fayZoneGeometry) .  # Buffer with a
radius of 100 units

    FILTER (geof:sfIntersects(?fayGeometry, ?geometry))
    BIND(geof:sfIntersects(?fayGeometry, ?geometry) AS ?intersection)

}
```

Sonuç:



Senaryo 3: Fay hattına 1 km yakın su deposu listesi

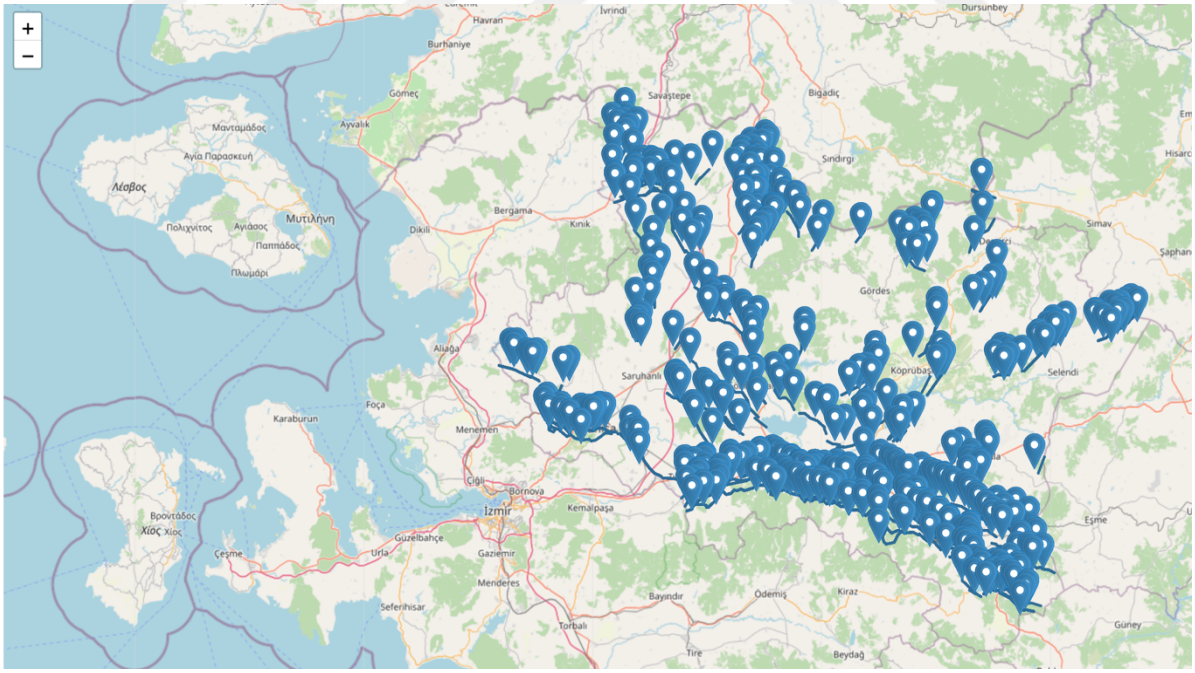
```
PREFIX : <http://maski.mapisso.com/ontology#>
PREFIX rdfs: <http://www.w3.org/2000/01/rdf-schema#>
PREFIX rdf: <http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#>
PREFIX sosa: <http://www.w3.org/ns/sosa/>
PREFIX schema: <http://schema.org/>
PREFIX geo: <http://www.opengis.net/ont/geosparql#>
PREFIX geof: <http://www.opengis.net/def/function/geosparql/>
PREFIX uom: <http://www.opengis.net/def/uom/OGC/1.0/>
PREFIX qudt: <http://qudt.org/schema/qudt#>
PREFIX qudt-unit: <http://qudt.org/vocab/unit#>

SELECT ?depoPositions ?depoLabel ?fayPositions ?fayLabel ?distance
WHERE {
  # Su Deposu
  ?h a :SuDeposu ; geo:defaultGeometry/geo:asWKT ?depoPositions ; schema:name ?depoLabel .

  # Fay hatti
  ?f a :Fay ; geo:defaultGeometry/geo:asWKT ?fayPositions; schema:name ?fayLabel .

  # Max spatial distance
  BIND(geof:distance(?depoPositions, ?fayPositions, uom:metre) AS ?distance)
  FILTER (?distance <= 1000)
}
```

Sonuç:



Senaryo 4: Fay hattına 1 km yakın kargir tipinde su deposu listesi

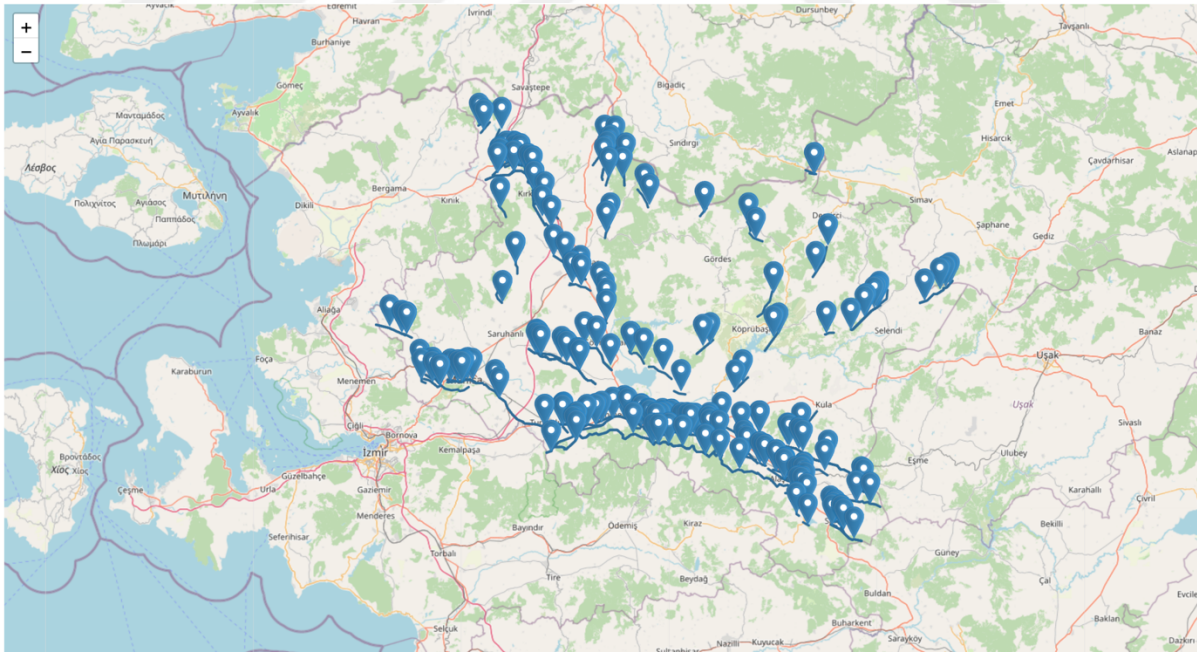
```
PREFIX : <http://maski.mapisso.com/ontology#>
PREFIX rdfs: <http://www.w3.org/2000/01/rdf-schema#>
PREFIX rdf: <http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#>
PREFIX sosa: <http://www.w3.org/ns/sosa/>
PREFIX schema: <http://schema.org/>
PREFIX geo: <http://www.opengis.net/ont/geosparql#>
PREFIX geof: <http://www.opengis.net/def/function/geosparql/>
PREFIX uom: <http://www.opengis.net/def/uom/OGC/1.0/>
PREFIX qudt: <http://qudt.org/schema/qudt#>
PREFIX qudt-unit: <http://qudt.org/vocab/unit#>

SELECT ?depoPositions ?depoLabel ?fayPositions ?fayLabel ?distance
WHERE {
  # Su Deposu
  ?h a :SuDeposu ; geo:defaultGeometry/geo:asWKT ?depoPositions ;
       :depoTip ?depoTip; schema:name ?depoLabel .

  # Fay hatti
  ?f a :Fay ; geo:defaultGeometry/geo:asWKT ?fayPositions; schema:name ?fayLabel .

  # Max spatial distance
  BIND(geof:distance(?depoPositions, ?fayPositions, uom:metre) AS ?distance)
  FILTER (?distance <= 1000 && ?depoTip == “KARGİR”)
}
```

Sonuç:



Senaryo 4'de gerçekleştirilen GeoSPARQL sorgusunun açıklaması Şekil 58'de yapılmıştır.

```
PREFIX : <http://maski.mapisso.com/ontology#>
PREFIX rdfs: <http://www.w3.org/2000/01/rdf-schema#>
PREFIX rdf: <http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#>
PREFIX sosa: <http://www.w3.org/ns/sosa/>
PREFIX schema: <http://schema.org/>
PREFIX geo: <http://www.opengis.net/ont/geosparql#>
PREFIX geof: <http://www.opengis.net/def/function/geosparql/>
PREFIX uom: <http://www.opengis.net/def/uom/OGC/1.0/>
PREFIX qudt: <http://qudt.org/schema/qudt#>
PREFIX qudt-unit: <http://qudt.org/vocab/unit#>

SELECT ?depoPositions ?depoLabel ?fayPositions ?fayLabel ?distance
WHERE {
  # Su Deposu
  ?h a :SuDeposu ; geo:defaultGeometry/geo:asWKT ?depoPositions ;
       :depoTip ?depoTip; schema:name ?depoLabel .

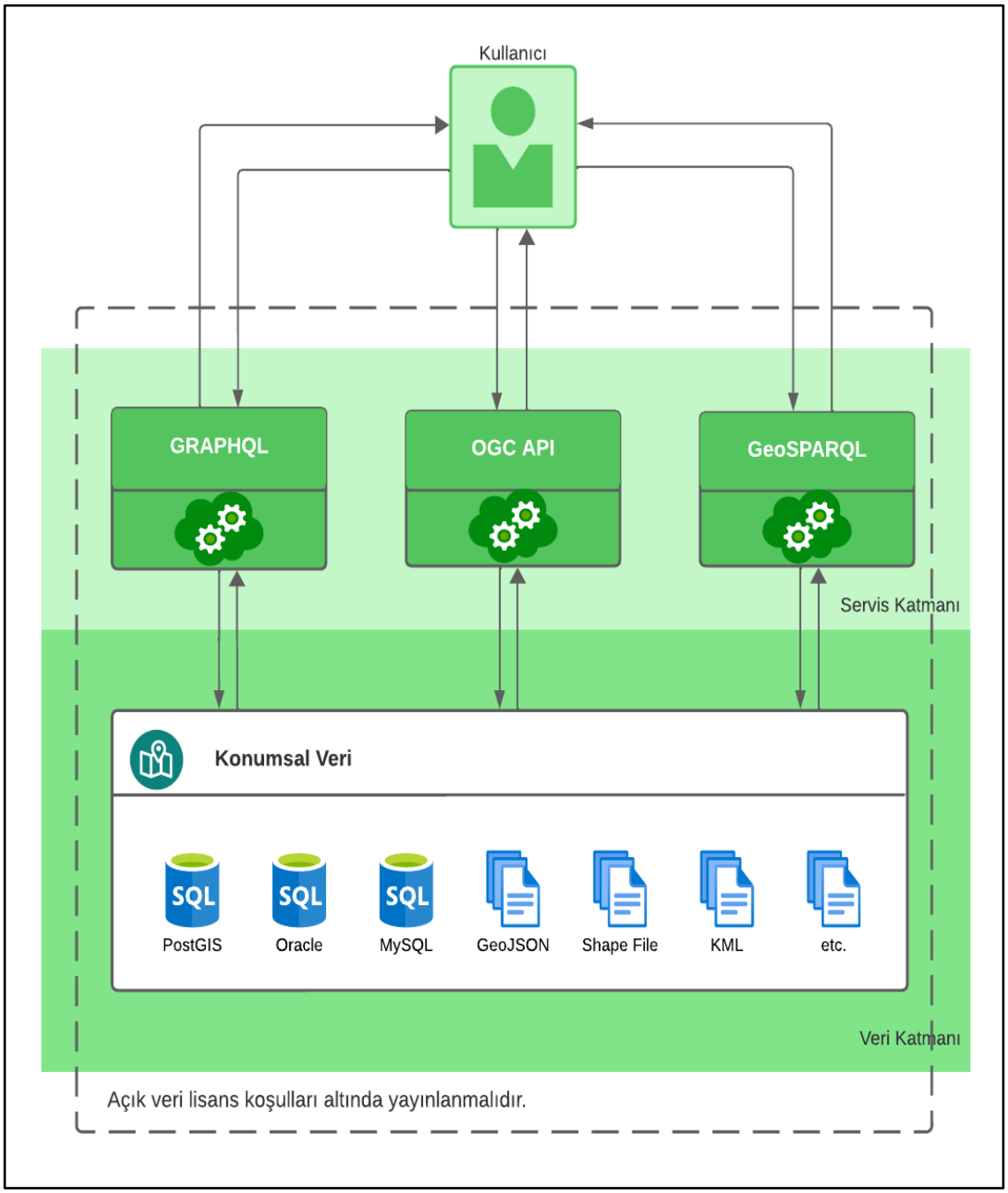
  # Fay hatti
  ?f a :Fay ; geo:defaultGeometry/geo:asWKT ?fayPositions; schema:name ?fayLabel .

  # Max spatial distance
  BIND(geof:distance(?depoPositions, ?fayPositions, uom:metre) AS ?distance)
  FILTER (?distance <= 1000 && ?depoTip == "KARGİR")
}
```

Şekil 58. SPARQL sorgusu oluşturulmuş örnek bağlantılar

4.6. Konumsal Veri Sunumunda Modern Yaklaşımlar Doğrultusunda Oluşturulan Mimari

Bu doktora tezi kapsamında, konumsal veri sunumuna yönelik modern yaklaşımlar detaylı bir şekilde incelenmiş ve bu doğrultuda, daha etkin bir konumsal veri paylaşım ekosisteminin oluşturulması için bir mimari oluşturulmuştur. Şekil …'de görüldüğü üzere konumsal bir veri kaynağının 3 farklı servis yaklaşımı ile yayınlanması sağlanmış ve konumsal verinin farklı ekosistemlere paylaşılması sağlanmıştır. Buna ek olarak, yayınlanan konumsal verilerin açık veri yaklaşımına uygun olarak paylaşımı önerilmiştir. Bu yaklaşım ile UKVA ortamında bir türlü aşılamayan konumsal verinin etkin paylaşımı sorunları çözülmektedir.



Şekil 59. Konumsal verilerin sunumunda modern yaklaşım önerisi

Bu tez çalışması kapsamında yapılan tüm çalışmalar ışığında, bir konumsal verinin üzerinde oluşturulacak servis katmanında, farklı servis yaklaşımlarıyla verinin yayınlanmasının sağlanmasıyla, konumsal veriyi UKVA ortamından çıkarıp genel web ortamına taşıyacak ve konumsal verinin pek çok farklı kullanıcıların kullanımına açacaktır. Bu yaklaşım, UKVA ortamında oluşturulması hedeflenen konumsal verinin etkin bir şekilde paylaşılmasını verimli bir şekilde sağlayacaktır.

4.7. Sonuç

Bu tez çalışması kapsamında, açık veri konusunda yapılan detaylı çalışma ile açık verinin önemi vurgulanmıştır. Ülkemizdeki açık veri çalışmalarına yönelik yapılan incelemeler sonucunda, açık veri felsefesinin net bir şekilde anlaşılamadığı görülmüştür. Bu çalışma kapsamında bir verinin açık veri olarak kabul edilmesi için sağlaması gereken koşullar net bir şekilde ifade edilmiştir. Ülkemizde açık veri çalışmalarının henüz başlangıç noktasında olduğu görülmektedir. Katma değeri yüksek verilerin, çok kısıtlı düzeyde açık veri olarak yayınlandığı görülmektedir. Açık veri ekosisteminin sürdürülebilirliği için katma değeri yüksek verilerin açık veri olarak yayınlanması, açık veri kültürünün ülkemizde hızla genişlemesine yardımcı olacaktır. Özellikle kamu kurumlarının sahip oldukları verileri açık veri olarak yayınlaması için "kamu kaynaklarıyla üretilen verilerin kamuya mâl edilmesi" ilkesi ortaya koyulmuştur. Bu ilke doğrultusunda kişisel veriler ve güvenliği tehlikeye atacak verilerin dışındaki tüm veriler açık veri lisans koşulları altından yayınlanmalıdır.

Bu tez çalışmasının açık veri başlığı altında, açık veri portalı konusunda bir sistem mimarisi tasarımı gerçekleştirilmiştir. Belirlenen açık veri sistem mimarisi kapsamında yazılım geliştirme çalışmaları gerçekleştirilmiştir. Bu mimari ile açık veri portal geliştiriminin yapılması etkin bir portal altyapısının oluşturulmasını sağlayacaktır. Ayrıca açık veriye geçiş yapacak tüm kurum ve kuruluşların, açık veriye geçiş sürecini sağlıklı bir şekilde yönetebilmesi için açık veri yol haritası oluşturulmuştur. Bu yol haritası, açık veri ekosisteminin oluşturulması bakımından tüm gereksinimleri kapsayıcı bir şekilde hazırlanmıştır. Açık veriye geçiş yol haritasıyla, sıfırdan bu süreçlere başlayacaklara ilişkin detaylı bir plan sunulmaktadır. Bu yol haritası, açık veriye geçiş yapacak kurum ve kuruluşlar tarafından kullanılmasıyla açık veri ekosisteminin daha sağlıklı bir şekilde hayata geçirilmesini sağlanacaktır.

Ülkemizdeki kanuni altyapı göz önüne alındığında, bir açık veri ekosisteminin hayata geçmesi ve sürdürülebilir bir şekilde yaşamına devam etmesine zarar verecek kanuni hükümlerin olduğu görülmektedir. Halihazırda zaten açık veriye geçişte isteksiz olan kamu kurum ve kuruluşları, mevcut kanun ve yönetmeliklerle çeşitli engelleyici hükümlerinin bulunması nedeniyle açık veriye geçiş çalışmalarını olumsuz yönde etkilemektedir. Bu durum açık veri çalışmalarının ülkemizde yavaş bir şekilde ilerlemesi veya hiç başlayamamasına sebep olacaktır. Özellikle, konumsal verinin üretimi, paylaşılması konusunda yayınlanan kanun ve yönetmeliklerdeki engelleyici hükümlerin acil bir şekilde yürürlükten kaldırılması gerekmektedir. Konumsal verilerin serbest bir şekilde dağıtımını

engelleyecek hükümler, ülkemizde hayata geçirilecek açık veri altyapılarının, yetersiz bir seviyede kalmasına sebep olmaktadır. Hızlı bir şekilde açık veri yaklaşımının önünü açacak kanuni düzenlemelerin yapılması ve bunu takiben destekleyici kanun ve yönetmeliklerin oluşturulması gerekmektedir.

Bu çalışma kapsamında, GraphQL servis yaklaşımı detaylıca incelenmiştir. Bu servis yaklaşımı, konumsal verinin sunumunda ne gibi yenilikçi çözümler sunabileceği noktasında irdelenmiştir. Bu doğrultuda TKGM tarafından yayınlanan SOAP ve OGC web servisleri incelenmiş ve bu web servislerinin GraphQL servis yaklaşımı ile gerçekleştirimine yönelik yazılım geliştirme çalışmaları gerçekleştirilmiştir. GraphQL ile gerçekleştirim sonucunda oluşturulan web servisleriyle verilen hizmetler ile mevcut TKGM SOAP ve OGC web servisleriyle sunulan hizmetlerin karşılaştırılması yapılmıştır. Bu karşılaştırmalar kapsamında TKGM SOAP servisiyle 21 adet istekle gerçekleştirilen kullanım senaryosu, GraphQL servisleri ile 1 adet servis isteğiyle gerçekleştirilmiştir. Sunuculara gelen istek sayısının dramatik bir şekilde azaltılması, sunucu yükünü azalatacak ve performansı artıracaktır. Ayrıca, geliştiricinin sadece ihtiyaç duyduğu bilgileri GraphQL sunucusundan alabilmesini sağlaması, sonuç dokümanı (response) boyutunu düşüreceği için, sunucunun daha düşük boyutlu sonuç dokümanı sağlamasıyla, sunucu yükünü azaltacaktır. Aynı hizmet çok daha düşük maliyetlerle ve yüksek verimlilikle gerçekleştirilebilecektir.

Performans dışında, GraphQL servislerinin başka alanlarda sağladığı katkılar bulunmaktadır. GraphQL servisleri, geliştiriciler açısından bakıldığında SOAP servislerine göre çok daha kolay kullanılabilir ve geliştirilebilir servislerdir. GraphQL servisleri, geliştiricilere yetkilendirme (authorization) konusunda farklı fırsatlar sunmaktadır. Tapu servisleri incelendiğinde, yetkilendirmenin servis istekleri bazında, kimlik doğrulama aşamasında gerçekleştirildiği görülmektedir. Kullanıcı, bir servise ya erişebilmekte ya da kimlik doğrulama aşamasında servise erişimi engellenmektedir. GraphQL servislerinde, yetkilendirme iş mantığı katmanında (business logic layer) gerçekleştirilmektedir. Belirlenecek roller ile kullanıcılara sadece servis bazında değil, hangi servise erişim sağlayabileceği ve erişim sağladığı servisten sağlanan verinin hangi kısmını görebileceğine yönelik detaylı bir yetkilendirme mekanizması oluşturabilmektedir. Tapu servislerinde hangi kullanıcıların hangi servislere erişim sağlayabileceği ve verinin en küçük detayına kadar bir yetkilendirme mekanizması oluşturulabilmesi, Kişisel Verilerin Korunması Hakkında Kanun (KVKK) ile ilgili hususlar bakımından da önemli katkılar sağlayacaktır.

TKGM SOAP Servis paylaşımı, kurumların mevcut uygulamalarına tapu servislerini entegre edebilmesini sağlamıştır. Servis kullanıcısı kurumlar, çok daha verimli ve kaliteli hizmetler üretmiştir. 26/11/2019 tarihinde, Tapu ve Kadastro Genel Müdürlüğü Veri Paylaşım Üst Kurulunun aldığı karar sonucunda, TAKBİS servislerinin dış kullanıma kapatma kararı alındığı görülmektedir (TKGM, 2019). TKGM Veri Paylaşım Üst Kurulunun kararı incelendiğinde, servislerin kapatılması kararı KVKK kanununa dayandırılmıştır. Kurumun KVKK açısından çekinceleri GraphQL yaklaşımı ile ortadan kaldırılacaktır. Servisler tarafından sağlanan veriler, GraphQL yaklaşımında geliştirilecek yetkilendirme mekanizmaları ile KVKK hükümlerine uyumlu servisler haline hızlıca getirilebilecektir.

Mevcut servis altyapıları ile bağlantılı GraphQL sunucusu yaklaşımı ile mevcut tapu servislerine çok düşük maliyetle entegre edilebilir. Servislerin sıfırdan tekrar yazılmasına gerek kalmadan mevcut servis altyapısının üzerine GraphQL sunucusu kurularak gerekli geliştirmeler yapılarak tapu servisleri GraphQL'e uyumlu hale getirilebilir. TKGM tarafından yayınlanan SOAP servisleri, sadece GraphQL'in erişebileceği yerel sunuculara aktarıldıktan sonra, SOAP servislerinin dizaynından kaynaklanan sunucudaki ağ yükü minimize edilebilir.

UKVA yaklaşımındaki gibi kurumların ortak bir şema üzerinde çalışmasından ziyade her kurumun kendi uygulama şemasında çalışabilmesi ve farklı kurumlar arasında bir veri entegrasyonu gerektiği senaryo da ise GraphQL'in bir dönüştürücü olarak kullanılması önemli bir çözüm önerisi olarak ortaya konulmuştur. GraphQL servis yaklaşımının UKVA ortamında kullanımına yönelik çeşitli senaryolar gerçekleştirilmiştir. Konumsal veri sunumunda modern yaklaşımlar kapsamında GraphQL servis yaklaşımı önemli fırsatlar sunmaktadır. Yaklaşık 30 yıldan beridir dünya genelinde yürütülen UKVA çalışmaları incelendiğinde, konumsal veri sunumu yönteminde pek bir gelişme yaşanmamıştır. GraphQL, konumsal veri sunumunun modernizasyonunda kullanılabilecek önemli bir seçenek olarak belirlenmiştir.

UKVA çalışmalarının doğası gereği uzun yıllara yayılmış çalışmalar olması, projenin başarıya ulaşamama riskinin olması ve süreç içerisinde karar vericilerin yeterli düzeyde teknik ve ekonomik desteği vermemesi gibi olası birçok sorun nedeniyle, UKVA ortamının oluşturulmasından ortaya çıkarılacak katma değerin bir türlü hayata geçirilememesine sebep olmaktadır. UKVA yaklaşımında olduğu gibi uzun yıllar boyunca sürecek ortak şema çalışmaları yerine doğrudan açık veri yaklaşımına geçilmelidir. Açık veri yaklaşımına geçildiği ortamda, veri sözlüğü ve veri harmonizasyonu çalışmaları yapılmalıdır.

UKVA projelerinin uzun soluklu projeler olmasının yanı sıra, belirlenen veri şemasının kullanıcının her isteğini karşılayacak genişlikte olmaması önemli bir sorundur. UKVA'nın doğası gereği, belirlenen temalar bağlamına her zaman kurumların uygulama şemalarından daha az detaya sahip olması, kullanıcıların UKVA ortamında ihtiyaç duyacakları daha detaylı bilgiye erişememesine neden olacaktır. Örneğin; TUCBS çalışmaları kapsamında belirlenen Altyapı - Su Ağı uygulama şemasına bakıldığında, bu doktora tezinde belirlenen il ölçeğindeki kullanım senaryolarının gerçekleştirilmesi için gereken tanımlarının hiçbirisini içermediği tespit edilmiştir. Bu çalışma ile UKVA ortamlarında temalar kapsamında belirlenen uygulama şemalarının, kullanıcıların ihtiyaç duyacağı kullanım senaryolarının hepsini karşılayamayacağı ispat edilmiştir. Günün sonunda farklı ihtiyaçlar için farklı UKVA tasarımları yapılması gerekliliği ortaya çıkmaktadır. Bunun yerine, açık veri yaklaşımı ile veri yayıncısı kuruluşlar sahip oldukları verileri kendi şemalarıyla birlikte açık veri olarak yayınlaması durumunda, kullanıcıya MASKİ örneğinde olduğu gibi çok daha geniş ihtiyaçları giderebilecek altyapı sağlanmış olacaktır.

Açık veri yaklaşımları, herhangi bir veriyi veya belirli bir şema ile sınırlı olmayacak şekilde sunarak bu sorunun üstesinden gelir. Gerekli içeriğin filtrelenmesi ile ilgili yük kullanıcı veya geliştirici tarafında olsa da, UKVA ekosistemlerinden çok daha büyük ve güçlü geliştirici toplulukları olan açık veri ekosistemleri içerisinde bir soruna neden olmaz. Çok daha geniş içeriği nedeniyle, açık veri durumunda kullanıcı toplulukları ve dolayısıyla ekonomik değerler doğal olarak çok daha büyük olacaktır.

UKVA altyapılarının genel web ortamında kullanılabilirliğine yönelik sorunlar açık veri yaklaşımı ile verinin doğrudan kullanıcılara indirilebilir link olarak paylaşılmasıyla önemli ölçüde aşılacaktır. Açık veri yaklaşımı, hızlıca veri paylaşım ortamını kullanıcılar için oldukça basit bir şekilde hayata geçirilmesini sağlayacaktır. UKVA yaklaşımının OGC servisleri ile gerçekleştiriminde, OGC servislerinin genel web deki kullanılabilirliği açısından oldukça eksik kaldığı görülmektedir. OGC API yaklaşımıyla bu sorunların çözülmeye çalışıldığı görülmektedir. Bu sorun, OGC servislerinin REST yaklaşımına uyarlanmasıyla ve servisler için arama motoru tarafından indekslenebilir açılış sayfası çözümü eklenerek aşılmaya çalışılmıştır. OGC servislerinin REST mimarisine geçişi geç kalınmış olmakla birlikte önemli bir adımdır. Konumsal verilerin LD olarak yayınlanmasında, OGC API'nin REST yaklaşımı önemli katkılar sağlayacaktır. Çünkü; OGC'nin OGC API yaklaşımından önceki mimarisinde bir konumsal objenin benzersiz bir

URI adresinin olmaması, konumsal verininin OGC servislerini kullanarak LD olarak yayınlanmasına engel oluşturmaktadır. OGC API ile bir konumsal objenin benzersiz URI adresini oluşturulabilmektedir. Dolayısıyla, konumsal verinin LD olarak yayınlanmasında OGC API yaklaşımı önemli katkılar sağlayacaktır.

Bu çalışma kapsamında, GraphQL'in konumsal veri sunumunda kullanılacak bir yöntem olabileceği gösterilmiştir. Geliştiricilerin tasarladıkları sorgulara yönelik sonuç dokümanlarını otomatik üreten GraphQL yaklaşımıyla tek bir servis uç noktasından ihtiyaç duyulan bilgilere etkin erişim imkanı oluşturulmuştur. GraphQL ve OGC API yaklaşımı yanısıra, konumsal verilerin LD olarak yayınlanması noktasında çalışmalar gerçekleştirilmiştir. Konumsal verinin LD olarak yayınlanmasında iki yöntem bulunmaktadır. Birinci yöntem; konumsal verinin doğrudan RDF verisine dönüştürülmesi ve bir RDF veritabanına kaydedilmesidir. İkinci yöntem ise konumsal verinin VKG kullanılarak LD olarak yayınlanmasıdır. Bu tez çalışması kapsamında, konumsal verinin LD olarak yayınlanması için VKG yöntemi tercih edilmiştir. Bu yöntemin tercih edilme sebebi; konumsal RDF verisiyle çalışabilen CBS araçlarının henüz istenilen seviyede olmaması, konumsal veri sağlayıcısının hem mevcut konumsal veritabanını hemde RDF veritabanını aynı anda işletme zorunluluğu getirmektedir. Bu durum, konumsal verinin iki farklı veritabanında yaşatılmasına ve veri ekleme, güncelleme, silme gibi işlemlerde veri güncelleğini sağlamanın oldukça zor bir operasyon olacağı aşikar bir gerçektir. Bunun yerine, konumsal verinin saklandığı ortamda saklanmaya devam edilmesi ve bir üst katman olarak ontolojik tanımların yapılarak VKG oluşturulmasıyla konumsal verilerin LD olarak yayınlanması tercih edilmiştir.

Konumsal veri yayıncısının, OGC API standartları, GraphQL yaklaşımı ve VKG'yi aynı anda kullanarak konumsal veri yayınlama işlemlerini gerçekleştirmesi, UKVA'da baştan beri çözülmesi hedeflenen etkin veri paylaşım ortamının oluşturulması sorununu tamamıyla çözecektir. Sonuç olarak, doğrudan açık veri yaklaşımlarını hayata geçirilmesi ve konumsal verinin yayınlanmasında REST ve GraphQL yaklaşımların kullanılması ve bağlantılı veriye geçiş için VKG'nin oluşturulmasının hedeflenmesi, özellikle henüz bir UKVA'sı olmayan Türkiye gibi ülkeler için gidilmesi gereken yoldur.

5. KAYNAKLAR

Apanasevic, T. (2021). Socio-economic effects and the value of open data: A case from Sweden, International Telecommunications Society (ITS), Calgary https://www.econstor.eu/handle/10419/238004.

Barton, J. E., Goldie, X. H., & Pettit C. J. (2015). Introducing a usability framework to support urban information discovery and analytics, *Journal of Spatial Science*, 60:2, 311-327, DOI: 10.1080/14498596.2015.997315.

Berners-Lee, T. (2006). Link Data, https://www.w3.org/DesignIssues/LinkedData.html .

Berners-Lee, T. (2012). Raw data, now, wired.co.uk, https://www.wired.co.uk/article/raw-data .

Berners-Lee, T. (2012). 5 Stars Open Data, https://5stardata.info/en/ .

Bostancı, H.T., & Cömert, Ç. (2010). *Tapu Kadastro Web Servisleri Örneğinde, Servis Yönelimli Analiz ve Tasarım Metodolojisi Geliştirilmesi*, K.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü,Doktora Tezi, Trabzon.

Byron, L. (2015). GraphQL: A data query language, Facebook Core Data Blog, https://engineering.fb.com/2015/09/14/core-data/graphql-a-data-query-language/ .

CC-BY-4.0 (2013). Creative Commons, CC0 Lisansı, https://creativecommons.org/share-your-work/public-domain/cc0/ .

CC-BY-SA-4.0 (2013). Creative Commons, Attribution- Share Alike 4.0 International (CC BY-SA 4.0), https://creativecommons.org/share-your-work/public-domain/cc0/ .

CC0-1.0 (2013). Creative Commons CC0 Lisansı, https://creativecommons.org/share-your-work/public-domain/cc0/ .

Colpaert, P., Sarah, J., Mechant, P., Mannens, E., & Van de Walle, R. (2013). The 5 stars of open data portals. 61-67.

Corrales-Garay, D., Ortiz de Urbina Criado, M., & Mora-Valentín, E.-M. (2020), 'A research agenda on open data impact process for open innovation', *IEEE Access, Vol. 8* (https://doi.org/10.1109/ACCESS.2020.2974378).

Cömert,Ç., & Banger,G. (1996), Ulusal Konumsal Veri Altyapısı, *Coğrafi Bilgi Sistemleri Sempozyumu 96*, 26-27-28 Eylül 1996, İstanbul.

Cömert, Ç., & Akıncı, H. (2003). Web Services: An e-Government Perspective, *2nd FIG Regional Conference 1 / 13*, December 2-5, 2003,Marrakech, Morocco.

Cömert, Ç. (1996). Ulusal *Konumsal Veri Altyapısı için Veri Değişim Standardının Belirlenmesi*, KTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, Mayıs 1996, Trabzon.

Cömert, Ç. (1998). Ulusal Konumsal Veri Altyapısı üzerine, *TMMOB HKMO Bülteni*, Temmuz, 1998, s.84-86.

Cömert, Ç. (2004). Web Services and National Spatial Data Infrastructures, *International Society of Photogrammetry and Remote Sensing, XXth Congress, Commission IV, WG IV/4,* Spatial Data Infrastructure, Istanbul, Turkey.

Cömert, Ç. & Yıldırım, M.E. (2018). Is NSDI Dead? *AGILE 2018, 21th AGILE International Conference on Geographic Information Science,* 12-15 June, Lund, Sweden.

Ç.Ş.B. (2019). 2020-2023 *Ulusal Akıllı Şehirler Stratejisi ve Eylem Planı*.

Dawes, S., Vidiasova L., & Parkhimovich O. (2016). Planning and designing open government data programs: An ecosystem approach, *Government Information Quarterly, Volume 33, Issue 1,* 2016, Pages 15-27, ISSN 0740-624X, https://doi.org/10.1016/j.giq.2016.01.003.

DCAT-US (2014). *DCAT-US Schema v1.1*, Project Open Data Metadata Schema.

DCAT-AP (2013). *DCAT Application Profile for data portals in Europe*, 2014.

Dsouza, A., Tempelmeier, N., Yu, R., Gottschalk, S.,& Demidova, E. (2021). WorldKG: A World-Scale Geographic Knowledge Graph. *ACM International Conference on Information and Knowledge Management*, ACM, 4475–4484.

Eckartz, S., van den Broek, T., Ooms, M. (2016). Open Data Innovation Capabilities: Towards a Framework of How to Innovate with Open Data. In: , et al. Electronic Government. EGOV 2016. *Lecture Notes in Computer Science*, vol 9820. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-319-44421-5_4.

Fielding, R.T. (2000). *Architectural Styles and the Design of Network-based Software Architectures.* Doctoral dissertation, University of California, Irvine.

Foulonneau, M., Martin, S.,& Turki, S. (2014). How open data are turned into services? In: Snene, M., Leonard, M. (eds.) Exploring Services Science, *Lecture Notes in Business Information Processing,* vol. 169, pp. 31–39. Springer International Publishing (2014), http://dx.doi.org/10.1007/978-3-319-04810-9_3.

Geonovum (2016). *Spatial Data on the Web using the current SDI.*

Gleim, L.C., Holzheim, T., Koren, I., & Decker, S. (2020). *Automatic Bootstrapping of GraphQL Endpoints for RDF Triple Stores*. ASLD@ISWC.

Goodey, G., Hahnel, M., Zhou, Y., Jiang L., Chandramouliswaran I., Hafez A., Paine T., Gregurick, S., Simango, S., Peña, J., Murray, H., Cannon, M., Grant, R., McKellar,

K., & Day, L. (2022). The State of Open Data 2022, *Digital Science Report,* https://doi.org/10.6084/m9.figshare.21276984.v5.

Goodwin, J., Dolbear, C.,& Hart, G. (2018). Geographical linked data: The administrative geography of Great Britain on the semantic web, *Transactions in GIS 12*(s1), 19–30 .

GraphQL (2015). *GraphQL October 2021 Edition*, https://spec.graphql.org/October2021/ .

Halilali, M.S., Gouardères, E., Gaio, M., & Devin, F. (2022). Geospatial Web Services Discovery through Semantic Annotation of WPS. *ISPRS Int. J. Geo-Inf.* 2022, *11*, 254. https://doi.org/10.3390/ijgi11040254.

Hansson, K., Ekenberg, L.,& Belkacem, K. (2014). Open Government and Democracy: A Research Review. *Social Science Computer Review*, 2014.

Harrison, T., Pardo, T.,& Cook, M. (2012). Creating Open Government Ecosystems: A Research and Development Agenda. *Future Internet.* 4. 900-928. 10.3390/fi4040900.

Hochsztain, E. (2015). "A Mining Approach to Evaluate Geoportals Usability," *2015 International Workshop on Data Mining with Industrial Applications (DMIA)*, San Lorenzo, Paraguay, 2015, pp. 1-7, doi: 10.1109/DMIA.2015.22.

Hogan, A., Blomqvist, E., Cochez, M., D'Amato, C., De Melo, G., Gutierrez, C., Gayo, J. E. L. , Kirrane, S., Neumaier, S., Polleres, A., Navigli, R., Ngomo, A.-C. N., Rashid, S. M., Rula, A., Schmelzeisen, L., Sequeda, J., Staab, S.,& Zimmermann, A. (2020). *Knowledge Graphs,* arXiv:2003.02320.

Hollyer, J. R., Rosendorff, B. P., & Vreeland, J. R. (2011). Democracy and Transparency. *The Journal of Politics, 73(4), 1191–1205.* https://doi.org/10.1017/s0022381611000880.

Hysenllari, E. (2020). Open Data Portals : *A Framework for Assessing User Experience (Dissertation)*. http://urn.kb.se/resolve?urn=urn:nbn:se:lnu:diva-100417.

IFC (2020). International Finance Corporation, *İzmir Büyükşehir Belediyesi Açık Veri Stratejisi*, 2020.

INSPIRE (2005). Inspire, *Infrastructure for Spatial Information in Europe,* http://inspire.jrc.ec.europa.eu/ , 2005.

Jansen, C. (2020). *A change of view: Usable interface design propositions for geoportals,* 01.07.2020.

Jetzek, T., Avital, M., & Bjorn-Andersen, N. (2014). Data-driven innovation through open government data. Journal of theoretical and applied electronic commerce research, 2014. 9(2): p. 100-120.

Jetzek, T. (2016). Managing complexity across multiple dimensions of liquid open data: The case of the Danish Basic Data Program, *Government Information Quarterly,* Volume

33, Issue 1, 2016, Pages 89-104, ISSN 0740-624X, https://doi.org/10.1016/j.giq.2015.11.003.

Judie, A., Fabrizio, O., Simon, S. & Sören, A. (2015). A systematic review of open government data initiatives, *Government Information,* Quarterly,Volume 32, Issue 4, 2015, Pages 399-418, ISSN 0740-624X, https://doi.org/10.1016/j.giq.2015.07.006.

Kalampokis, E., Hausenblas, M.,& Tarabanis, K.A. (2011). Combining social and government open data for participatory decision-making. In: Tambouris, E., Macintosh, A., de Bruijn, H. (eds.) ePart.

Kalkınma Bakanlığı (2015). 2015-2018 *Bilgi Toplumu Stratejisi ve Eylem Planı,* Yayın No: 2939, Ankara, 2015.

Kawashita, I., Baptista, A. A., & Soares, D. (2020). *'An assessment of open government data benchmark instruments'*, 2020.

Krishnamurthy, R.,& Awazu, Y. (2016). 'Liberating data for public value: the case of Data.Gov,' *International Journal of Information Management,* Vol. 36, No 4, pp. 668–672 (https://doi.org/10.1016/j.ijinfomgt.2016.03.002).

Lisowska, B. (2016). *Metadata for the open data portals.* Development Initiatives. Retrieved, 22. 2016.

Lokers, R., Berdou, E., Miguel Ayala, L.& Mey, L. (2019). 'Guidelines for analysing pathways to impact: evaluation of open data for development', *F1000Research,* Vol. 8, No 2115, (https://doi.org/10.7490/f1000research.1117778.1).

Máchová, R., Hub, M.,& Lněnička, M. (2018). Usability evaluation of open data portals: Evaluating data discoverability, accessibility, and reusability from a stakeholders' perspective. *Aslib Journal of Information Management.* 70. 10.1108/AJIM-02-2018-0026.

Máchová, R.,& Lněnička, M. (2017). Evaluating the Quality of Open Data Portals on the National Level. J. Theor. Appl. Electron. Commer. Res., 21-41. https://doi.org/10.4067/S0718-18762017000100003

Manyika J., Chui M., Farrell D., Kuiken Steve V., Groves P., & Doshi E. A. (2013). Open data: Unlocking innovation and performance with liquid information, *McKinsey Digital,* 2013.

Meijer, A. J., Curtin, D., & Hillebrandt, M., 2012. Open government: connecting vision and voice. *International Review of Administrative Sciences,* 78(1), 10–29, 2012.

Milanovic N.,& Malek M. (2004). Current solutions for Web service composition, *IEEE Internet Computing*, vol. 8, no. 6, pp. 51-59, Nov.-Dec. 2004, doi: 10.1109/MIC.2004.58.

Moghaddam, M.,& Davis, J.G. (2014). Service Selection in Web Service Composition: A Comparative Review of Existing Approaches. In: Bouguettaya, A., Sheng, Q., Daniel, F. (eds) *Web Services Foundations. Springer, New York*, NY. https://doi.org/10.1007/978-1-4614-7518-7_13

Mutambik, I., Almuqrin, A., Lee, J., Zhang, J., Alomran, A., Omar, T., Floos, A.,& Homadi, A. (2021). *Usability of the G7 Open Government Data Portals and Lessons Learned. Sustainability.* 13. 13740. 10.3390/su132413740.

Mutuku, L.N.,& Colaco, J. (2012). Increasing kenyan open data consumption: A design thinking approach. *In: Proceedings of the 6th International Conference on Theory and Practice of Electronic Governance.* pp. 18–21. ICEGOV '12, ACM, New York, NY, USA (2012), http://doi.acm.org/10.1145/2463728.2463733.

Nayek, J. K. (2018). Evaluation of Open Data Government Sites: A Comparative Study. *Library Philosophy & Practice*, 2018.

Nikiforova A.,& McBride K. (2021). Open government data portal usability: A user-centred usability analysis of 41 open government data portals, *Telematics and Informatics, Volume 58*, 2021, 101539, ISSN 0736-5853.

ODBL-1.0 (2009). Open Knowledge Foundation, *Open Data Commons Open Database License* (ODbL) v1.0, https://opendatacommons.org/licenses/odbl/1-0/.

ODC-BY-1.0 (2009). Open Knowledge Foundation, *Open Data Commons Attribution License (ODC-By) v1.0*, https://opendatacommons.org/licenses/by/1-0/.

ODM (2021). *Open Data Maturity Report*, https://data.europa.eu.

OGC (2004). Geospatial Portal Reference Architecture, A Community Guide to Implementing Standards-Based Geospatial Portals, Version: 0.2, OGC 04-039, *OGC Discussion Paper*, 2004.

OGC (2019). OGC Testbed-14 Next Generation APIs: Complex Feature Handling Engineering Report, *OGC Engineering Report*.

OGC (2022). *OGC Api Features - Part 1*, version 1.0.1., http://www.opengis.net/doc/IS/ogcapi-features-1/1.0.1.

OKF (2012). Open Knowledge Foundation Open Data Handbook, What is Open Data?, https://opendatahandbook.org/guide/en/what-is-open-data/ .

Ooijen, C., Osimo, D.,& Regeczi, D. (2023). Rethinking the impact of open data : a first step towards a European impact assessment for open data, *Publications Office of the European Union*. https://data.europa.eu/doi/10.2830/911822.

Quarati, A., De M., Monica S. & Rosim S. (2021). Geospatial Open Data Usage and Metadata Quality. *International Journal of Geo-Information*. 10. 1-17. 10.3390/ijgi10010030.

PDDL-1.0 (2005). *Open Data Commons Public Domain Dedication* & License 1.0.

Peng, Y., Liping D., Wenli Y., Genong Y.,& Peisheng Z. (2007). Semantics-based automatic composition of geospatial Web service chains, *Computers & Geosciences*, Volume 33, Issue 5, 2007, Pages 649-665, ISSN 0098-3004.

Poggi, A., Lembo, D., Calvanese, D., De Giacomo, G., Lenzerini, M.,& Rosati, R. (2008). Linking data to ontologies. *J. Data Sem*. 10, 133–173.

Priyatna, F., Corcho, ÅL O.,& Sequeda, J.F. (2014). *Formalisation and experiences of R2RMLbased SPARQL to SQL* query translation using morph. In: WWW, pp. 479–490.

Resmî Gazete. (2019). Coğrafi Bilgi Sistemleri Hakkında Cumhurbaşkanlığı Kararnamesi, 49, 30941, 07.11.2019, 1-11.

Resmî Gazete. (2020). Türkiye Coğrafi Bilgi Sistemi Kurulu Kararı, 31171, 2020/1, 1-3.

Resmî Gazete. (2020). Coğrafi Bilgi Sistemleri ile Bazı Kanunlarda Değişiklik Yapılması Hakkında Kanun, 7221, 14.02.2020, 1-3.

Resmî Gazete. (2021). Coğrafi Veri Lisans Yönetmeliği, 31391, 10.02.2021, 1-5.

Resmî Gazete. (2021). Coğrafi Veri İzinleri Yönetmeliği, 31391, 10.02.2021, 1-4.

Beltman, R. (2007). NSDI assessment for the Netherlands, *Geonovum Presentation*, 25 Mayıs 2007.

Simon, C. (2013). A brief history of Open Data, *Paris Tech Review,* 29 Mart 2013.

Shaharudin, A. (2020). *'Open government data: principles, benefits and evaluations'*, Kuala Lumpur: Khazanah Research Institute. License: Creative Commons Attribution CC BY 3.0.

Spasev, V., Dimitrovski, I., & Kitanovski, I. (2020). An Overview of GraphQL: Core Features and Architecture.

Staring K. (2020). *CityJSON in combination with MongoDB, PostgreSQL and GraphQL*, Delft University of Technology, Master Tezi, 2020.

Susha, I., Zuiderwijk, A., Janssen, M., & Grönlund, A. (2015). 'Benchmarks for evaluating the progress of open data adoption: usage, limitations, and lessons learned', *Social Science Computer Review*, Vol. 33, No 5, pp. 613–630 (https://doi.org/10.1177/0894439314560852).

TKGM (2019). Tapu ve Kadastro Genel Müdürlüğü Veri Paylaşım Üst Kurulu 26.11.2019 Sayılı Kararı.

TKGM (2016). Tapu Kadastro Genel Müdürlüğü Tapu Veri Paylaşım İnternet Hizmeti (XML Web Service) Yardım Dokümanı, 06.05.2016

TUCBS (2020). Türkiye Ulusal Coğrafi Bilgi Sistemi Altyapı Teması Veri Tanımlama Dokümanı, Sürüm 1.0.

Ulaştırma Bakanlığı (2016). 2016 -2019 Ulusal e-Devlet Stratejisi ve Eylem Planı, 2016.

Umbrich, J., Neumaier, S.,& Polleres, A. (2015). Quality assessment and evolution of open data portals. *3rd international conference on future internet of things and cloud* (pp. 404-411). IEEE.

Ulutaş D., & Cömert Ç. (2022). Architecture for semantic web service composition in spatial data infrastructures, *Survey Review,* 54:382

USA (1994). Executive Order, *Coordinating Geographic Data Acquisition and Access: The National Spatial Data Infrastructure*, Bill Clinton, 11 Nisan 1994.

USA (2013). Executive Order, *Making Open and Machine Readable the New Default for Government Information*, Barack Obama, 09 Mayıs 2013.

Verhulst, S.& Young, A., 2017. 'Open data in developing economies: toward building an evidence base on what works and how' (https://papers.ssrn.com/abstract=3141435).

W3C (2012). OWL 2 Web Ontology Language Document Overview (2nd ed.) W3C Recommendation, World Wide Web Consortium, 2012. Available at: http://www.w3.org/TR/owl2-overview/.

W3C (2015). RDFa Lite 1.1 - Second Edition, W3C Recommendation, 17 March 2015.

W3C (2020). JSON-LD 1.1 A JSON-based Serialization for Linked Data, W3C Recommendation 16 July 2020.

W3C (2023). Spatial Data on the Web Best Practices, W3C Working Group Note, 2023.

Wang, D., Richards, D., Bilgin, A.A., & Chen, C. (2021). Advancing open government data portals: a comparative usability evaluation study, Library Hi Tech, Vol. ahead-of-print No. ahead-of-print. https://doi.org/10.1108/LHT-10-2020-0250.

Wenige, L., Stadler, C., Martin, M., Figura, R., Sauter, R.,& Frank, C. (2021). Open Data and the Status Quo - *A Fine-Grained Evaluation Framework for Open Data Quality and an Analysis of Open Data portals in Germany*.

WHATWG (2023). HTML, Living Standard, 17 April 2023.

Wocken M. (2022). The Potential of Open Data for Startups and Companies, Founders Foundation, https://foundersfoundation.de/en/content-library/the-potential-of-open-data-for-startups-and-companies/ .

Xiao, G., Lanti, D., Kontchakov, R., Komla-Ebri, S., Güzel-Kalaycı, E., Ding, L.,& Botoeva, E. (2020). The virtual knowledge graph system ontop. In *International Semantic Web Conference* (pp. 259-277). Cham: Springer International Publishing.

Xiao, G., Ding, L., Cogrel, B.,& Calvanese, D. (2019). Virtual knowledge graphs: An overview of systems and use cases. *Data Intelligence,* 1(3), 201-223.

Xin H., Persson, H.,& Anders, Ö. (2012). Geoportal Usability Evaluation. International Journal of Spatial Data Infrastructures Research. 7. 88-106. 10.2902/1725-0463.2012.07.art5.

Xing, H., Liu, C., Li, R., Wang, H., Zhang, J.,& Wu, H. (2022). Domain Constraints-Driven Automatic Service Composition for Online Land Cover Geoprocessing. *ISPRS Int. J. Geo-Inf.* 2022, *11*, 629. https://doi.org/10.3390/ijgi11120629

Yıldırım M.E,& Cömert Ç. (2011). Portal Teknolojisi ve Ulusal Konumsal Veri Altyapısı, *Jeodezi, Jeoinformasyon ve Arazi Yönetimi Dergisi*, 2011/2 Özel Sayı, 2012.

Yang, C., Evans, J. & Cole, M., Marley, S., Alameh, N.,& Bambacus, M., (2007). The Emerging Concepts and Applications of the Spatial Web Portal. Photogrammetric Engineering & Remote Sensing. 73. 691-698. 10.14358/PERS.73.6.691.

Yang, J. (2021). The Case for 'Developer Experience', https://future.com/the-case-for-developer-experience, 11 Eylül 2021.

Yang, Z.,& Kankanhalli, A. (2013). Innovation in government services: The case of open data. In: Grand Successes and Failures in IT. Public and Private Sectors - IFIP WG 8.6 International Working Conference on Transfer and Diffusion of IT, TDIT 2013, Bangalore, India, June 27-29, 2013. Proceedings. pp. 644–651 (2013), http://dx.doi.org/10.1007/978- 3-642-38862-0_47.

Yankova M. (2016). Open Data Innovation? Open Your Data And See It Happen, Ontotext Making Sense of Text and Data, https://www.ontotext.com/blog/open-data-innovation/.

Yıldırım, M.E. (2012). Konumsal veri altyapıları için konumsal portal geliştirim çerçevesi, K.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 2012.

Zhou, J. (2003). A History of Web Portals and Their Development in Libraries. *Information Technology and Libraries*. 22. 119-128.

Zuiderwijk, A., Janssen, M., Choenni, S., Meijer, R.,& Sheikh_Alibaks, R. (2012). Socio-Technical Impediments of Open Data. *Electronic Journal of eGovernment.* 10. 156 - 172.

URL-1. (2023- Mart 3). ABD Açık Veri Lisansı: https://www.usa.gov/government-works adresinden alınmıştır.

URL-2. (2023-Mart 3). Birleşik Krallık Açık Veri Lisansı: https://www.nationalarchives.gov.uk/doc/open-government-licence/version/3/ adresinden alınmıştır.

URL-3. (2023-Mart 3). , Almanya Açık Veri Portalı: https://www.govdata.de/dl-de/by-2-0 adresinden alınmıştır.

URL-4. (2023-Mart 3). İstanbul Büyükşehir Belediyesi Açık Veri Lisansı: https://data.ibb.gov.tr/license adresinden alınmıştır.

URL-5. (2023-Mart 3). İzmir Büyükşehir Belediyesi Açık Veri Lisansı: https://acikveri.bizizmir.com/tr/license adresinden alınmıştır.

URL-6. (2023-Mart 3). Apache Software Foundation web sayfası: https://www.apache.org adresinden alınmıştır.

URL-7. (2023-Mart 3). Wikipedia web sayfası: https://www.wikipedia.org adresinden alınmıştır.

URL-8. (2023-Mart 3). Mckinsey & Company: https://www.mckinsey.com adresinden alınmıştır.

URL-9. (2023-Mart 3). Türkiye'nin Gayri Safi Yurt İçi Hasılasının dünya ekonomisindeki oranı: https://www.theglobaleconomy.com/Turkey/gdp_share/ adresinden alınmıştır.

URL-10. (2023-Mart 3). Liferay Portal: https://www.liferay.com/resources/l/web-portal adresinden alınmıştır.

URL-11. (2023-Mart 3). OWFa 1.0: https://www.openwebfoundation.org/the-agreements/the-owf-1-0-agreements-granted-claims/owfa-1-0 adresinden alınmıştır.

URL-12. (2023-Mart 3). Web Socket Standardı: https://websockets.spec.whatwg.org/ adresinden alınmıştır.

URL-13. (2023-Mart 3). Relay GraPhQL İstemcisi: https://relay.dev/ adresinden alınmıştır.

URL-14. (2023-Mart 3). Apollo GraphQL İstemcisi: https://www.apollographql.com/ adresinden alınmıştır.

URL-15. (2023-Mart 3). GraphQL.js: https://github.com/graphql/graphql-js adresinden alınmıştır.

URL-16. (2023-Mart 3). Apollo Server: https://www.apollographql.com/docs/apollo-server/ adresinden alınmıştır.

URL-17. (2023-Mart 3). GraphQL: https://www.back4app.com/docs/parse-graphql/graphql-getting-started adresinden alınmıştır.

URL-18. (2023-Mart 3). GraphQL İstemcisi: https://github.com/dotansimha/graphql-yoga adresinden alınmıştır.

URL-19. (2023-Mart 3). DCAT-US Schema v1.1: https://resources.data.gov/resources/podm-field-mapping/ adresinden alınmıştır.

URL-20. (2023-Mart 3). Apollo Server: https://www.apollographql.com/docs/apollo-server/ adresinden alınmıştır.

URL-21. (2023-Mart 3). Apollo Client: https://studio.apollographql.com/sandbox/explorer adresinden alınmıştır.

URL-22. (2023-Mart 3). Java: https://www.java.com/tr/ adresinden alınmıştır.

URL-23. (2023-Mart 3). Apache CXF: https://cxf.apache.org/ adresinden alınmıştır.

URL-24. (2023-Mart 3). PostgreSQL Veritabanı: https://www.postgresql.org/ adresinden alınmıştır.

URL-25. (2023-Mart 3). Hibertane ORM: https://hibernate.org/ adresinden alınmıştır.

URL-26. (2023-Mart 3). GraphQL Tanımları: https://www.howtographql.com/basics/3-big-picture/ adresinden alınmıştır.

URL-27. (2023-Mart 3). GraphQL ve PostGIS Workshop Dokümantasyonu: https://callforpapers.2021.foss4g.org/foss4g-2021-workshop/talk/UUKCWG/ adresinden alınmıştır.

URL-28. (2023-Mart 3). GraphQL ve PostGIS Çalışması: https://hasura.io/blog/graphql-and-geo-location-on-postgres-using-hasura-562e7bd47a2f/ adresinden alınmıştır.

URL-29. (2023-Mart 3). OGC API: https://ogcapi.ogc.org/#standards adresinden alınmıştır.

URL-30. (2023-Mart 3). Schema.org Tanımları: https://schema.org adresinden alınmıştır.

URL-31. (2023-Mart 3). HTML Standardı: https://html.spec.whatwg.org/ adresinden alınmıştır.

URL-32. (2023-Mart 3). Microdata Tanımı: https://en.wikipedia.org/wiki/Microdata_(HTML) adresinden alınmıştır.

URL-33. (2023-Mart 3). PostgreSQL GraphQL Uygulaması: https://www.graphile.org/postgraphile/ adresinden alınmıştır.

URL-34. (2023-Mart 3). PostGIS GraphQL Uygulaması: https://github.com/graphile/postgis adresinden alınmıştır.

URL-35. (2023-Mart 3). GraphQL'in avantajları ve dezavantajları: https://stablekernel.com/article/advantages-and-disadvantages-of-graphql/ adresinden alınmıştır.

URL-36. (2023-Mart 3). Restful API Dizaynı: https://www.ibm.com/docs/en/zos-connect/zosconnect/3.0?topic=apis-restful-web-services-api-design adresinden alınmıştır.

URL-37. (2023-Mart 3). Restful API Dizaynı: https://restfulapi.net/rest-api-design-tutorial-with-example/ adresinden alınmıştır.

URL-38. (2023-Mart 3). API Dizaynı: https://learn.microsoft.com/en-us/azure/architecture/best-practices/api-design adresinden alınmıştır.

URL-39. (2023-Mart 3). Açık veri etki analizi: https://opendatabarometer.org/2ndEdition/analysis/impact.html adresinden alınmıştır.

URL-40. (2023-Mart 3). Avrupa açık veri olgunluk analizi: https://data.europa.eu/en/publications/open-data-maturity/2022 adresinden alınmıştır.

URL-41. (2023-Mart 3). Açık veri analizi: https://www.data.gv.at/infos/analyse/ adresinden alınmıştır.

URL-42. (2023-Mart 3). Yüksek etki değerine sahip açık verisetleri: https://data.europa.eu/en/publications/datastories/high-value-datasets-overview-through-visualisation adresinden alınmıştır.

URL-43. (2023-Mart 3). REST servisleri ile GraphQL servis karşılaştırılması: https://dev.to/mshossain110/3-major-rest-api-problem-can-solve-using-graphql-1dg2 adresinden alınmıştır.

URL-44. (2023-Mart 3). REST servisleri ile GraphQL servis karşılaştırılması: https://www.programmersinc.com/over-fetching-and-under-fetching-rest-apis-exhaustion-signs/ adresinden alınmıştır.

URL-45. (2023-Mart 3). INSPIRE Metaverisi Teknik Dokümanı: https://inspire-helpdesk.eu/blog/technical-guideline-v20-inspire-metadata-published adresinden alınmıştır.

URL-46. (2023-Mart 3). Hollonda açık veri portalı: https://www.pdok.nl/ adresinden alınmıştır.

URL-47. (2023-Mart 3). Amazon Web Hizmetleri: https://aws.amazon.com/tr/s3/ adresinden alınmıştır.

URL-48. (2023-Mart 3). MongoDB Veri tabanı: https://www.mongodb.com/ adresinden alınmıştır.

URL-49. (2023-Mart 3). Elastic Search Arama Motoru: https://www.elastic.co/ adresinden alınmıştır.

URL-50. (2023-Mart 3). Node.js Uygulaması: https://nodejs.org/en adresinden alınmıştır.

URL-51. (2023-Mart 3). Amazon Lambda Hizmet: https://aws.amazon.com/lambda/ adresinden alınmıştır.

URL-52. (2023-Mart 3). Amazon ApiGateway hizmeti: https://aws.amazon.com/api-gateway/ adresinden alınmıştır.

URL-53. (2023-Mart 3). React.js uygulaması: https://react.dev/ adresinden alınmıştır.

URL-54. (2023-Mart 3). GraphiQL GraphQL: https://github.com/graphql/graphiql adresinden alınmıştır.

URL-55. (2023-Mart 3). Tapu ve Kadastro Genel Müdürlüğü Bilgi Teknolojileri Daire Başkanlığı Mekansal Gayrimenkul Sistemi: https://cbs.tkgm.gov.tr/uygulama.aspx adresinden alınmıştır.

URL-56. (2023-Mart 3). ARCGIS GraphQL API: https://developers.arcgis.com/arcgis-urban-api/ adresinden alınmıştır.

URL-57. (2023-Mart 3). Apollo GraphQL Federation Uygulaması: https://github.com/apollographql/federation adresinden alınmıştır

URL-58. (2023-Mart 3). GraphQL Gateway uygulaması: https://the-guild.dev/graphql/gateway adresinden alınmıştır.

URL-59. (2023-Mart 3). GraphQL şema birleştirme uygulaması: https://www.apollographql.com/blog/backend/graphql-schema-stitching/ adresinden alınmıştır.

URL-60. (2023-Mart 3). Hollonda UKVA yürütücü kurumu: https://www.geonovum.nl/ adresinden alınmıştır.

URL-61. (2023-Mart 3). Dünya Bilgi Çizgesi Projesi: https://www.worldkg.org/ adresinden alınmıştır.

URL-62. (2023-Mart 3). Ontop sanal bilgi çizgesi: https://ontop-vkg.org/guide/#versions adresinden alınmıştır.

URL-63. (2023-Mart 3). SparQL Standardı: https://www.w3.org/TR/sparql11-query/#introduction adresinden alınmıştır.

URL-64. (2023-Mart 3). GeoSparQL Standardı: https://www.ogc.org/standard/geosparql/ adresinden alınmıştır.

URL-65. (2023-Mart 3). Docker Uygulaması: https://www.docker.com/ adresinden alınmıştır.

6. EKLER

Ek 1. Portal Uygulamaları Karşılaştırılması Ekran Görüntüleri



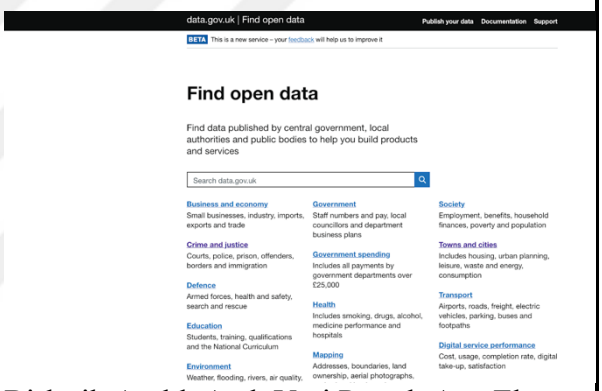
TUCBS Ana Ekran



ABD Açık Veri Portalı Ana Ekran

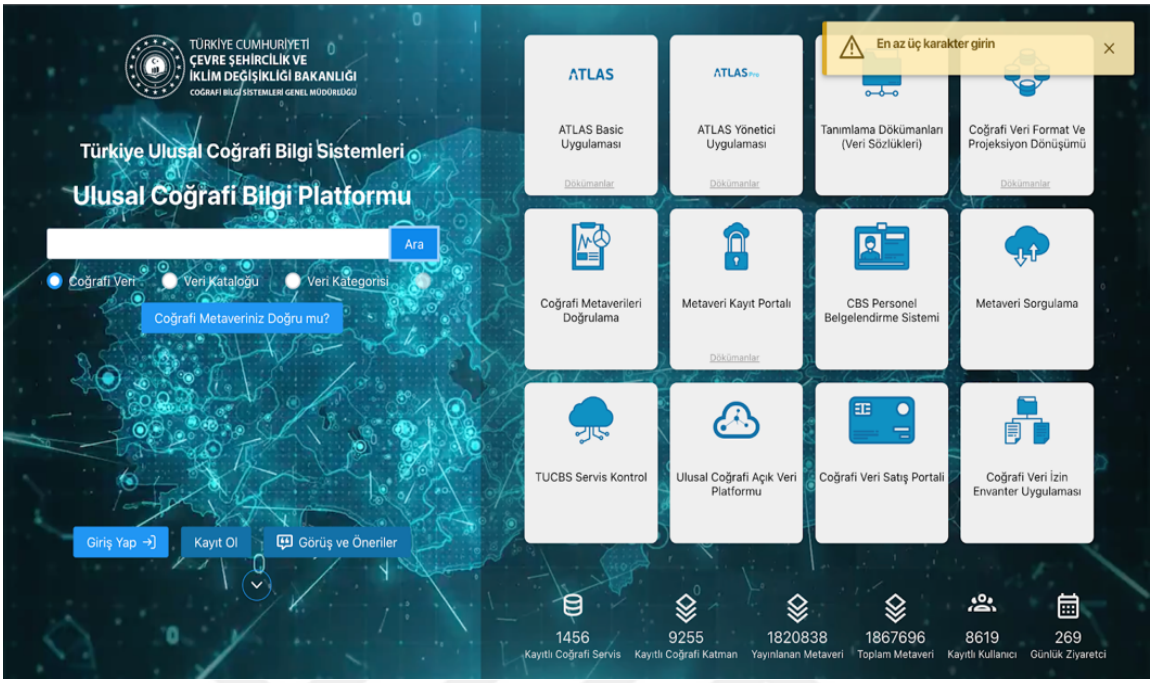


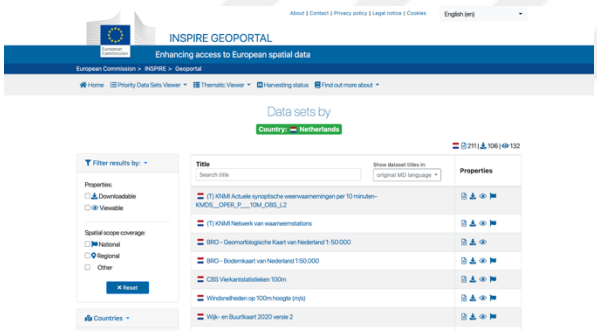
INSPIRE Geoportal Ana Ekranı



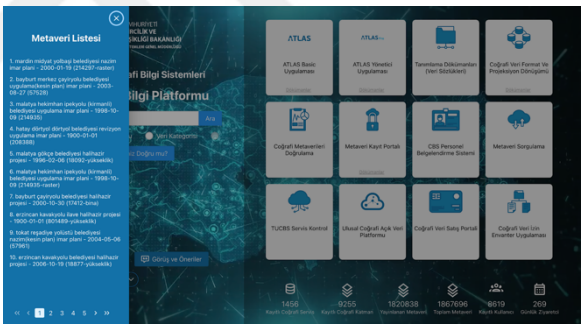
Birleşik Aralık Açık Veri Portalı Ana Ekranı

Ek 2. TUCBS arama aşamasında en az 3 karakter girme zorunluluğu

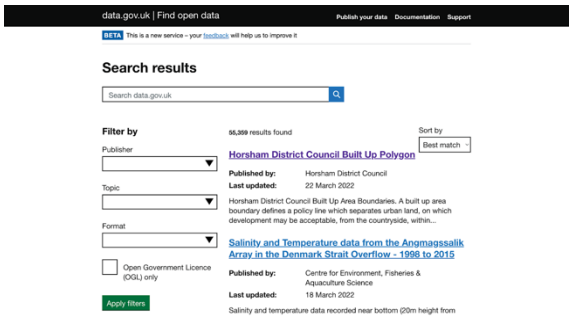




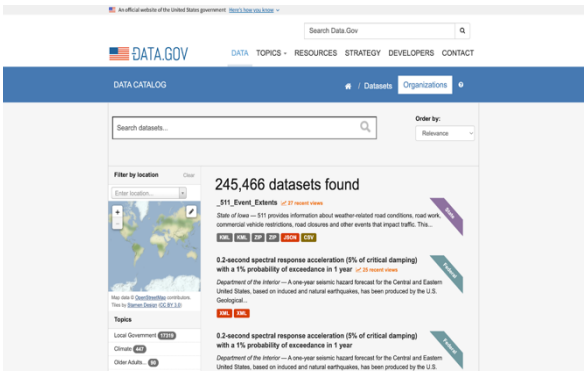
INSPIRE Geoportal arama sonuçları



TUCBS Geoportal Uygulaması Arama Sonuçları

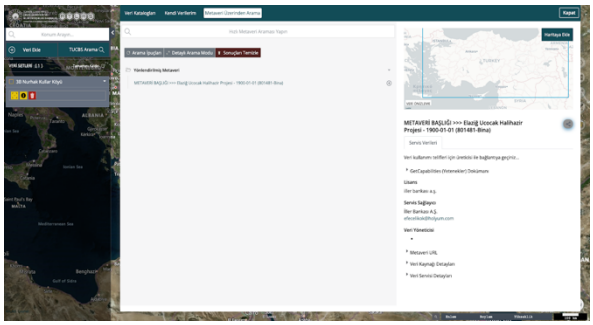


UK Açık Veri Portalı Arama Sonuç Ekranı

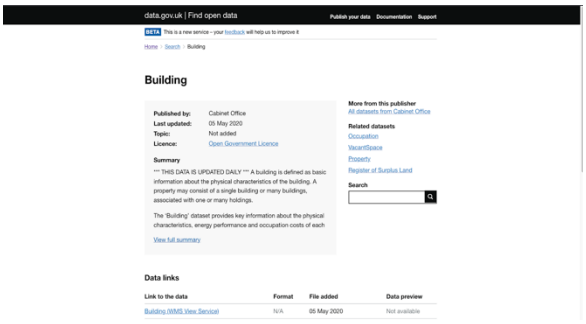


ABD Açık Veri Portalı Arama Sonuç Ekranı

Ek2'nin devamı



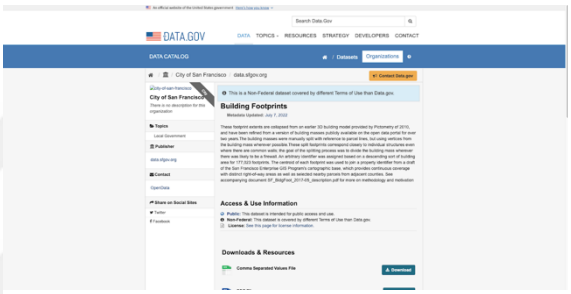
TUCBS Geoportal Uygulaması Veri Görüntüleme Ekranı



UK Veri Görüntüleme Ekranı

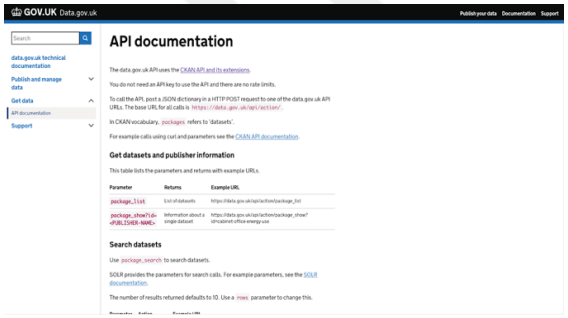


INSPIRE Geoportal Veri Görüntüleme Ekranı

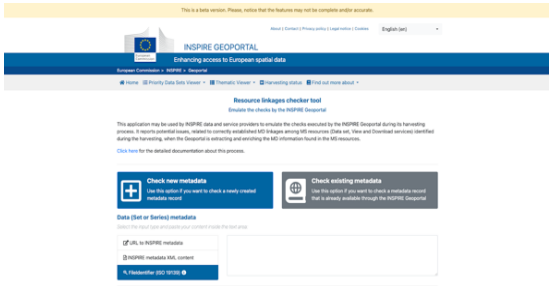


ABD Açık Veri Portalı Veri Görüntüleme Ekranı

TUCBS Geoportal Uygulaması API hizmeti bulunmamaktadır.



UK Açık Veri Portalı API Ekranı

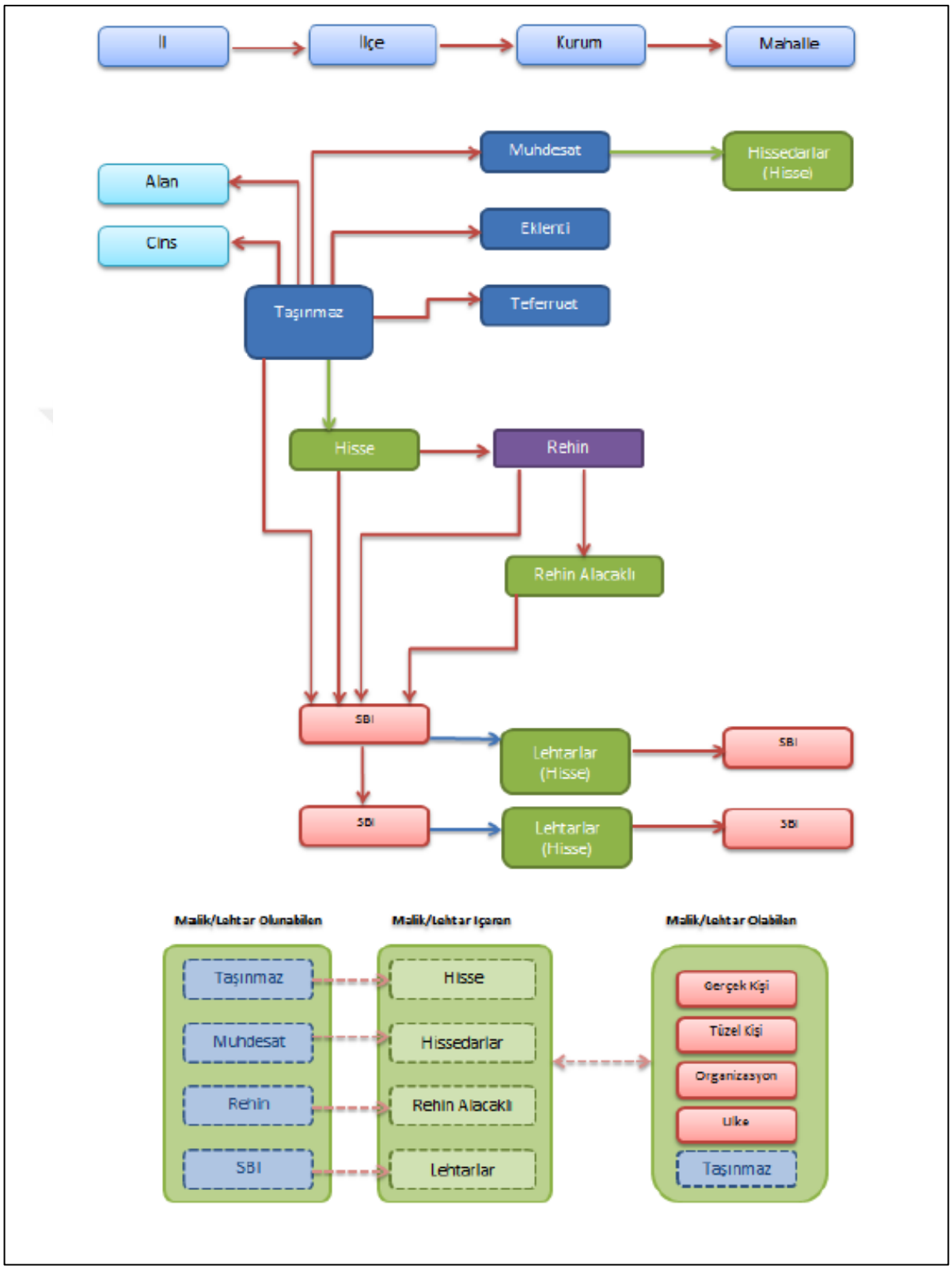


INSPIRE Geoportal Veri Görüntüleme Ekranı



ABD Açık Veri Portalı Veri API Ekranı

Ek 3. Tapu servisleri diyagramı (TKGM, 2016)



Ek 4. Tablo 1 Tapu Servis Listesi (Paydaş özel metodları göz ardı edilmiştir.)

Method İsmi	**İşlem Açıklama**	**Girdi**	**Çıktı**
GetirAdaNumaralari	Bir mahalledeki ada numaralarını listeler	Mahalle ID si	String tipinde ada numaraları listesi
GetirAlanTasinmazIDDen	Taşınmaza ait alan kayıtlarını listeler, bu listede aktif bir taşınmaz için bir tane aktif olmak üzere aktif var ise pasif alan bilgileri dönecektir. Taşınmaz ın alanında meydana gelen değişiklikleri bu metodla alınır.	Taşınmaz ID si	Alan listesi
GetirAnaTasinmaz	Taşınmaz bilgilerinden Ana taşınmaz tipinde liste döndürür. Paydaşın yetki alanı dışındaki mahallelerde arama yapılamaz.	MahalleId, Ada, Parsel	Tasinmaz listesi
GetirBagimsizBolum	Taşınmaz bilgilerinden Bağımsız B.lüm taşınmaz tipinde liste d.ndürür. Paydaşın yetki alanı dışındaki mahallelerde arama yapılamaz.	Mahalle ID listesi	Tasinmaz listesi
GetirCinsTasinmazIDDen	Taşınmaza ait cins kayıtlarını listeler, bu listede aktif bir taşınmaz için güncel cins aktif olmak üzere aktif var ise pasif cins bilgileri dönecektir. Taşınmaz ın cinsinde meydana gelen değişiklikler bu metodla alınır. Taşınmaz ın cinsinde meydana gelen değişiklikleri bu metodla alınır.	Taşınmaz ID si	Cins listesi

Tablo 1'in devamı

GetirDMH	GetirAnaTaşınmaz ile aynı şekilde kullanılır, sonuç olarak Daimi Müstakil Hak tipinde taşınmaz listesi döner. 8.GetirEklenti İş:Bir taşınmaza tescil edilmiş eklentileri listeler	Taşınmaz ID, TapuBolumDurum	Eklenti listesi
GetirGercekKisi	TKGM TAKBIS sisteminde tutulan Gerçek Kişi bilgilerini d.ndürür. Bir kişiye ait birden fazla kayıt dönebilir. Bu yapısal bir durumdur.	Ad,Soyad,Babaad,Anaad,TCKN	GercekKisi listesi
GetirGercekKisiIDDen	Gerçek Kişi ID sinden Gerçek Kişi d.ndürür.	GerçekKisiID	GercekKisi
GetirHisseHareket	Hisseye ait haraketi geldiği yada gittiği hisseleri listeler	HisseID	Hisse listesi
GetirHisseMalikIDDen	Maliğe ait Hisseleri Listeler	MahalleID ler, MalikID , MalikTip, TapuBolumDurum	Hisse listesi
GetirHisseTasinmazIDDen	Taşınmazın hissedarlarını listeler.	TasinmazID, TapuBolumDurum	Hisse listesi
GetirIlTum	Tüm illeri listeler.	-	Il listesi
GetirIlceIlIDDen	İldeki ilçeleri listeler	IlID	Ilce listesi
GetirKurumIlIDDen	İldeki kurumları listeler	IlID	Kurum listesi
GetirKurumIlceIDDen	İlçedeki kurumları listeler	IlceID	Kurum listesi
GetirMahalleIDDen	ID Den mahalle getirir.	MahalleID	Mahalle

Tablo 1'in devamı

GetirMahalleIlceIDDen	İlçedeki mahalleleri getirir	IlceID	Mahalle listesi
GetirMahalleKurumIDDen	Kurumdaki mahalleleri getirir	KurumID	Mahalle listesi
GetirMuhdesat	Taşınmaza bağlı muhdesatları getirir	TasinmazID,TapuBolumDurum	Muhdesat listesi
GetirMuhdesatMalikIDDen	Malikin sahip olduğu muhdesatları getirir	MahalleID, malikTip, malikID	
GetirOrganizasyon	Organizasyonları listeler	-	Organizasyon listesi
GetirParselNumaralari	Adadaki parsel numaralarını listeler	MahalleID, adaNo	string parsel numaraları listesi
GetirRehinHisseIDDen	Hisse üzerinde rehin var ise olan rehinleri listeler	HisseID, TapuBolumDurum	Rehin listesi
GetirRehinLehtarIDDen	lehtar(alacaklı) olduğu rehinleri listeler	Mahalle ID leri, malikTip, LehtarID (malikID),TapuBolumDurum	Rehin listesi
GetirSerhBeyan	İstenilen tapu b.lümünün üzerindeki şerh beyan ve irtifakları listeler	TapuBolum, referans,TapuBolumDurum	SerhBeyan listesi
GetirSerhBeyanLehtarIDDen	lehtar(alacaklı) olduğu şerhbeyanirtifakları listeler	Mahalle ID leri, malikTip, malikID,TapuBolumDurum	SerhBeyan listesi
GetirSerhBeyanTanim	TAKBIS de tanımlı olan şerhbeyan tanımlarını listeler	-	SerhBeyanTanim listesi

Tablo 1'in devamı

GetirSerhBeyanTanimIDDen	SerhBeyan Serhbeyan tanım ID sinden getiren metod.	SerhBeyanTanimID	SerhBeyanTanim
GetirTasinmazCiltSayfaDan	Mahalle, Kutuk Tip , Cİlt ve sayfa bilgisi bilinen taşınmazı sorgular	MahalleID, KutukTip,	Tasinmaz
GetirTasinmazHaraket	Taşınmaz ID sinden bu taşınmazın geldisi yada gittiği taşınmazları sorgular	TasinmazID	Tasinmaz listesi.
GetirTasinmazIDDen	Taşınmaz ID sinden taşınmaz bilgisi getirir.	Taşınmaz ID	Tasinmaz
GetirTasinmazMalikBilgisinden	Malik bilgisine göre malikin hissedarı olduğu taşınmazları listeler	MahalleIDs,MalikTip,MalikID	Tasinmaz listesi.
GetirTeferruat	Bir taşınmaza tescil edilmiş teferruatları listeler	Taşınmaz ID, TapuBolumDurum	Teferruat listesi
GetirTuzelKisi	Tüzel kişi sorgular, Tuzel kişi adının minimum 3 karakteri yada verginumarası ile çalışır.	ad,vergino	TuzelKisi listesi
GetirTuzelKisiIDDen	Eğer tüzel kişi ID si biliniyorsa bu ID ile TuzelKisi sorgular	TuzelKisiID	TuzelKisi
GetirUlkeTum	TKGM sisteminde kayıtlı tüm ülkeleri listeler	-	Ulke listesi
GetirUstTasinmazSayisi	Ana taşınmaz için kullanılan metod ana taşınmaz üstünde kurulmus bağımsız b.lüm sayısını verir.	-	Üst Taşınmaz Sayısı

Ek 5. Tablo 2. WFS Servisi *GetCapabilities* dokümanını schema.org tanımına map edilmesi (Geonovum, 2016)

GetCapabilities Bölümü	**WFS Tanımı**	**Schema.org Tanımı**
Service Identification ows:ServiceIdentification	/ows:Title	schema:name
	/ows:Abstract	schema:description
	/ows:Keywords/ows:Keyword	schema:keywords
	/ows:AccessConstraints	schema:licence
Service Provider ows:ServiceProvider Schema:provider Schema:organization	/ows:ProviderName	schema:name
	/ows:ServiceContact	schema:ContactPoint
	ows:ServiceContact/ ows:ContactInfo/ ows:Address	schema:address
Feature Type	ows:FeatureTypeList/ ows:FeatureType	schema:hasPart schema:dataset
	boundingBox	schema:Place schema:geo schema:GeoShape schema:box

ÖZGEÇMİŞ

İlk ve orta öğrenimini, Trabzon'da İsmet Paşa İlköğretim Okulunda tamamlandı. Lise öğrenimini Trabzon'da Erdoğdu lisesinde birincilikle tamamlandı. 2004-2005 eğitim öğretim yılında Karadeniz Teknik Üniversitesi, Mühendislik Mimarlık Fakültesi, Jeodezi ve Fotogrametri Mühendisliği Bölümü'nü kazandı. 03.07.2009 tarihinde aynı bölümden üçüncülükle mezun oldu. 2009-2010 öğretim yılında, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Harita Mühendisliği anabilim dalında yüksek lisans programında başladı. 2010 Ocak ayında Karadeniz Teknik Üniversitesi, Harita Mühendisliği bölümüne araştırma görevlisi olarak atandı. 25.05.2012 tarihinde yüksek lisansı başarıyla tamamladı. 2013 yılında araştırma görevlisi kadrosundan ayrılarak özel sektörde yazılım şirketi kurdu. Halen kurduğu yazılım şirketinde çalışmalarına devam etmektedir. Evli ve bir çocuk babasıdır.