

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ

**DOĞAL GAZ DAĞITIM SÜREÇLERİNDE YAŞANAN OLASI PROBLEMLER
VE ÇÖZÜME YÖNELİK BÜTÜNLEŞİK MEKANSAL VERİ ALTYAPISI
TASARIMI**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Tuğçe CEVAHİROĞLU

Bilişim Uygulamaları Anabilim Dalı

Coğrafi Bilgi Teknolojileri Programı

TEMMUZ 2021

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ

**DOĞAL GAZ DAĞITIM SÜREÇLERİNDE YAŞANAN OLASI PROBLEMLER
VE ÇÖZÜME YÖNELİK BÜTÜNLEŞİK MEKANSAL VERİ ALTYAPISI
TASARIMI**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**Tuğçe CEVAHİROĞLU
(706181018)**

Bilişim Uygulamaları Anabilim Dalı

Coğrafi Bilgi Teknolojileri Programı

Tez Danışmanı: Doç. Dr. Ahmet Özgür DOĞRU

TEMMUZ 2021

İTÜ, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü'nün 706181018 numaralı Yüksek Lisans Öğrencisi Tuğçe CEVAHİROĞLU, ilgili yönetmeliklerin belirlediği gerekli tüm şartları yerine getirdikten sonra hazırladığı “DOĞAL GAZ DAĞITIM SÜREÇLERİNDE YAŞANAN OLASI PROBLEMLER VE ÇÖZÜME YÖNELİK BÜTÜNLEŞİK MEKANSAL VERİ ALTYAPISI TASARIMI” başlıklı tezini aşağıda imzaları olan jüri önünde başarı ile sunmuştur.

Tez Danışmanı : **Doç. Dr. Ahmet Özgür DOĞRU**
İstanbul Teknik Üniversitesi

Jüri Üyeleri : **Doç. Dr. Uğur ALGANCI**
İstanbul Teknik Üniversitesi

Prof. Dr. Fatih GÜLGEN
Yıldız Teknik Üniversitesi

Teslim Tarihi : 11 Haziran 2021
Savunma Tarihi : 16 Temmuz 2021



Kızım Liva'ya,



ÖNSÖZ

Başta danışman hocam Sayın Ahmet Özgür DOĞRU olmak üzere sevgili eşime, babam Hasan Hüseyin KÜÇÜKOĞLU'na ve annem Yurdanur KÜÇÜKOĞLU'na yardımlarından dolayı, ve yakın zamanda vefat eden Sayın Erol EFE'ye katkılarından dolayı teşekkürlerimi borç bilirim. Bununla birlikte Çorum Doğalgaz A.Ş.'ye paylaştıkları görsel verilerinden dolayı çok teşekkür ederim.

Haziran 2021

Tuğçe Cevahiroğlu
(Mühendis)



İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖNSÖZ.....	vii
İÇİNDEKİLER.....	ix
KISALTMALAR.....	xi
ÇİZELGE LİSTESİ.....	xiii
ŞEKİL LİSTESİ.....	xv
ÖZET.....	xvii
SUMMARY.....	xix
1. GİRİŞ.....	1
1.1 Tezin Amacı.....	2
1.2 Literatür Araştırması	3
1.2.1 Doğal gaz	4
1.2.2 Dünyada doğal gaz	4
1.2.3 Türkiye’de doğal gaz	6
1.2.4 Doğal gaz elemanları	7
2. DOĞAL GAZ ŞEBEKELERİ	9
2.1 Yüksek Basınç Şebekeler.....	9
2.2 Orta Basınç Şebekeler	9
2.3 Alçak Basınç Şebekeler	11
2.3.1 Avan proje tasarımı	11
2.3.2 Tatbikat projesi tasarımı	12
2.3.3 Asbuilt projesi tasarımı.....	13
3. DOĞAL GAZ SEKTÖRÜNDEKİ RİSK VE PROBLEMLER.....	15
3.1 Mekansal Veri Problemleri	17
3.1.1 Verilerin tutarlılığı.....	17
3.1.2 Verilerin tamlığı	19
3.1.3 Verilerin doğruluğu	20
3.2 İmalat Aşaması Problemleri.....	20
3.2.1 Hatalı imalatlar	20
3.2.2 Terör bazlı imalat problemleri	20
3.2.3 Diğer altyapıların standart dışı imalatları	21
3.2.4 Standart dışı malzeme kullanımı	21
3.3 İç Tesisat Problemleri	21
3.3.1 Hatalı boru çapı kullanımı	22
3.3.2 Hatalı servis kutusu ve regülatör kullanımı	22
3.3.3 İç tesisat kontrolleri	22
3.4 İşletme Problemleri	23
3.4.1 Hatalı bakım planlaması	23
3.4.2 Vana ve vana odalarının düzensiz bakımı/onarımı	23
3.4.3 Arıza süreç planlama sorunları.....	23
3.4.4 Uzun süreli elektrik kesintileri	23

3.4.5 Diğer altyapı şebeke problemlerinin etkisi.....	23
3.4.6 Korozyon	24
3.5 Hizmet Problemleri	24
3.5.1 Kaçak gaz kullanımı.....	24
3.5.2 Sayaçların hatalı okunması.....	25
3.5.3 Aboneliğe ait hatalı veriler	25
3.6 Acil Durum Problemleri.....	25
3.6.1 Doğal afet sonrası problemler.....	25
3.6.2 Acil durumlarda müdahalenin gecikmesi	26
4. DOĞAL GAZ SEKTÖRÜNDEKİ RİSK VE PROBLEMLERE CBS	
TEMELLİ ÇÖZÜM ÖNERİLERİ.....	27
4.1 Gerçek Zamanlı Sensör Kaynaklı Verilerin Afet Zamanı Kullanımı	28
4.2 Uzaktan Kontrol Sisteminin (SCADA) Yaygınlaştırılması	28
4.3 Kurumlar Arası Veri Paylaşımı	29
4.4 Aboneler İçin Uygulama	30
5. UYGULAMA.....	33
5.1 TUCBS	34
5.2 Doğal Gaz CBS Altyapı İlişki Modeli	34
5.3 Abone Uygulama Altyapısı	36
5.4 Kurumlar Arası İletişim Altyapısı	38
5.5 SCADA Gaz Kontrol Sistemi Altyapısı	40
5.6 Gerçek Zamanlı Uydu Görüntülerinin Ve Trafik Yoğunluğu Haritalarının	
Altyapı Kullanımı	42
5.7 Doğal Gaz CBS Altyapısı.....	42
6. SONUÇLAR VE ÖNERİLER.....	45
KAYNAKLAR.....	47
ÖZGEÇMİŞ.....	53

KISALTMALAR

CBS	: Coğrafi Bilgi Sistemleri
UML	: Unified Modelling Language
TUCBS	: Türkiye Ulusal Coğrafi Bilgi Sistemi Altyapısı
TÜİK	: Türkiye İstatistik Kurumu
BOTAŞ	: Boru Hatları ile Petrol Taşıma Anonim Şirketi
İSKİ	: İstanbul Su ve Kanalizasyon İdaresi
TPAO	: Türkiye Petrolleri Anonim Ortaklığı
SSCB	: Sovyet Sosyalist Cumhuriyetler Birliği
LNG	: Liquefied Natural Gas
RM/A/B/C	: Pressure Reducing and Metering Station A/B/C
BR	: Bölge Regülatörü
PE	: Polietilen
TS	: Teknik Spesifikasyon
EN	: European Norm
ISO	: International Organization for Standardization
IEC	: The International Electrotechnical Commission
TSE	: Türk Standardları Enstitüsü
SCADA	: Supervisory Control And Data Acquisition
UAVT	: Ulusal Adres Veri Tabanı
KGM	: Karayolları Genel Müdürlüğü
BEDAŞ	: Boğaziçi Elektrik Dağıtım A.Ş.
AYEDAŞ	: Anadolu Yakası Elektrik Dağıtım Anonim Şirketi
DSİ	: Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü
ETKB BİDB	: Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı Bilgi İşlem Dairesi Başkanlığı
MGM	: Meteoroloji Genel Müdürlüğü
AKOM	: Afet Koordinasyon Merkezi



ÇİZELGE LİSTESİ

Sayfa

Çizelge 1.1 : Ükelere göre doğal gaz rezerv tablosu.....	5
--	---





ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa

Şekil 1.1 : Çelik boru.....	8
Şekil 2.1 : Orta basınç şebekelerin yapısı.....	9
Şekil 2.2 : Çorum bölgesi avan proje tasarımı örneği.....	12
Şekil 2.3 : Çorum bölgesi tatbikat projesi örneği.....	13
Şekil 2.4 : Çorum bölgesine ait asbült projesi tasarımı örneği.....	14
Şekil 3.1 : Doğal gaz sektöründeki risk ve problemler.....	16
Şekil 3.2 : Artvin halihazır harita örneği.....	18
Şekil 3.3 : Artvin güncel imar planı örneği.....	18
Şekil 3.4 : Artvin güncel imar ve halihazır planı örnekleri.....	19
Şekil 4.1 : Sistem için planlanan veri paylaşımı yapılacak kurumlar.....	30
Şekil 5.1 : Doğal gaz altyapı modeli.....	35
Şekil 5.2 : Aboneler için uygulama sınıf diyagramı.....	37
Şekil 5.3 : Kurumlar arası iletişim altyapı diyagramı.....	39
Şekil 5.4 : SCADA gaz kontrol sistemi sınıf diyagramı.....	41
Şekil 5.5 : Uydu görüntüleri ve trafik haritaları sınıf diyagramı.....	43
Şekil A.1 : Tasarlanan doğal gaz CBS altyapı diyagramı.....	52



DOĞAL GAZ DAĞITIM SÜREÇLERİNDE YAŞANAN OLASI PROBLEMLER VE ÇÖZÜME YÖNELİK BÜTÜNLEŞİK MEKANSAL VERİ ALTYAPISI TASARIMI

ÖZET

Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS), coğrafi veri kullanan özel şirketlerde ve kamu kurumlarında bilgi akışını hızlandırmakta ve mekansal sorgulamada kullanılmaktadır. Bilgi ve bilişimde meydana gelen hızlı gelişmelerle birlikte, CBS tabanlı projelere yatırım yapmak, bu projelerle bilgiye daha hızlı ulaşmak, daha çabuk karar vermeye sebep olmaktadır. Planlamadan yapım aşamasına kadar her bir evrede Coğrafi Bilgi Sistemlerinin kullanımı, kurum ve şirketlere daha etkin karar vermelerini sağlamaktadır. Nüfusun artmasına neden olan olaylar kentlerde çarpık kentleşmeye, bununla birlikte altyapı problemlerine sebep olmaktadır. Bu altyapı problemlerini en kolay ve en hızlı şekilde çözmek coğrafi bilgi veri tabanlarıyla mümkündür.

Doğal gaz, enerji sektörünün baş kahramanlarından biridir. Doğa dostu olan bu enerji kaynağı düşük karbon salınımı sayesinde günümüzde dünyanın hemen hemen her yerinde kullanılmaktadır. Kullanımı yaygınlaştırılmaya çalışılan bu enerji kaynağı da beraberinde bazı risk ve problemler getirmektedir. Bu risk ve problemlerin en büyükleri patlamalar ve yangınlardır. Patlamalara ve yangınlara sebebiyet verecek bütün problemlerin acil bir şekilde çözülmesi ve bu çözümlerin yine acil bir şekilde uygulanması gerekmektedir. Bu çalışmanın esinlenilmesinde rol oynayan en büyük etkenler günümüzde artmakta olan depremler ve bu depremlerin neden oldukları yıkımlar, bir diğeri ise kazılar sırasında delinen, patlatılan doğal gaz borularıdır. Bu iki konu hakkında bir çok önlem alınılmasına karşın problemler altyapı kurumlarının birbirleriyle olan iletişimsizlikleri ve bazı altyapı borularının kaç metre derinlikten veya nereden geçtiği bilinmediğinden ötürü hala daha devam etmektedir. Diğer problemler ise mekansal veri problemleri, imalat aşaması problemleri, iç tesisat problemleri, işletme problemleri ve abone problemleridir. Hepsi kendi içinde aciliyeti en yüksek problemlerden oluşmaktadırlar.

Bu çalışmada, amaç doğal gaz altyapısı için tek bir sistem oluşturulmasıdır. Doğal gaz altyapı yatırımlarının en doğru biçimde yönetilmesi için, konumsal ve öznitelik verilerinin toplanıp saklandığı ve analizlerinin yapılp, raporlandığı ve böylece kullanıcılara ulaştığı tek bir coğrafi bilgi sisteminin kurulması gerekmektedir. Bu sistemle birlikte, doğal gaz sektöründeki risk ve problemler en aza indirgenerek can ve mal kayıplarının önüne geçilmiş olacaktır. Bu çalışmanın en büyük amacı da budur. Bununla birlikte kullanım kolaylığı ve ulaşılabilirliği sayesinde zamandan da tasarruf sağlanmış olacaktır. Bu sistemin sağlıklı bir şekilde kurulup, sürdürülebilmesi için büyük bir CBS altyapısı kurulmalı, veri alışverişleri güncel tutulmalı, uzaktan kontrol sistemi çevrimiçi olarak kullanılabilmeli, bu sistem genişletilebilmesi ve gerçek zamanlı uydu görüntülerinden aktif olarak ve doğru bir şekilde faydalanabilinmelidir. Bunun yanı sıra aboneler için de yapılacak

uygulamayla konum/adres bilgileri, telefon bilgileri, servis kutusu gibi problemler hızlıca çözüme kavuşacaktır.

CBS altyapısı oluşturmak için kamusal, özel veya korumalı verilere yani bilgilere ihtiyaç vardır. Bu çalışmada yöntem olarak Unified Modeling Language yani birleşik modelleme dili (UML) sınıf diyagramları kullanılmıştır. UML dili yazımında Türkiye Ulusal Coğrafi Bilgi Sisteminin (TUCBS) 2020 yılı yayınlanan 1.0 sürümü kullanılmıştır.



POSSIBLE PROBLEMS IN NATURAL GAS DISTRIBUTION PROCESSES AND THE DESIGN OF AN INTEGRATED SPATIAL DATA INFRASTRUCTURE FOR SOLUTIONS

SUMMARY

Geographic Information Systems (GIS), accelerate the flow of information in private companies and public institutions using geographic data and are used in spatial query. With the rapid developments in information and informatics, investing in GIS-based projects, accessing information faster with these projects, causes faster decision-making. The use of Geographic Information Systems at each stage from planning to construction enables institutions and companies to make more effective decisions. The events that cause the population to increase cause unplanned urbanization in cities, as well as infrastructure problems. It is possible to solve these infrastructure problems in the easiest and fastest way possible with geographic information databases. Geographical information databases are a system that enables many operations such as analysis, storage, control, viewing and updating. Therefore, the existence of such a system and making use of it is very important.

Natural gas is one of the main heroes of the energy industry. This energy source, which is environmentally friendly, is used almost everywhere in the world today, thanks to its low carbon emission. This energy source, the use of which is tried to be widespread, brings some risks and problems with it. The biggest of these risks and problems are explosions and fires. Incidents that cause explosions and fires in natural gas networks include terrorist attacks, unauthorized excavations and illegal gas use. All problems that will cause explosions and fires must be solved urgently and these solutions must be implemented urgently. The biggest factors that play a role in the inspiration of this study are the increasing earthquakes and the destructions caused by these earthquakes, and the other is the natural gas pipes that were drilled and exploded during the excavations. Although many precautions have been taken on these two issues, the problems still continue due to the incommunicability of the infrastructure institutions with each other and the unknown depth of some infrastructure pipes or where they pass. On the other hand, since the issue of terrorism cannot be resolved, sabotage continues and therefore natural gas pipelines are damaged. Since the line is damaged, explosions and fires are inevitable. Other problems are spatial data problems, manufacturing phase problems, internal installation problems, business problems, subscription problems. They all consist of the most urgent problems in themselves. However, although some problems seem unsolvable, they can be minimized in the presence of a certain system.

In this study, the aim is to create a single system for natural gas infrastructure. In order to manage natural gas infrastructure investments in the most accurate way, it is necessary to establish a single geographic information system where spatial and attribute data are collected and stored, analyzed, reported and thus reached to users. With this system, risks and problems in the natural gas sector will be minimized and

loss of life and property will be prevented. This is the main purpose of this study. In addition, thanks to its ease of use and accessibility, time will be saved. In order for this system to be established and maintained in a healthy way, a large GIS infrastructure should be established, data exchanges should be kept up-to-date, the remote control system should be used online, this system should be expanded and real-time satellite images should be used actively and accurately.

Today, the lack of data still continues. The best way to fix this is to keep the data up to date. For the up-to-dateness of the data, exchanging data from other institutions and subscribers will be a solution to this.

First of all, natural gas GIS infrastructure model was designed. This infrastructure forms the basis of natural gas. Thanks to this infrastructure, in case of any leakage gas or malfunction, only the gas of the subscriber or the valve to which the subscriber is connected will be closed quickly and a solution will be found quickly. On the other hand, as it will be easier and faster to access information such as which valve is on which line, which subscribers or which buildings they contain, which stations are fed by these lines, in inquiries made by distribution companies, it will provide great convenience for the lines to be laid in the future and speed up the emergency response.

To support the city's information process and to establish a comprehensive data management system for the entire underground pipe network, the municipality should cooperate with transportation, electricity, water, highways and other departments. Thanks to inter-institutional data exchanges, dynamic data such as where the power line passes, which roads are open in disasters such as floods and landslides, the shortest roads with low traffic density, and current address changes will also be fast. Therefore, emergency response will be easier, faster and safer in such cases.

Another issue is Supervisory Control And Data Acquisition (SCADA), which is a remote control system. SCADA is currently used for steel grids. However, considering the earthquakes that are natural disasters, this system should be installed and placed on the valves on the polyethylene lines perpendicular to the fault lines. It will prevent unnatural disasters that will occur after the earthquake, namely the explosion of natural gas pipes or post-explosion fires.

Another solution proposal that should be found in this GIS infrastructure is the use of real-time satellite images and traffic density maps. It will be a great advantage to be in constant communication with the companies of meteorology and real-time traffic density applications. Using real-time satellite images and bluetooth systems of meteorology and traffic density applications, establishing routes to the valves of the relevant places as quickly as possible after natural or unnatural disasters will prevent bigger disasters. In this way, material and moral losses will be minimized.

With this GIS infrastructure, subscribers will be able to easily perform transactions such as the first gas application, GIS-based box tracking, invoice inspections and payments, leak gas notification, malfunction notifications and current address updates without leaving their homes. In addition, with the application to be made for subscribers, problems such as location/address information, telephone information, service box will be solved quickly.

One of the reasons why this system is planned under a single roof is its convenience. Convenience means easy to understand and time saving for both companies and

customers. This is because all systems work at the same time and interact with each other at the same time. On the other hand, since a large and single system will be planned, institutions should take measures to prevent the system from slowing down.

Public, private or protected data, that is, information, is needed to create a GIS infrastructure. In this study, Unified Modeling Language (UML) class diagrams were used as a method. The class diagram method is one of the most widely used common methods. The class diagram method of uml was chosen in order to provide solutions to natural gas problems. UML consists of public, private and protected data. Public data means publicly available. Access to private data outside the class is prohibited. And finally, protected data means that the access is restricted.

Energy Resources Theme Data Description Document has been published by the Energy Resources Theme Working Committee. Infrastructures are designed using the latest standards of TUCBS. The 1.0 version of TUCBS, published in 2020, was used.

Geographic Information Systems play a major role in the efficiency of natural gas. Processing, managing, reporting, storing, analyzing spatial and non-spatial data and enabling the user to use this data effectively can only be achieved with a good GIS infrastructure. For this reason, with a properly planned and implemented GIS infrastructure, most of the problems experienced in natural gas will be solved.



1. GİRİŞ

Coğrafi Bilgi Sistemleri, doğalgaz gibi altyapı uygulamalarında oldukça fazla tercih edilmektedir. Bunun nedenlerinden biri ise veri akışını hızlandırmak ve doğru sonuca ulaşmaktır. Üstyapı ve altyapı uygulamalarında analizler ve sorgulamalar CBS ile yapılabilmektedir. Bir bölgenin doğal gaz hattı planlanırken, ilk önce hâlihazır haritaları oluşturulur. Daha sonra güncel imar planları da o bölgenin belediyesinden temin edilir. Hâlihazırdaki konut verileri ve imar planındaki konut verileri toplanır. İmar planındaki konut verileri 30 yıllık olarak düşünülmüştür. Bunların yanı sıra en önemlisi ise, o bölgenin birim tüketiminin hesaplanmasıdır. Doğal Gaz Dağıtım Projesi kapsamında, yıllık konut birim doğal gaz tüketim tahmininin yapılabilmesi amacıyla, binalar için yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacı hesabı kullanılır. Bu yöntem, doğal gaz teknolojisinin gelişmiş olduğu ülkelerde konutların ısınma amaçlı yüklerinin hesaplanmasında yaygın olarak kullanılan derece-gün hesabını baz alan bir hesaplama yöntemidir. Bu metot kapsamında, konutların ısıtılması esnasında gerekli olan doğal gaz miktarı, konutun yerleşim alanının derece-gün değerine bağlı olarak tahmin edilir. Birim tüketim hesaplanırken Meteoroloji'den ve Türkiye İstatistik Kurumu'ndan (TÜİK) alınan veriler ışığında bir değer bulunur. Bütün veriler toplandıktan ve hesaplandıktan sonra, avan proje tasarlanır.

Genellikle bölgenin altyapı sorunlarından dolayı projeler üzerinde revizyonlar yapılır. Bu revizyonlar genellikle hat ekleme, çıkarma, kesme ve bölme şeklindedir. Böylece tatbikat projesi oluşturulmuş olur. Tatbikat projeleri, yapılacak yatırımların hesaplanmasında büyük rol oynar. Çünkü kaç metre polietilen ya da çelik boru kullanılacağı yaklaşık olarak bellidir.

Son aşama olarak, üstyapı veya altyapı problemlerinden dolayı revizyona uğrayan tatbikat projelerinin imalatları yapılır. İmalatı yapılan hatlar, asbült proje olarak tasarlanır. Asbült proje, projenin son halidir. Başka bir uygulamada gazın, hız ve basınç gibi değerleri kontrol edilir. Eğer hız veya basınçta sorun var ise gerekli işlemler yapılır. Gerekli işlemler; kopart-bağla işlemleri, yeni sektör girişi oluşturma, hat çapını büyütme şeklinde örnek verilebilir. Bütün bu işlemler tamamlandıktan

sonra avan proje ile asbuilt projedeki borulara göre metraj kullanımı karşılaştırılır. Böylece proje ilk olarak tasarlanırken kullanılması beklenen boru metrajlarıyla, imalatı tamamlanan boruların metrajları arasındaki fark gözlenir. CBS programı yardımıyla bu fark kolayca hesaplanabilir.

Doğal gaz dağıtım süreçlerinde birçok problemle karşılaşmaktadır. Bazı problemler hızlı çözülebilinecekken CBS altyapının yeterli olmaması nedeniyle problemler yavaş çözülmekte bazen de hiç çözülememektedir. Bu nedenle bu çalışmada doğal gaz dağıtım süreci problemleri incelenecek ve bu problemler için en kolay ve hızlı çözümler üretilecektir. Bir diğer deyişle doğalgaz varlıklarının yönetilmesinde Coğrafi Bilgi Sistemleri uygulamalarının sağladığı kolaylıkların sektöre kazanımları bu çalışmada incelenecektir.

Bu çalışmanın esinlenilmesine ön ayak olan olayların başında “2018 yılının Aralık ayında, Mersin ilindeki Anıt Katlı Kavşak yapım çalışmalarında kazısı sırasında iş makinasının çelik doğal gaz hattına zarar vermesi, sonrasında ise çok sayıda itfaiye, gaz dağıtım şirketi yetkililerinin ve polislerin olay yerine sevk edilerek önlem alınmaya çalışılmasıdır”[1]. Dağıtım firması ilk olarak çelik boru hattındaki vanayı kapatarak gaz çıkışını engellemişlerdir. İkinci olarak esinlenen olaylar ise başta Elazığ depremi olmak üzere depremler ve toprak kaymalarından dolayı doğal gaz borularındaki patlamalar ve yangınlardır. Olası bir doğal afette o ildeki doğal gaz dağıtım firması ekibinin yapması gereken ilk iş doğal afet bölgesindeki doğal gaz vanalarını kapatmak olacaktır. Böylelikle zaten doğal afetten zarar gören bölgenin daha büyük zarar görmesinin önüne geçilmiş olacaktır.

1.1 Tezin Amacı

Bu çalışmanın amacı doğal gaz boru hatlarında veya dağıtım süreçlerinde oluşacak herhangi bir problem ışığında, öncelikle problemin belirlenmesi, bunun yanı sıra probleme neden olan olayın bulunması ve son olarak hızlı bir şekilde çözüm üretilmesidir. Böylece hem en kısa sürede probleme çözüm üretilmiş olacak hem maddi olarak tasarruf sağlanmış olacak hem de daha büyük bir tehlikenin önüne geçilmiş olacaktır.

1.2 Literatür Araştırması

“Özellikle Türkiye’de terör örgütlerinin saldırıları ve altyapı sistemlerini tahrip etmesi göz önünde bulundurulması gereken başlıca risklerdendir. Öyleki, geçmişte ülkede petrol ve gaz boru hattı şebekelerine terörist saldırılar olmuştur. Türkiye doğal gaz temini ve emniyeti bakımından zor yıllar geçirmiştir”[2].

“Deprem sonrası can ve mal kayıplarına neden olan doğal gaz kaynaklı yangınlar ve patlamalar ikincil felaketlerin çok önemli bir kısmını oluşturmaktadır. Doğal gaz kaynaklı ikincil felaketlerin önüne geçmek için, deprem olduğunda doğal gaz akışının durmuş olması gerekmektedir”[3].

“Gazın taşınması ve depolanması yangın ve patlamaya neden olabilmektedir. Boru hatları eskimektedir, düzgün bakım yapılmamaktadır ve çok az denetlenmektedir. ABD’de her yıl bir veya daha fazla boru hattı patlaması yaşanmaktadır”[4].

Bursa’da 1997 tarihinin Kasım ayına kadar 500 adetten fazla kaza ve doğalgaz borusu hasarı meydana gelmiştir. Dünya üzerindeki doğalgaz kazalarının nedeni % 99 üçüncü kişiler tarafından ve 1997 yılına kadar Bursa’da olan kazaların % 100’ü üçüncü kişiler yüzünden meydana gelmiştir. Bahar ve yaz ayları altyapı çalışmalarının yoğun olduğu aylardır. Özellikle bu aylarda üçüncü şahıs hasarları olmakta ve altyapı çalışması yapan diğer kurumların çalışmalarına gereken hassasiyeti göstermemelerinden kaynaklanmaktadır. Ve bu tarihe kadar olan kazaların ve hasarların herhangi birinde bile can kaybı yaşanmamış, bu kazaların hepsi maddî hasarlarla atlatılmıştır[5].

Bölücü terör örgütü tarafından yapılan, İran-Ankara Boru Hatları İle Petrol Taşıma Anonim Şirketi (BOTAŞ) doğalgaz boru hattında, bir patlama meydana gelmiştir. Yangın, patlama sonucunda kısa süreli olarak ortaya çıkmış, kendiliğinden aynı günün akşamı sönmüştür. İran- Ankara hattında doğal gaz beslemesi yani akışı patlama nedeniyle kapatılmıştır[6].

Türkiye-İran Doğal gaz Boru Hattı şebekesinde patlama meydana gelmiştir. Türkiye’de bulunan Hıdırlı-Kalender köyleri arasındaki kısmında yaşanan bu patlama bilgisi, Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı kaynaklarından elde edilmiştir. İran’dan gaz akışı patlamanın sonrasında durdurulmuştur. Olay yerindeki incelemeler jandarma ve BOTAŞ yetkilileri tarafından sürdürülmektedir[7].

İstanbul Su ve Kanalizasyon İdaresi (İSKİ) adına çalışan iş makinası, 3 Mart Çarşamba günü Samatya Kehribar sokakta doğal gaz boru hattı şebekesine hasar vermiştir. Bu hasar sonrasında patlama ve yangın meydana gelmiştir. Ve altyapı koordinasyon kurulundan, İSKİ kurumu adına çalışan iş makinasının kazı ruhsatı alıp almadığının belli olmadığı belirtilmiştir[8].

Doğal gaz hattında, yapılan izinsiz kazı sonrasında Kayseri'nin Kocasinan İlçesi Erkiletdere Mahallesi'nde tahribat meydana gelmiştir. Doğal gaz hattından sızıntı yaşanması üzerine Kayserigaz ekipleri, gaz akışını kesmek zorunda kalmışlardır. Kayserigaz İşletme Müdürü Bülent Coşkun, doğalgaz çıkışı çelik anahat şebekesinde meydana gelmiş olup, ilgili kişiler müdahalede bulunmuşlardır. Hasar meydana gelen çelik hat Kuzey Çevre Yolu Kavşağı çevresinde bulunmaktadır. Doğalgaz ana hattında izinsiz kazı sonucu tahribat olmuştur. Bu gaz sızıntısı büyük bir felakete yol açabilecek durumdadır ancak acil müdahale edilmesi sonrasında herhangi bir sorun yaşanmadan engellenmiştir[9].

1.2.1 Doğal gaz

Fosil yakıtlar grubunda bulunan doğal gaz, hidrokarbon tabanlıdır. Doğal gaz, petrol yataklarının üstünde veya yer altında bulunur. Petrol yataklarının üstünde büyük hacimli ve maddenin gaz hali şeklindedir. “Yer altında ise gözenekli kayaların boşluklarında sıkışmış halde bulunurlar. Doğalgazın %95'i metandan meydana gelmektedir. Doğal gaz, biraz da bütan, etan, propan atom ve karbondioksitten oluşmaktadır. Renksizdir. Kokusuzdur. Havadan hafif bir gazdır”[10]. Doğal gaz kokusuz olduğundan kokulandırılma işlemi yapılır. Bu işlem için genellikle sarımsak kokusu seçilir. Doğal gaz sağlıklıdır, verimlidir, çevreye zarar vermez ve temizdir. Doğal gaz konutlarda, işyerlerinde, sanayide ve fabrikalarda kullanılır. Isınma, pişirme/ocak, sıcak su, sanayi tipi fırınlar, atölyeler vb. alanlarda doğal gaz kullanımı oldukça önemlidir.

1.2.2 Dünyada doğal gaz

1659 yılında doğal gaz İngiltere'de bulunmuştur. Yaygın olarak kullanıma ise 1790 yılında girmiştir. Doğal gazın kullanımı 1920' lerde boru hattı taşımacılığı yöntemlerinin uygulamaya konulmasıyla hızla artmıştır. II.Dünya Savaşı'ndan sonar ise doğal gaz ve kullanımı sürekli olarak gelişmiştir.

2019 yılı doğal gaz rezervlerine göre, dünyadaki ömürleri yaklaşık olarak 62 yıl olarak öngörülmektedir. Çizelge 1.1 de ülkelere göre rezerv gösterilmiştir.

Bölgesel bazlı ömürleri ise: Orta Doğu'da 100+ yıl; Afrika'da 90,2 yıl; Eski Sovyetler Birliğinde 78,5 yıl; Orta ve Güney Amerika'da 71,6 yıl; Asya-Pasifik'de 43,8 yıl; Avrupa'da 16,1 yıl; Kuzey Amerika'da 10 yıl şeklindedir[12].

Çizelge 1.1 : Ülkelere göre doğal gaz rezerv tablosu.

ÜLKELERE GÖRE DOĞALGAZ REZERVİ (milyar m3)				
Sıra	Ülke	2019 Rezervi	Değişim (%)	Pay (%)
1	Rusya	50.279	1	24,38
2	İran	33.988	-0	16,48
3	Katar	23.831	-3	11,56
4	ABD	14.254	37	6,91
5	Türkmenistan	12.177	23	5,91
6	Suudi Arabistan	9.423	11	4,57
7	Birleşik Arap Emirlikleri	6.091	-	2,95
8	Nijerya	5.761	8	2,79
9	Venezuela	5.674	1	2,75
10	Cezayir	4.504	-	2,18
11	Irak	3.714	18	1,80
12	Avusturalya	3.193	-14	1,55
13	Çin Halk Cumhuriyeti	3.013	-8	1,46
14	Endonezya	2.707	-5	1,31
15	Malezya	2.290	-15	1,11
16	Mısır	2.221	2	1,08
17	Norveç	2.119	-17	1,03
18	Kanada	1.933	-5	0,94
19	Kazakistan	1.830	-5	0,89
20	Kuveyt	1.784	-	0,87
21	Azerbaycan	1.718	33	0,83
22	Özbekistan	1.522	-5	0,74
23	Libya	1.505	0	0,73
24	Hindistan	1.330	-7	0,64
25	Umman	677	-29	0,33
26	Pakistan	567	-23	0,27
27	Bengladeş	549	31	0,27
28	Türkiye *	408	10.470	0,20
29	Peru	375	-9	0,18
30	Arjantin	373	12	0,18
31	Brezilya	367	-22	0,18
32	Angola	343	11	0,17
33	Bolivya	310	3	0,15
34	Ukrayna	288	-11	0,14

Çizelge 1.1 (devam) : Ülkelere göre doğal gaz rezerv tablosu.

ÜLKELERE GÖRE DOĞALGAZ REZERVİ (milyar m3)				
Sıra	Ülke	2019 Rezervi	Değişim (%)	Pay (%)
35	Myanmar	256	-47	0,12
36	İngiltere	228	-44	0,11
37	Vietnam	195	-8	0,09
38	Hollanda	161	-80	0,08
39	Romanya	87	-20	0,04
40	Polonya	76	20	0,04
41	Danimarka	71	-21	0,03
42	İtalya	53	-2	0,03
43	Almanya	30	-53	0,01
44	Ermenistan	18	-	0,01
45	Ekvador	11	-	0,01
46	Şili	4,0	-38	0,00
47	Diğer ülkeler	3.898	97	1,89
	Dünya toplamı	206.205	3,46	100

1.2.3 Türkiye’de doğal gaz

İlk gaz 1970 yılında Kırklareli’nde Kurumlar bölgesinde keşfedilmiştir. Bundan 6 yıl sonra ise keşfedilen bu gaz Pınarhisar Çimento fabrikasında tüketilmiştir. Türk Petrolleri Anonim Ortaklığı (TPAO) ile Boru Hatları ile Petrol Taşıma A.Ş., Irak’tan Türkiye’ye ham petrol taşımak için 1974 yılında kurulmuştur. 1984 yılında Sovyet Sosyalist Cumhuriyetler Birliği (SSCB) ile, bakanlar kurulu kararıyla doğal gaz ithalatı için ilk antlaşma, 2 yıl sonrasında ise Soyuzgaz Export-SSCB ile doğal gaz ihracat-ithalat antlaşması imzalanmıştır.. 1987 yılında ise SSCB’den Türkiye’ye ilk gaz akışı gerçekleşmiştir. 1 yıl sonra Cezayir ile Liquefied Natural Gas (LNG) antlaşması imzalanmıştır ve bunun beraberinde Ankara’da bulunan konut ve sanayilere doğal gaz verilmiştir. Bursa ve İstanbul’a ilk gaz verilmesi ise 1992 yılında olmuştur. Daha sonra Marmara Ereğlisi-BOTAŞ LNG terminali açılmış ve Nijerya ile LNG antlaşması yapılmıştır. İzmit v Eskişehir’e ilk doğal gaz dağıtımı 1996 yılında yapılabilinmiştir. Bununla birlikte İran ile gaz alım antlaşması imzalanmıştır. Sırasıyla 1997, 1998, 1999 ve 2001 yıllarında Rusya, Türkmenistan ve Azerbaycan ile gaz alım antlaşmaları yapılmış olup, 2002 yılında Rusya’dan ilk gaz akışı sağlanmıştır. Bu gaz akışı Mavi Akım boru hattından yapılmıştır. Türkiye-Yunanistan doğal gaz boru hattı inşaatına 2005 yılında başlanmış, 2007 yılında ise Türkiye’den Yunanistan’a ilk doğal gaz ihracatı gerçekleşmiştir[13].

1.2.4 Doğal gaz elemanları

1.2.4.1 RM/A

Gaz dağıtımını yapılmadan önce doğalgazın işletme koşullarına yeterli duruma getirildiği gazın ön hazırlama tesislerine Reducing Metering Station (RM) istasyonları denir. Bu tesislerde;

- Gaz filtrelemesi yapılmaktadır.
- Hukuki teslim noktalarıdır.
- Ticari teslim noktalarıdır.
- Basınç istenilen işletme koşullarına göre düşürülmektedir.

RM/A dan sonra gaz RM/B, RM/C ve bölge regülatörlerine (BR) gider. Buradan, konulan servis kutuları ile doğal gaz abonelere dağıtılır. “RM/A lar, doğal gazın basıncını dağıtıcı firmanın veya abonenin istediği basınç sınıfında ve gazın analizi yapılarak faturalamaya esas bilgilerin ve verilerin oluşturulduğu ünitelerdir. Bu üniteler, gaz filtreleme, gaz basıncını ayarlama şeklinde sistemlerdir”[14].

1.2.4.2 Dağıtım regülatörü BR ve RM/B

Doğalgaz çelik hatları, şebekesi tarafından taşınan doğal gaz 12-19 ya da 19-35 Barg basınç aralığında regülatör istasyonlarına girer. Regülatör istasyonlarında da gazın basıncı 4 Barg’a düşürülür ve polietilen (PE) dağıtım hatlarına gönderilir. Genel dağıtım istasyonlarının beraberinde büyük kapasiteli müşteri/abone istasyonları da 12-19 ya da 19-35 Barg lık şebekeden gaz alabilmektedir. Müşterinin isteği doğrultusunda, çelik şebekenin haricinde PE hatlardan da 4 Barg basınçta gaz alarak, bu basınç düşüren abone/müşteri istasyonları da vardır.

1.2.4.3 Vana

Doğalgaz vanaları, bir gazın akışını düzenleyen, çeşitli geçiş yollarını açarak, kapatarak veya kısmen kapatarak yönlendiren veya kontrol eden cihazlara denir. “Modern doğalgaz vanaları gelişmiş otomasyon sistemlerinde çalışabilir ve , akış yönündeki basıncı veya akışı düzenleyebilmektedirler”[15].

1.2.4.4 Çelik borular

“Doğal gazın büyük debide ve yüksek basınçta uzun mesafelere taşınması çelik borunun avantajlarından ve bu iş geniş çaplı çelik borularda olmaktadır”[16].



Şekil 1.1 : Çelik boru.

1.2.4.5 PE borular

“RM/B istasyonlarında doğal gaz basıncı, orta basınçlı şebekelerde 4 bara, düşük basınçlı şebekeler de ise 50 ile 300 mbar a düşürülür. Daha sonra bu basınçlardaki gaz polietilen borularla iletilir”[14].

1.2.4.6 Servis kutuları

“İçinde vana ve servis regülatörü veya servis regülatörü/sayaç seti bulunan, bağlantı hattı veya servis hattı bitimine konulan kutudur. Servis kutuları 2 tip olarak kullanılmaktadır. Bunlar duvar tipi ve gömülü tiptir”[14].

2. DOĞAL GAZ ŞEBEKELERİ

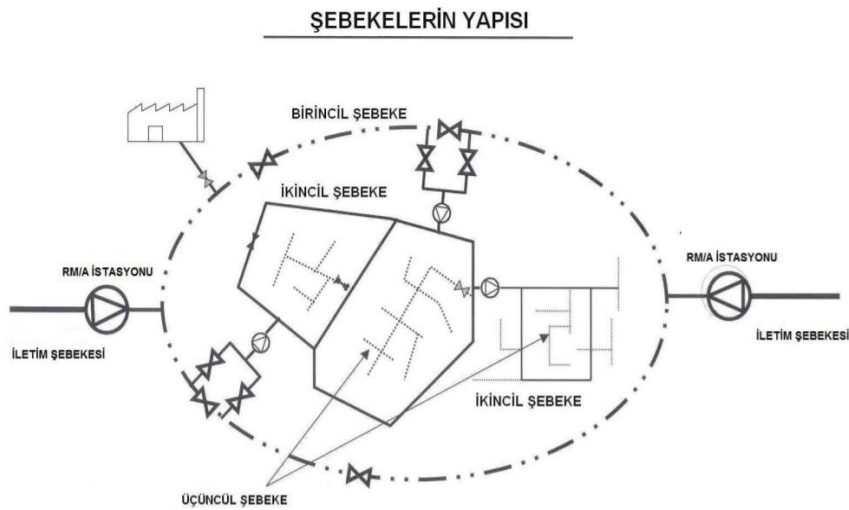
Doğal gaz şebekeleri üçer grupta incelenirler. Bunlar; yüksek basınç şebekeleri, orta basınç şebekeleri ve alçak basınç şebekeleridir.

2.1 Yüksek Basınç Şebekeler

Yüksek basınçlı şebekeler diğer adıyla iletim hattı olarak geçmektedir. Bu şebeke 75-35 Barg aralığını kapsar. “Bu yüksek basınçlı hatlar yani şebekeler BOTAS ın yapıp, işletmesini yürüttüğü şebekeleri kapsar. İletim firması sözleşmede genelde 75-35 Barg aralığında olan basıncı tedarikçi şirketlere garanti ederler”[14].

2.2 Orta Basınç Şebekeler

Orta basınç şebekelerde gaz girişi 12-30 Barg aralığındadır. RMS/B yani RM/B istasyonlarının gaz çıkışı 4 Barg basınca sahiptir. Bu istasyonlar ile doğal gaz 4 barg polietilen şebekede dağıtılır. Müşterinin servis kutusuna 4 Barg olarak iletilir. Gaz dağıtımını yapan firmalar, bu basınç aralığında 4 Barg basıncı garanti ederler[14].



Şekil 2.1 : Orta basınç şebekelerin yapısı.

Şebekenin ortalama ömrünün 50 yıl olacağı düşünülerek orta basınçlı hatlar tasarlanır. Tasarım yapılırken bölgenin 30 yıllık tüketim kapasiteleri dikkate alınır. Şebekenin işletme basıncı, 19–12 bar olarak düşünülmüştür. Hidrostatik test basıncı ise 28 bardır. Şebeke tasarımında, hidrolik analizler ticari yazılım ile gerçekleştirilir.

Orta basınç çelik şebekede, normal çalışma durumlarında doğal gaz borularındaki hız 25 m/sn yi geçmeyecek şekilde boruların çapları tasarlanır. Çelik hatlar üzerinde bulunan vanalar arası mesafeler de aşağıdaki formül ile bulunur. Doğal gaz şartnamesinde bulunan 2 km de bir vana konulması kıstasına uyulması zorunludur. Buradaki ölçüt, 30 dakikada iki vana arasındaki gazın tahliye edilmesidir. Vanalar arası mesafe hesabı bazı etkenlere bağlıdır. Bu etkenler, işletme basıncı, boru çapı, bir müdahale durumunda etkilenebilecek abonelerin tipi, sayısı ve herhangi bir problem durumunda kapatılan vanalar arasındaki doğal gazın belirli bir süre içinde boşaltılabilmesi şeklindedir. Bu etkenler göz önünde bulundurularak aşağıdaki formül 1.1’de görüleceği üzere iki vana arasındaki mesafe hesaplanabilir.

$$t = 0,2 \times \left(\frac{D_i}{d_i} \right) \times L \times \left[\log 0,5 \times P_0 + 0,7 \log \left(\frac{2,7}{(P_f - 0,51) + \sqrt{P_f (P_f - 1,01)}} \right) \right] \quad (1.1)$$

D_i = Ana Boru İç Çapı (mm)

d_i = Blöf İç Çapı (mm)

L = İki vana arası mesafe (km)

t ‘ = Blöf Süresi (dakika)

P_0 = Ana Boru içindeki mutlak basınç (bar)

P_f = Blöf çıkış basıncı mutlak (atmosfer basıncı = 1.13)

“Çelik hatlardaki bransmanlar ve aynı yerden beslenmeyen çelik hatlar yalıtım contaları ile izole edilir. Çelik şebekelerin dere, akarsu, karayolu, demiryolu vb. geçişlerinin ayrı bir şekilde proje çalışmaları yapılarak proje onayına sunulur”[17].

2.3 Alçak Basınç Şebekeler

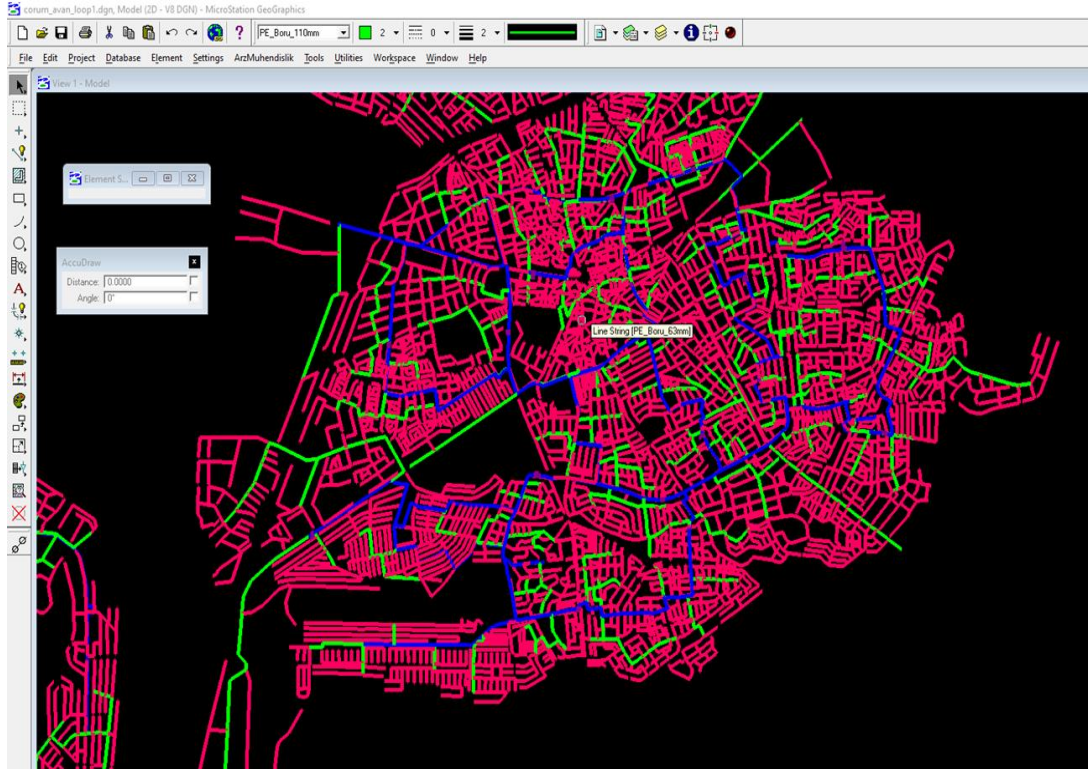
Alçak basınç hatları 4 bar’dır. Basıncı düşürülen doğalgaz, alçak basınç hatlarının yardımıyla servis kutularına buradan da konutlara, işyerlerine ulaşır. 3 adet proje tasarımı aşaması vardır. İlk olarak avan proje tasarlanır. Daha sonra tatbikat projesi oluşturulur. En son olarak ise asbuilt proje elde edilir.

2.3.1 Avan proje tasarımı

Ticari uygulamada hâlihazır harita ve güncel imar planı çağırılır. Daha sonra TÜİK’ten alınan konut verileri, önceden o bölgenin hesaplanmış olan birim tüketim değeri ile çapılarak o bölgenin toplam doğalgaz tüketim değeri bulunur. Her bir bölge en fazla 1000 abonesi yani tüketicisi bulunan sektörler ayrılır. Bölgenin sektörler ayrılması için ring hattı oluşturulur. Bu ring hattından çıkan dal hatlar çizilir ve bu dal hatların üzerindeki vanalar ile müstakil olarak kontrolü sağlanır. Herhangi bir sektörde oluşabilecek gazın arıza durumunda diğer sektörlerin arızadan etkilenmemesi için sektörler arasında hiçbir şekilde bağlantı yapılmaz. Bu nedenle, bulunan toplam doğalgaz tüketim değeri 1000’e bölünerek, bu bölgenin kaç adet sektörden oluşacağı hesaplanır. Daha sonra proje tasarım aşamasına geçilir.

Proje tasarlarken ilk önce Polietilen 125’lik hat çizilir ve bu hat genellikle ring olarak tasarlanır. PE125 çaplı boruların birbirine ağ sistemi şeklinde bağlanması ring denilen olayı oluşturur. Böylece aralıksız gaz beslemesi, bölgenin her noktası için sağlanır. “Engel olacak bir durum hâlihazır durumda yani şimdiki durumda olmadığı sürece, polietilen boru hattı güzergâhları, kadastro yollarından, imar yollarından ve kamu kullanım alanlarından geçecek biçimde seçilerek tasarlanır”[12]. 2. Ticari yazılıma veriler aktarılır. Hatlardan beslenen dairelerin tüketimleri girilir. Bölge Regülatörleri değerleri de girildikten sonra gazın basıncı, hızı ve bölge regülatörlerinin özeti kontrol edilir. Doğal gaz alçak basınç boru hatlarında gaz hızı 25 m/sn den fazla olmamalıdır. Çünkü gazın hızı 25 m/sn den büyük olur ise boru hatları gereksiz gürültü ve titreşim yapacaklardır. Bu yüzden öngörülen hız değeri 25’tir. Basınç ise 1,5 bar ın altına düşmemelidir. Eğer basınç 1,5 bar değerinin altına

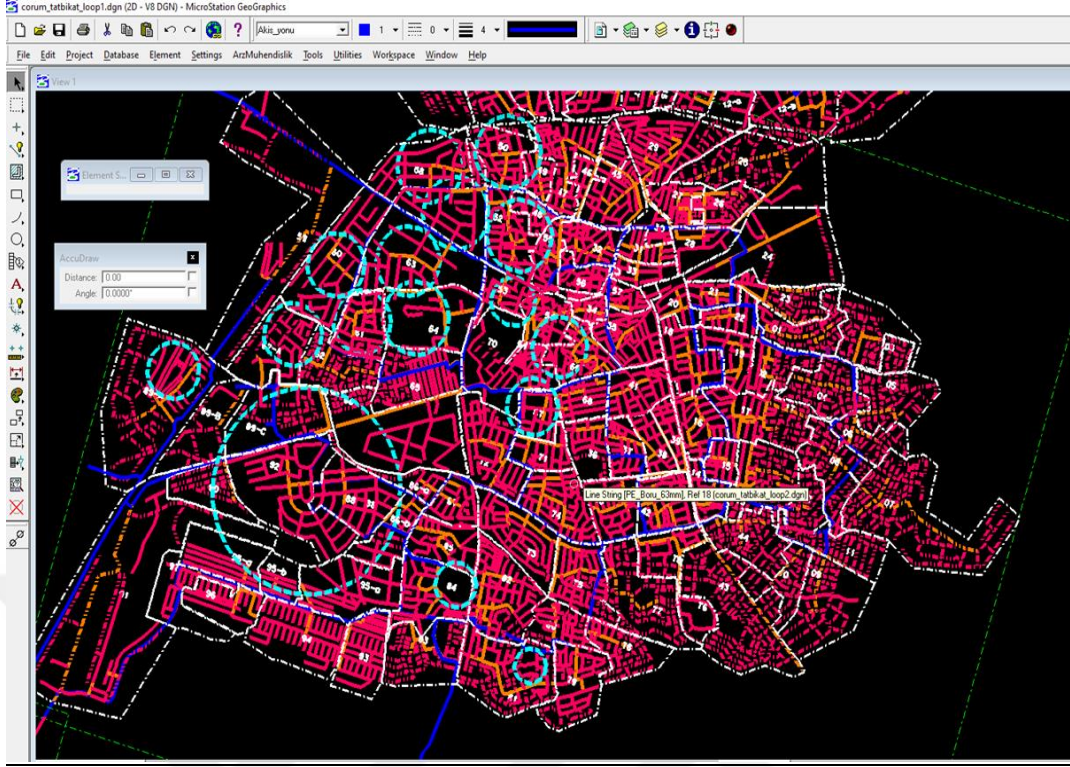
düşer ise o hatta gaz iletimi duracaktır. Bölge regülatörlerinde ise tüketim değeri $5000 \text{ m}^3/\text{h}$ olmalıdır. Yoksa regülatörler verimli çalışmazlar ve bunun sonucunda verim alınamaz. Değerler olması gerektiği gibi ise dosya kaydedilir ve bir yedek dosya oluşturulur (Şekil 2.2).



Şekil 2.2 : Çorum bölgesi avan proje tasarımı örneği.

2.3.2 Tatbikat projesi tasarımı

“Cadde veya sokak içerisindeki doğalgaz dağıtım hatlarını, hatlar üzerindeki bağlantı elemanlarının (tee, manşon, kep, vb.) servis hatlarının ve servis kutularının özellikleriyle birlikte konumlarının gösterildiği planlara tatbikat projesi denilmektedir”[18]. Tatbikat projesi asbült projesinin en yakın halidir (Şekil 2.3). Tatbikat projesinden asbült projesine geçişte çok ufak değişiklikler olur. Sektör numaralandırılmaları, sektör girişleri, vana ve vana numaralandırılması tatbikat projelerinde belirtilmiş olur.



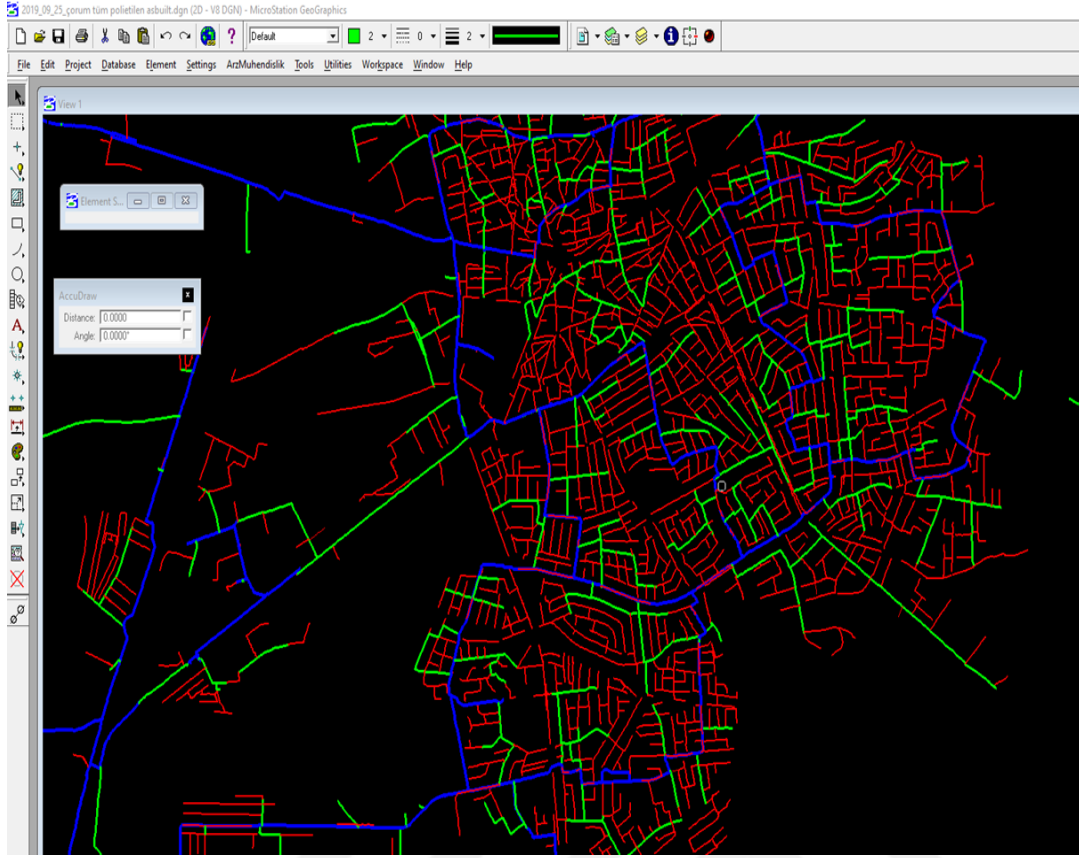
Şekil 2.3 : Çorum bölgesi tatbikat projesi örneği.

2.3.3 Asbuilt projesi tasarımı

Tasarlanan tatbikat projeleri, araziye uygulanır. Bazı durumlarda engellerle karşılaşılır. Yüksek kot farkından dolayı kazı yapılamaması ve çıkmaz sokak sorunları gibi. Böyle durumlarda tatbikat projelerinde ufak değişiklikler yapmak gerebilir. İmalat yapıldıkça projeye işlenir. Bu projede de tatbikat projesinde olduğu gibi boru, manşon, kep, saddle tee, tee, redüksiyon gibi bağlantı elemanları gösterilir. Asbuilt projeler, bölgelerdeki imalatın projelendirilmiş halidir (Şekil 2.4).

Bir diğer deyişle; Asbuilt, projenin en son haline verilen addır.

Oluşturulan ek imalatlar, imalat değişikliklerinin hepsi uygulama projelerinde gösterilir. Uygulama projeleri, yapılan bütün imalatların, onarımları, bakımları ve işletmeleri için gereken tüm yol, rota ve yerleri üzerinde gösterir. 5 takım olması asbuilt projeler için önerilen takım sayısıdır. “Asbuilt projeler bir takım proje sahibine, bir takım işverene, bir takım imalat yapan firmaya verilmeli, iki takım da işletmeye ofiste ve proje sahasında kullanması için verilmelidir “[19].



Şekil 2.4 : Çorum bölgesine ait asbult projesi tasarımı örneği.

3. DOĞAL GAZ SEKTÖRÜNDEKİ RİSK VE PROBLEMLER

“Doğal gaz ancak, tehlikeleri bilindiği takdirde zararlı olmaz. Doğal gaz da, güvenlik kurallarına uygun kullanıldığında, yönetilmesi kolay, zararsız ve çevre dostu bir yakıttır. Doğal gaz yanıcılığından ötürü tehlikeli madde sınıfına girmektedir. Boğulmaya sebebiyet vermesinin en önemli nedeni oksijenin yerini almasıdır” [20].

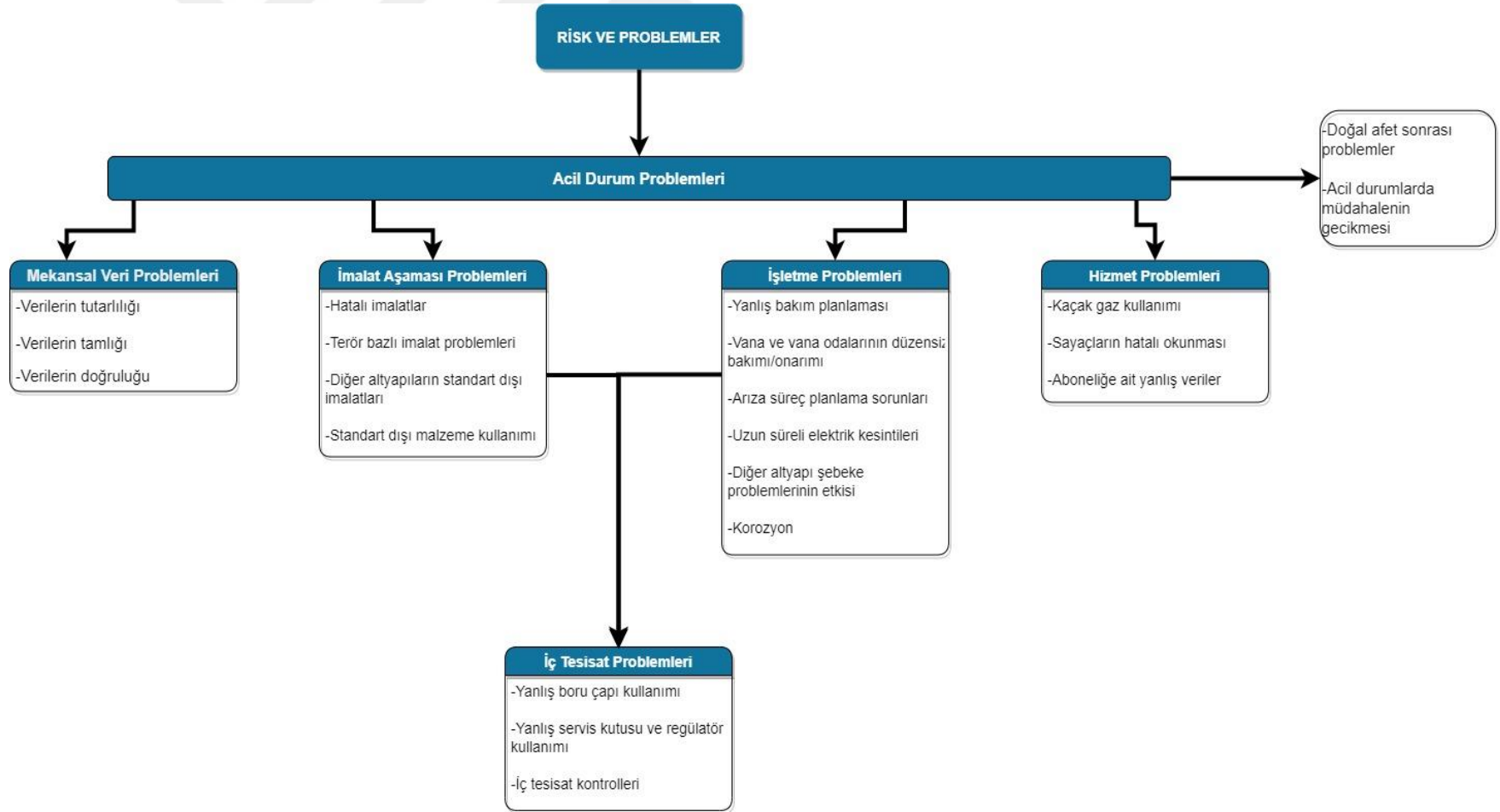
Bu çalışmada doğal gaz sektörüne ait problemler saptanmıştır. Bu problemler için 6 adet ana başlık belirlenmiş olup dağılımları yapılmıştır ve ayrı ayrı incelenmiştir.

Doğal gaz sektöründeki risk ve problemler;

- Acil durum problemleri
- Mekansal veri problemleri
- İmalat aşaması problemleri
- İç tesisat problemleri
- İşletme problemleri ve
- Hizmet problemleri şeklindedir.

Şekil 3.1’de görüldüğü üzere her biri acil durum problemidir. Çünkü bu problemlerin her biri doğal gaz da büyük bir öneme sahiptir. Problemler zamanında çözülmediği takdirde mal kayıplarına, hatta can kayıplarına sebep olmaktadır. Bu nedenle her bir probleme en kısa sürede müdahale edilmesi gerekmektedir. Diğer yandan iç tesisat problemleri, imalat aşaması ve işletme problemlerinden kaynaklı olarak oluşmaktadır. Bu nedenle Şekil 3.1’de ki (devam) gibi gösterilmiştir.

Bu problemlerin her biri, mekansalın entegre ve etkin kullanımıyla çözülebilir problemlerdir.



Şekil 3.1 : Doğal gaz sektöründeki risk ve problemler.

3.1 Mekansal Veri Problemleri

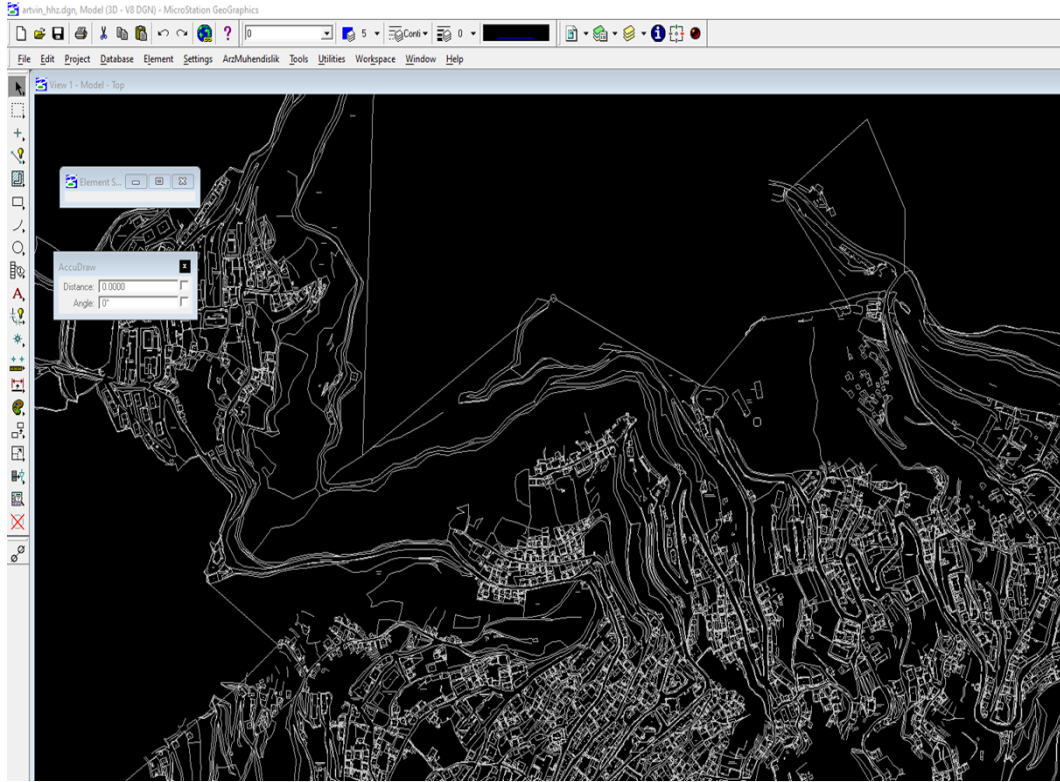
Harita açısından hatalar, diğer bir deyişle mekansal verilerdeki hatalar, proje ve yapım aşamasında zaman kayıplarına neden olan problemlerdir. Bu zaman kayıpları; müşteriler için gazın geç ulaşması, dağıtım firması içinse maddi kayıp demektir.

3.1.1 Verilerin tutarlılığı

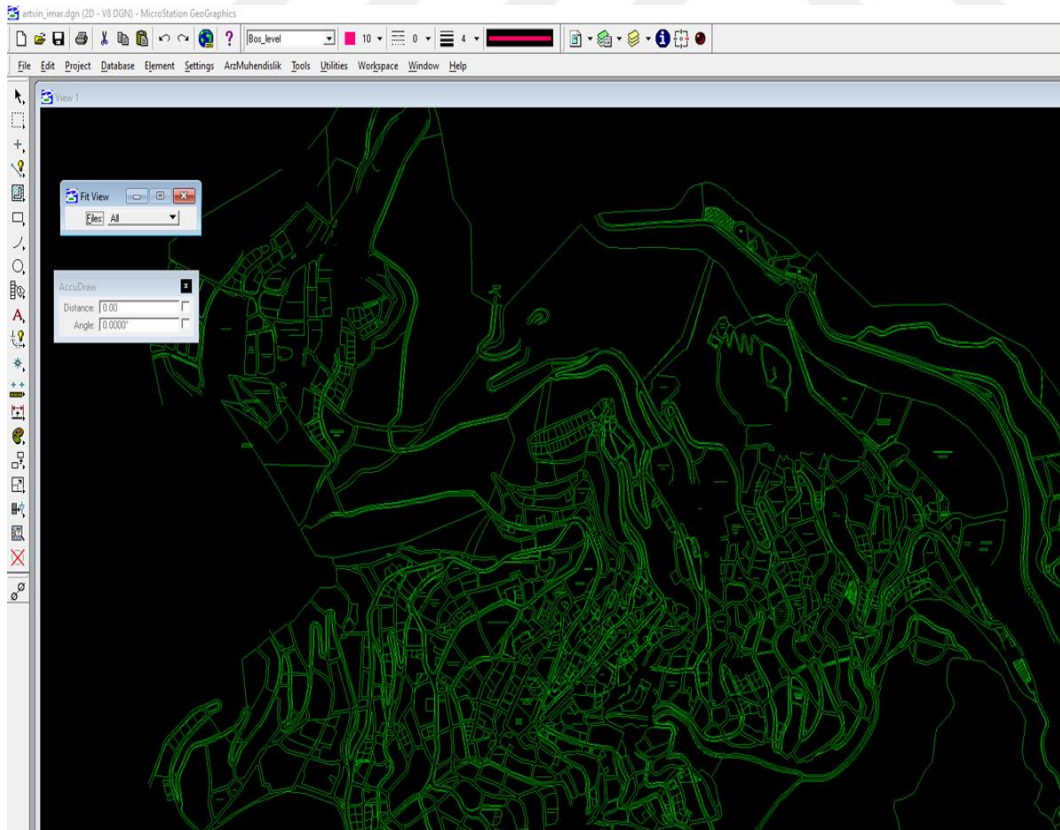
Mekansal verilerde özellikle harita verilerinde zaman zaman bazı uyumsuzluklar olabilmektedir. Bu uyumsuzluklar genellikle harita verilerindeki farklılıklardan kaynaklanmaktadır.

3.1.1.1 Güncel imar ile halihazır haritaların uyumsuzluğu

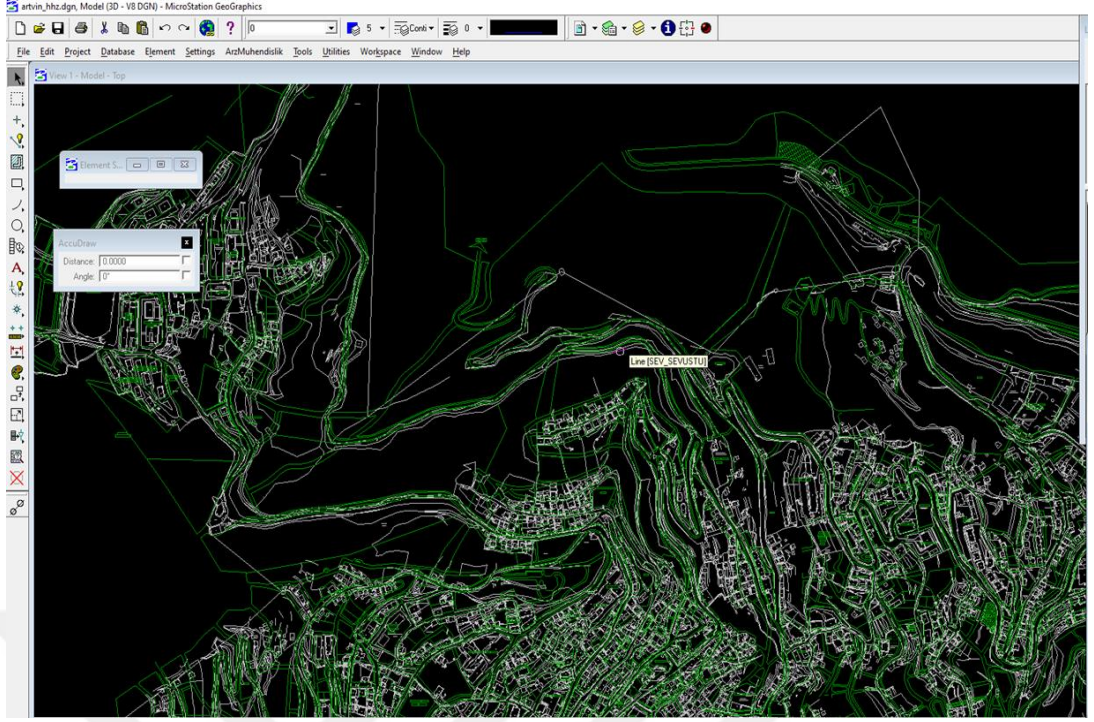
Güncel imar ile halihazır haritaların uyuşmaması doğal gaz sektörünün yapım aşamasını sekteye uğratan en büyük problemlerden biridir. Şekil 3.2’de yer alan halihazır örneğinde, yol olan yerde Şekil 3.3’de yer alan güncel imar planında, parsel varsa ya da tam tersi halihazırda parsel/bina olan yerde güncel imar planında yol ya da park gibi bir üst yapı mevcutsa belirsizlikler mevcut olacak, böylece hangi plana uyulması gerektiği tartışmaya sunulacaktır. Şekil 3.4’de bu belirsizlikler mevcuttur. Öncelikle dağıtım firmasının bölgedeki ekibi saha araştırmasına çıkar. Bu saha çalışmasından sonra gerekli kontroller de yapılarak istenen boru hattının yeri, çapı ve metrajı dağıtım firmasının merkezdeki harita proje ve kontrol ekibine yollanır. Ekip öncelikle boru hattının istendiği bölgeyi güncel imar, halihazır ve as-built gibi dosyaları çağırarak inceler. Uyuşmazlık olması durumunda bölge ile iletişime geçilir. Bölgeden, ilgili belediyeden izin ve doğal gaz boru hattının geçtiği güzergahın yol olarak korunacağına dair yazıları istenir. İlgili yazılar geldikten sonra gerekli kontroller yapılarak çizim yapılır ve bölgeye bu çizim gönderilerek onay verilir. Bu aşamalardan sonra imalat aşamasına geçilmiş olur. Ancak burada da anlatıldığı üzere bütün bu süreç çok uzun olmakta ve doğal gaz verilmesi gereken binaya gaz verilişi gecikmiş olacaktır. Bununla da birlikte yapılması istenen doğal gaz hattından beslenecek olan başka yapılara gaz arzı ya da bu doğal gaz hattına yapılacak bağlantı hatlarının yapımı oldukça gecikmiş olacaktır.



Şekil 3.2 : Artvin halihazır harita örneği.



Şekil 3.3 : Artvin güncel imar planı örneği.



Şekil 3.4 : Artvin güncel imar ve halihazır planı örnekleri.

3.1.1.2 Güncel imar planı ile asbult proje uyumsuzluğu

Asbult proje yani diğer bir deyişle imalatı tamamlanmış doğal gaz boru hatlarının gösterildiği proje ile bölgeden gönderilen güncel imar planlarında uyumsuzluk olabilmektedir. Bu gibi durumlarda öncelikle bölge ile iletişime geçilir. Daha sonra ise bölgenin ilgili belediyesinden boru hattının korunacağına dair yazı ya da doğal gaz boru hattının geçtiği yer ile ilgili olarak imar planının güncellenmesi istenir. Bu yazılar olmadığı durumlarda projede ilgili yere onay verilmez.

3.1.2 Verilerin tamlığı

Halihazırda imar yollarının bulunmaması, parselasyon olmaması, sit alanları, tarım arazileri olarak gözüken yerlerde binaların bulunması gibi nedenler imar planlarındaki en önemli belirsizliklerin başında gelirler. Bu ve bunun gibi nedenlerden ötürü ve güncel imar planının olmaması doğal gaz imalatında sorun yaşatmaktadır. Güncel imar planı olmadığından ve halihazıra göre hareket edileceğinden yol olarak gözüken yerler parsele ya da parsel olarak gözüken yerlerin yola dönüşme olasılığı vardır. Genellikle imar planı belirsizliği olan yerlerde yollar olması gerekenden daha dar ve çıkmaz sokaklar boldur. Böyle olunca da, eğer o bölgede büyük çaplı borular kullanılıyor ise imalat açısından sıkıntı olacaktır. İzinler alınarak küçük çaplı borular döşenebilmektedir. Ama bazen bu da mümkün

olmamaktadır. Diğer bir yandan ise çıkmaz sokakların bol olduğu yerlerde yine imalat açısından sıkıntılar yaşanmaktadır. Buna örnek olarak, bazı binaların girişleri sokakta tarafında değildir ve sokak da çıkmaz olunca hattın binanın önüne götürülmesi büyük sıkıntı çıkarmaktadır. Bu nedenle özel izinlerle servis hattı boyu olması gerekenden biraz daha uzun tutularak imalat yapılır.

3.1.3 Verilerin doğruluğu

Güncel imar planlarında zaman zaman değişiklikler olabilmektedir. Bu değişiklikler sonucunda ise bazı problemler ortaya çıkabilmektedir.

Son güncel imara göre çizilen projede yol olan güzergah güncel imar planı değişikliğiyle beraber park, bina, parsel olabilmektedir. Bu gibi durumlarda eğer ki doğal gaz boru hattı imalatı yapılmamış ise, bölgedeki yetkililer ile konuşulup proje üzerinde düzeltmeler yapılması gerekmektedir.

3.2 İmalat Aşaması Problemleri

İmalat yani yapım aşamasındaki problemler en önemlisidir. Can, mal ve maddi anlamda kayıp yaşanan bu problemde çözüm üretmek ve karar vermek hem çok zordur hem de hızlı yapılması gereken bir noktadır.

3.2.1 Hatalı imalatlar

Kontrol ekibinin olmadığı bazı durumlarda hatalı imalatlar olabilmektedir. Ancak bu her zaman olan bir şey değildir. Yapılan hatalı imatlara örnek olarak; yanlış çaplı boru döşenmesi, vana kullanılacak ise kullanılmaması, yanlış vana numaralandırılması, tee, manşon gibi ekipmanların yanlış kullanımı sonucu gaz iletiminde problemler olabileceğinden mutlaka kontrol ekibinin imalat sırasında ilgili yerde olması gerekmektedir.

3.2.2 Terör bazlı imalat problemleri

Özellikle doğu illerinde karşılaşılan önemli durumlardan biridir. Terörün aktif olduğu ancak yaşamın da olduğu yerlere gaz arzı sağlanması gerekmektedir. Bu bölgelerde özverili çalışma çok önemlidir. Bu bölgelerde olabildiğince hızlı, dikkatli ve özenli imalat yapılması ilerde veya şu an karşılaşılabilecek olayların önüne

geçilecektir. Burada karşılaşılabilen problemlere örnek vericek olursak, doğal gaz boru hattının kazı alanının uzun süre açık kalması ve sürekli kontrol edilemicek olmasından kazı alanına patlayıcı madde yerleştirebilincek olması ve bunun sonucu olarak maddi ve manevi kayıpların oluşması. Doğal gaz boru hatlarının zarar görmesi, binaların gaz arzının sağlanamaması ve can kayıpları başta yer almaktadır. Diğer bir problem ise, terörden kaynaklı hızlı kazı ve imalatın yapılması durumunda yanlış boru çapı döşenmesi, vana konulması unutulması gibi durumlarda gaz arzında aksamalar olabilmektedir.

3.2.3 Diğer altyapıların standart dışı imalatları

Yine büyük sayılabilinecek problemler arasında diğer altyapıların hatlarını standartlara uygun geçirmemesi yer almaktadır. Su, elektrik, kanalizasyon gibi hatların standart dışı geçirilmesi durumunda doğal gaz boru hatlarının imalatında sorun olmaktadır ve bu nedenle bazı cadde ve sokaklara boru döşenememekte ve gaz arzı sağlanamamaktadır. Eğer doğal gaz boru hatlarının imalatı diğer altyapılardan daha önce standartlara uygun yapıldı ise daha sonra diğer altyapılar imalatlarını yaptıklarında da standartlara uyarlar ve gerekli izinleri alırlar ise sorun olmayacaktır ancak bazı altyapı kurumları izinsiz kazı yapıp doğal gaz borularına zarar verebilmektedirler. İzinsiz yapılan bu kazılar sonucu bir çok bina gazsız kalabilmektedir, borularda patlama, yangın olabilmektedir ve doğal gaz boru hattı zarar gördüğünden maliyet çıkmaktadır.

3.2.4 Standart dışı malzeme kullanımı

Basınç dayanıklılığı testi yapılmamış boru kullanımı, yeterli et kalınlığına sahip olmayan boru kullanımı, standart dışı vana kullanımı yani sızdırmazlık testleri yapılmamış vana kullanımı gibi yapılan kontrolsüz imalatlar sonucu gaz akışında duraksama olmakta ve açığa gaz çıkmaktadır.

3.3 İç Tesisat Problemleri

Abone iç tesisatın ve bacaların eskimesi, abone iç tesisatına kurulum sonrası abone tarafından müdahale edilmesi ve ilave yapılması sonucunda zehirlenme ve patlama gibi kazalar olabilmektedir. Bunların önüne geçmek için prosedüre ve standardına uygun hareket edilmesi gerekmektedir.

3.3.1 Hatalı boru çapı kullanımı

Yanlış boru çapı kullanımı durumunda gürültü ve titreşim ortaya çıkabilir. Bunun önlenmesi için binaların iç tesisat boru çaplarının hesaplanması gerekmektedir. Bu hesaplama Teknik Spesifikasyon (TS) 6565 ve TS 7363'e göre olması zorunludur. Orta basınçta yani 300 mbarg'ta doğalgazın hızı 15 m/s'nin üzerinde ve alçak basınçta yani 21 mbarg'ta 6 m/s'nin üzerinde olmamalıdır.

3.3.2 Hatalı servis kutusu ve regülatör kullanımı

İç tesisat proje onayı olmadan iç tesisat yapılmamalıdır. TS, European Norm (EN), International Organization for Standardization (ISO), The International Electrotechnical Commission (IEC); "iç tesisat yapım aşamalarında, tasarımlarında, önergelerinde, kontrol edilmelerinde ve işletilmelerinde herhangi birine zorunlu uyulması gereken standartlardır. Eğer bu standartlar mevcut değilse, Türk Standartları Enstitüsü (TSE) tarafından kabul edilen diğer standartlara uyulması gerekli ve zorunludur"[21]. Yanlış servis kutusu kullanımı gaz akışında aksamaya sebep olacağından derhal ilgili dağıtım firmasına müracaat edilmelidir. Servis regülatörü ilgili servis hattının basıncını istenilen değere düşürür. Bu nedenle yanlış regülatör kullanımında basınç gerekenden daha az düşürülürse patlamalara sebep olacağından oldukça önemlidir. Gereken değerden daha fazla düşürüldüğünde ise gaz akışı sağlanamamaktadır.

3.3.3 İç tesisat kontrolleri

İç tesisatta da kontrollerin yapılmaması durumunda can ve mal kaybı yaşanabilmektedir. Bunun önüne geçmek için geriye dönük kontrollerin yapılması gerekmektedir. "Kontroller sonucunda elde edilen veriler değerlendirilir. Tesisatta bir değişiklik varsa ve bu değişiklik abone ve çevresi için can ve mal güvenliği açısından tehlikeli ise, abonenin gaz beslemesi derhal kesilecek ve diğer birimlere bu durum iç yazışma şeklinde bildirilecektir"[22].

3.4 İşletme Problemleri

3.4.1 Hatalı bakım planlaması

Bakım planmasının doğru ve düzgün yapılamaması sonucu gaz kesintileri yaşanmamaktadır. Hatların bakım ya da değişimi sırasındaki personel hataları bunun en önemli nedenidir.

3.4.2 Vana ve vana odalarının düzensiz bakımı/onarımı

Vana ve vana odalarının temizliği, bakımı ve gerekiyor ise onarımı düzenli olarak işletmeciler tarafından yapılmalıdır. Vanalar yılda bir kez mutlaka aç/kapa işlemine tabi tutulması gerekmektedir. Vana odalarında hava şartlarından zamanla çamur, su vb. şeyler olabilmektedir. Bunun için de düzenli olarak temizliğinin yapılması gerekmektedir. Bunun yanında vanaların bakımı yani düzenli olarak gres yağının kontrol edilmesi ve eğer bozuldu ise değiştirilmesi, ileride vanada oluşacak sorunun önüne geçilmesini sağlayacaktır. Bununla beraber vanalarda yağlama işlemi de oluşan pisliklerin temizlenmesi amacıyla yapılır. Eğer vana zarar gördüyse onarımı, onarım yapılamayacak durumda ise değişimi yapılması gazın kesilmemesi için önem arz etmektedir.

3.4.3 Arıza süreç planlama sorunları

İşletmeciler arızaları giderememesi sonucu uzun süreli gaz kesintilerine neden olabilirler. Bu da müşteri memnuniyeti açısından olumsuz dönüşe sebep olabilir ve iş yerlerinin işlerinin aksamasına neden olabilir.

3.4.4 Uzun süreli elektrik kesintileri

Elektrik kesintilerinin uzun süreli olması sonucu çekiş nedeniyle sorun oluşur. Bu da ilgili yerin belli bir süre gazsız kalmasıyla sonuçlanır.

3.4.5 Diğer altyapı şebeke problemlerinin etkisi

Su borularının delinmesi ve bu delinmenin fark edilmeden kapatılması sonucu borulardan basınçla çıkan su jeti zamanla doğal gaz borusunu deler ve gaz kaçağına neden olur. Yer altında biriken gaz kaçaqları da büyük felaketlere yol açabilmektedir.

3.4.6 Korozyon

“Metallerin içinde bulundukları ortam ile reaksiyona girerek doğadaki en kararlı hallerine dönme eğilimi korozyon olarak adlandırılır. Korozyon, sebep olduğu ekonomik kayıplar, emniyet riskleri ve çevre kirliliği dolayısıyla büyük öneme sahiptir”[23].

Çelik hatların korozyona uğraması operasyonel risklerden yani işletme problemlerinden biridir. Bu nedenle çelik hatların korozyona dayanıklı malzemelerle veya boyalarla kaplanması gerekmektedir.

“İdeal doğal gaz boru hattı kaplaması, korozyona karşı ilk savunma hattıdır. Kaplama ancak katodik koruma ile ekonomik ve güvenli olabilir. Kaplamanın yapılmış olması katodik korumaya ihtiyacı ortadan kaldırmaz”[24].

3.5 Hizmet Problemleri

Hizmet yani abone problemlerinin büyük kısmı insan kaynaklı olup, insan hayatı açısından kritik aciliyette olmayan ancak yine de dağıtım firmasıyla ilişkiler bakımından ve maddi kayıplar açısından hızlı çözülmesi gereken problemlerdir.

3.5.1 Kaçak gaz kullanımı

Kaçak doğal gaz kullanımı, gazın tüketiminin doğru bir biçimde tespit edilmesini engellemek amacı ile, dağıtım sistemine, doğal gaz sayacına ya da tesisatına müdahale edilmesine denmektedir. Doğal gazın mevzuata aykırı olarak tüketilmesi, gaz tüketiminin eksik, yanlış, ölçülmemiş veya yasa dışı olarak geçen yasal ölçüm tablolarından kaynaklanan kullanımı ifade eder[25].

Kaçak gaz kullanımında veya gazın ilgili dağıtım firmasının kendi hatası yüzünden kaçması durumunda kaçak gaz tüketimi, boruda delik olması ya da kaynağın iyi yapılmamış olması gibi, tespit edilemediğinde ilgili bölgenin dağıtım firması maddi kayıp yaşamaktadır. Kaçak doğal gaz kullanımı tespit edildiğinde ise, kaçak kullanımı engellemek amacı ile gerekli önlemler alınır. Dağıtım firması tutanak düzenler, kaçak kullanım yapanların doğal gazını keserek Cumhuriyet Savcılığına suç duyurusunda bulunabilir.

3.5.2 Sayaçların hatalı okunması

Sayaçların hatalı okunması hem abone hem de dağıtım firması tarafından hemen tespit edilebilen ve hızlı şekilde müdahale edilebilen basit problemlerdir. Sayaçların hatalı okunması tutarın, eski fatura tutarlarına göre çok yüksek ya da çok düşük olması durumudur. Bu durum müşteri ve dağıtım firması tarafından hemen farkedilir. Abonenin fark etmesi durumunda ilgili bölgenin dağıtım firmasına müracaat etmelidir. Sayacın yüksek okunması durumunda hata düzeltilerek aboneye bilgi verilir. Sayacın düşük okunması durumunda ise dağıtım firmasının alması gereken tutar bir sonraki ay faturaya yansıtılır.

3.5.3 Aboneliğe ait hatalı veriler

Aboneye ait adresin ya da telefonun yanlış olması, abone olmak için şartların sağlanamaması, gaz açılmasının geç olması, sözleşme yapıldıktan sonra usulsüz gaz kullanımı gibi problemler abonelik problemleri olarak adlandırılırlar. Bu problemler kısa süreli problemlerdir ve en kısa zamanda çözüme kavuşturulurlar. Ancak bu problemlerin çözümlendirilmesi için ilgili bölgenin dağıtım firmasına bildirilmesi gerekmektedir.

3.6 Acil Durum Problemleri

Doğal ve doğal olmayan afetler en büyük problemlerden biridir. Çünkü afetlerin ne zaman, nerede, ne şekilde ve boyutta olacağı önceden bilinmemektedir.

3.6.1 Doğal afet sonrası problemler

Deprem, toprak kayması, sel ve yangın gibi afetlerden sonra acil müdahale ile ilgili yerlerin vanaları kapatılmalıdır. Zaten doğal gaz projeleri tasarım aşamasındayken sektörler 1000 konut gazsız kalacak şekilde tasarlanırlar. Bunun nedeni, herhangi bir sorun olması durumunda ilgili yerdeki bütün binaların gazsız kalmasını ve vatandaşların mağdur olmasını engellemektir. Eğer vanalar kapatılmazlar ise gaz sıkışmaları ve bunun gibi nedenlerden dolayı patlamalar ve yangınlar olabilir. Patlama ve yangınlar da daha çok mal kaybına ve ölüme sebebiyet verebilir. Bu nedenle, doğal gaz sektöründe ağırlık verilmesi gereken konuların başında gelmektedir. Doğal gaz borularının ve boruların yardımcı elemanlarının (vana, tee gibi) yerlerinin iyi bilinmesi, vanaların imalatı sırasında verilen numaralandırma ile

projedeki numaralandırmanın uyuşması, itfaiye ekiplerinin doğal afet olan yere uzaklığı, yine dağıtım firması saha ekibinin doğal afet olan yere veya ilgili yerin vanasına olan uzaklığı, müdahalelerin geç olmaması, afet olması durumunda yapılacak eylemlerin planı ve tatbikatlar çok önemlidir. Çünkü herhangi bir plansızlık ya da birbirinden haberi olmadan eylemde bulunmaya çalışan görevliler işin aksamasına ve belki de daha çok can ve mal kaybına neden olacaktırlar. Bu nedenle ilgili belediyelerin ve dağıtım firmalarının bu konuya daha çok önem vermesi maddi ve manevi kazanç sağlayacaktır.

3.6.2 Acil durumlarda müdahalenin gecikmesi

Acil durumlara örnek olarak; doğal afetler, müşterilerden gelen ihbarlar ve diğer operasyonel acil durumlar verilebilir. Çelik hatlarının korozyona uğraması ya da doğal gaz boru hatlarının trafik yoğunluğunun artması gibi nedenlerden dolayı beklenilenden hızlı eskimesi sonuçlarından dolayı gaz akışının kesilmesi gibi durumlar diğer operasyonel acil durumlarına örnek gösterilebilir. Bu gibi durumlarda zamanında müdahale edilememesinin en büyük nedenleri arasında acil durumlar için süreçlerin ve tasarlanmış altyapıların yeterli olmamasıdır. Diğer yandan ihbar ve şikayet yönetiminin iyi yapılamaması ve şebeke çalışanlarının sayılarının yeterli olmaması durumları acil durumlarda doğru zamanda müdahaleyi zorlaştırmaktadır. Bu ve bunun gibi durumlarda doğal gaz boru hatlarında patlamalar, gaz sızıntılarından zehirlenmeler, gazın boşa harcanması sonucu mali kayıplar ve can kayıpları yaşanabilmektedir.

4. DOĞAL GAZ SEKTÖRÜNDEKİ RİSK VE PROBLEMLERE CBS TEMELLİ ÇÖZÜM ÖNERİLERİ

CBS birimi bütün kurum ve kuruluşlarda olması gereken en önemli bölümdür. Çünkü “CBS, birçok görevi bir araya getiren bir bilgi sistemidir. Bu görevler arasında verilerin toplanması, saklanması, analiz edilmesi, kullanıcıya sunulması gibi görevler bulunmaktadır. Veriler arası ilişki kurmak ve modellemeler yapmak, kullanıcıların daha akıllı kararlar vermesine ve daha derin bakış açısı kazanmalarına yardımcı olur”[26].

CBS nin doğal gaz altyapı sistemlerindeki temel işlevleri ve rolü şu şekildedir;

- Boru hattının tam konumu, derinliği, düzenli depolama sahası durumu, çapı, malzemesi hakkında grafikler ve nitelik verilerinin alınması ve sorgulanması
- Çeşitli boru hattı türlerinin istatistiksel verileri ve çeşitli öznitelik verileri türleri, tampon analizi ve üç boyutlu analiz
- Bina inşaatında büyük kazaların meydana gelmesini önlemek için planlama ve tasarım departmanları için güvenilir veriler sağlamak
- Gaz tedarik ekipmanının (düğüm (nodes), vanalar dahil) gerçek zamanlı izlenmesi için izleme ekipmanı ve çalışan ekipmanın çalışma durumunu iki boyutlu ve üç boyutlu grafiklerle gösterme
- Alarm sinyalinin analizine göre arıza noktasını belirlemek ve en iyi sorun giderme programını sağlamak
- Ani kazaların acil durum tedavisi: Telefonla onarım ve 110 yangın komuta merkezi bilgisayar ağı, gaz besleme sistemi ve yangın sisteminin yakın ilişkisi, gelişmiş güvenlik önlemleri, maddi kaza ve acil durum müdahale yeteneklerini iyileştirme ile talep yerini ve kazaları hızlı bir şekilde belirleyen acil durumlar için
- Kullanıcı-yol ağı yapmak için gerekli çeşitli ölçekler, kablo bağlantı şemaları, çeşitli veri raporları türlerinin dikey ve yatay kesit görünümü, çıktı baskısı.[27]

CBS altyapısı için uydu görüntülerinden elde edilmiş güncel haritalar kullanılmalı ve sürekli güncellenmelidir. Bu haritalar üzerindeki harita elemanları ve yardımcı elemanlar tanımlanmalıdır. Daha sonra doğal gaz boru hatları, binalar, regülatörler, vanalar, saddle tee’ler, redüksiyonlar, servis hat ve kutuları harita üzerine

tanımlanmalıdır. Bu işlemlerden sonra binaların kat sayıları, daire sayıları ve m² leri gibi veriler toplanarak bu altyapının içine işlenmelidir. Abone bilgileri de bu altyapının içine işlenmeli ve bütün bunların birbirleriyle ilişkileri yani varlık-ilişki modeli tanımlanmalıdır. Böylece sorgulamalar, ağ analizleri ve rapor gibi işlemler tek bir yer üzerinden kolaylıkla yapılabilir.

Gaz endüstrisinde entegre CBS kullanımı aşağıdaki gibi olmalıdır.

- Bilgi Yönetimi: gaz endüstrisi boru ağı bilgilerini, cihaz bilgilerini, kullanıcı bilgilerini, ekonomik bilgileri ve çevresel bilgileri yönetme;
- Karar desteği içeriği: gaz boru ağı analizi ve mevcut durumun teşhisi, programlamanın dinamik izlenmesi ve optimizasyonu, proje sahası, enerji programlarının seçimi, ekonomik analiz programları;
- Simülasyon ve öykünme: Hidrolik hesaplama, program simülasyonu ve güvenlik değerlendirmesini içermelidir.[28]

4.1 Gerçek Zamanlı Sensör Kaynaklı Verilerin Afet Zamanı Kullanımı

Meteoroloji ve trafik yoğunluğu uygulamalarında da kullanılan gerçek zamanlı uydu görüntüleri kullanılarak doğal ya da doğal olmayan afetler sonrası olabilecek en hızlı şekilde ilgili yerlerin vanalarına güzergah oluşturulması, daha büyük felaketlerin önüne geçilmesini sağlayacaktır. Meteoroloji Genel Müdürlüğü ve gerçek zamanlı trafik uygulamaları firmaları ile sürekli iletişimde olunmalı, eldeki veriler sürekli güncel tutulmalıdır. Gerçek zamanlı uydu görüntüleri sayesinde trafiğin yoğun olduğu bölgelerden veya kullanılamayacak durumdaki yollardan kaçınılması en kısa yol güzergahı haritaları üretilmeli, bu haritalar bölgenin itfaiye ekipleri ile de paylaşılmalı böylece can ve mal kayıplarının daha az olması ya da hiç olmaması sağlanmış olacaktır.

4.2 Uzaktan Kontrol Sisteminin (SCADA) Yaygınlaştırılması

SCADA, İngilizce “Supervisory Control And Data Acquisition”, “Denetlemeli Kontrol ve Veri Edinme” kelimelerinin baş harflerinden oluşan bir kelimedir. Yerel terminal üniteleri üretimden saha verileri toplar. Toplanan bu saha verileri imal edilmek üzere merkezi bilgisayarlara gönderilirler. Sistem, şebeke elemanlarının anlaması için verileri görüntü ve mesajlara dönüştürür. Veriler burada depolanırlar ve

işleme tabi tutulurlar. Kısacası; uzaktan gözlem yapmaya, kontrol etmeye ve verileri işlemeye yarayan merkez şeklinde isimlendirebilir[28].

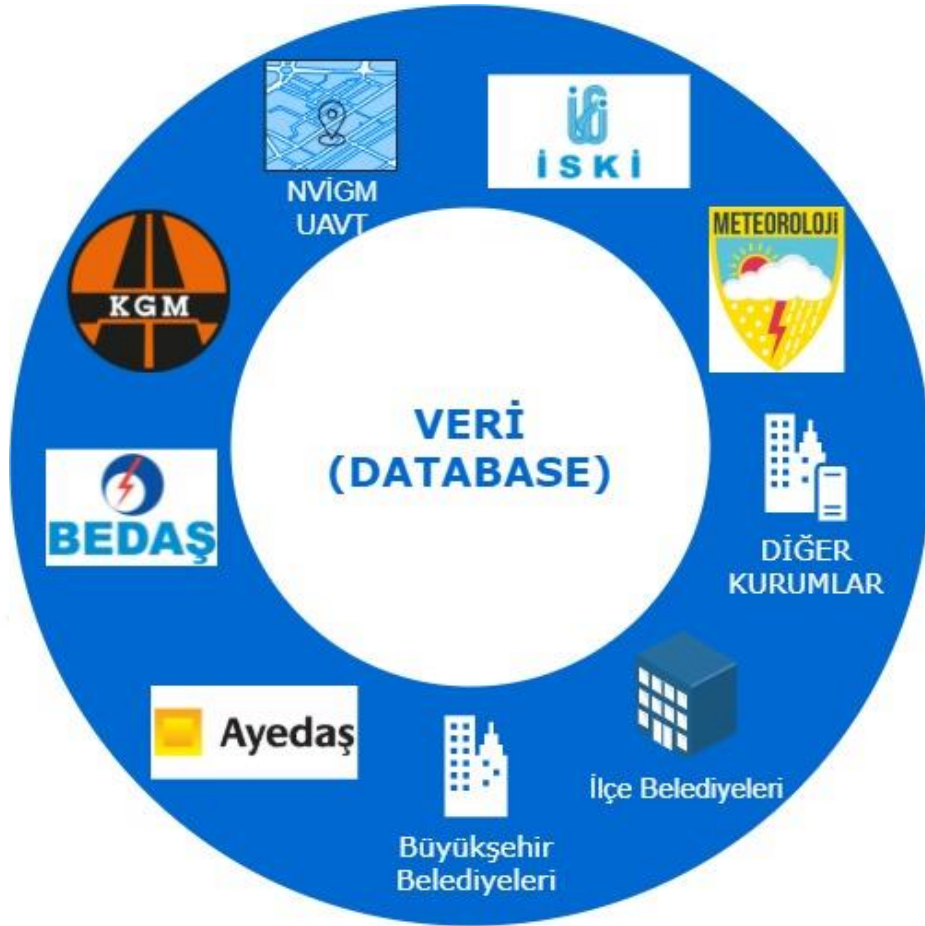
“SCADA sistem yazılımlarının sahip oldukları fonksiyonlar;

- İzleme fonksiyonları
- Kontrol etme fonksiyonları
- Veri toplama fonksiyonu
- Verilerin kaydı ve saklanması fonksiyonları olarak dört grupta toplanabilir”[29].

Vanaların uzaktan kontrol sistemi çelik hat boruların vanalarında bulunmaktadır. “Çelik hatlar üzerinde bulunan vana odalarının emniyet açısından sürekli olarak SCADA sistemi ile uzaktan kontrol edilmesi gereklidir”[30]. “SCADA sistemi, 500 Nm³/h ve daha büyük debideki bütün istasyonlarda konulması zorunludur”[31]. Ancak polietilen hat borularının vanalarında bulunmamaktadır. Bunun en büyük nedeni ise bu sistemin çok maliyetli olmasıdır ve polietilen hatlar üzerinde binlerce vananın bulunmasıdır. Ama deprem bölgelerinde fay hatlarıyla kesişen yani fay hatlarına dik gelen polietilen hatların vanalarına uzaktan kontrol sistemli vanaların konulması olası bir depremde gaz kaçağını engelleyerek hem ticari açıdan gazın boşa gitmesini engellemiş olacaktır hem de can ve mal kaybını engellemiş olacaktır.

4.3 Kurumlar Arası Veri Paylaşımı

İl ve ilçe belediyeleri, İSKİ, İç İşleri Bakanlığına bağlı Nüfus ve Vatandaşlık İşleri Genel Müdürlüğünün hizmete sunmuş olduğu Ulusal Adres Veri Tabanı (UAVT), Karayolları Genel Müdürlüğü (KGM), Boğaziçi Elektrik Dağıtım A.Ş. (BEDAŞ), Anadolu Yakası Elektrik Dağıtım Anonim Şirketi (AYEDAŞ), Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü (DSİ), Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı Bilgi İşlem Dairesi Başkanlığı (ETKB BİDB) ve Meteoroloji Genel Müdürlüğü (MGM) gibi kurumlarla ne kadar çok bilgi ve veri paylaşımı yapılır ise bilgiler de bir o kadar güncel kalacaktır (Şekil 4.2).



Şekil 4.1 : Sistem için planlanan veri paylaşımı yapılacak kurumlar.

Veri alışverişleri sayesinde, nereden ve kaç metreden su hattı geçiyor, nereden elektrik hattı geçiyor, sel ve toprak kayması gibi afet durumlarında hangi yollar açık, trafik yoğunluğunun az olduğu en kısa yollar, güncel adres değişiklikleri gibi dinamik verilerin işleyişi de hızlı olacağından bu gibi durumlarda acil müdahale daha kolay, hızlı ve güvenli bir şekilde olacaktır.

“Bu arada gaz endüstrisi, şehrin bilgi sürecini desteklemek için, tüm yeraltı boru ağı için kapsamlı bir veri yönetim sistemi kurmak için belediye, ulaşım, elektrik ve diğer departmanlarla işbirliği yapmalıdır”[27].

4.4 Aboneler İçin Uygulama

Aboneler için yapılacak, CBS altyapısıyla oluşturulacak, mekansal olan ve mekansal olmayan verileri kullanarak kolaylık sağlayacak bir uygulama müşteri memnuniyeti ve zaman kazanımı açısından doğru bir adım olacaktır. Bu uygulama android ve ios

gibi bir çok işletim sistemi üzerinden kullanılabilmelidir. Bu uygulamada olması gerekenler şu şekilde sıralanabilir.

- İlk abone kayıt alanı
- Taşınma durumunda abonelik başvurusu
- Güncel fatura bilgileri
- Eski dönem fatura bilgileri
- Fatura ödeme
- Fatura itirazı
- Kaçak gaz bildirimi
- Sayaç arıza bildirimi
- Sözleşme iptali
- Doğal gaz projesi onay durumu görüntüleme
- Gaz açma randevusu alma
- Doğal gaz bağlantı sözleşmesi
- Kutu talebinin CBS tabanlı takibi
- Şebeke harita görüntüleme
- Herhangi bir bilgiden ilgili aboneyi, abonenin hattını, servis kutusunu, adres bilgilerini veya tesisat numalarını bulma
- Harita üzerinde konut güncel adres konumu işaretleme
- Harita üzerinde işletme adres konumu işaretleme

Bu uygulama sayesinde abone, dağıtım firmasına gitmek zorunda kalmayacak, zamandan ve yoldan tasarruf sağlayacaktır. Diğer yandan ise abonenin adres

konumunu harita üzerine işleyebilmesi, dağıtım firması saha teknik ekipleri açısından büyük kolaylık sağlayacak ve adres karışıklığının önüne geçilmiş olacaktır.



5. UYGULAMA

Uygulamada TUCBS enerji kaynakları teması veri dökümanları standartları kullanılmıştır. “TUCBS’nin amacı, coğrafi verilerin ve üstverilerinin Ulusal Coğrafi Veri Portalına aktarılmasını sağlayarak süreci hızlandırmak, coğrafi verilerin paylaşımının izin verilen ölçüde erişimini sağlamaktır”[32]. CBS altyapısı oluşturmak için kamusal, özel veya korumalı verilere yani bilgilere ihtiyaç vardır. Bu uygulamada ilk olarak abone-doğal gaz hattı verilerinin ilişkisi incelenmiştir. Yöntem olarak Unified Modeling Language (UML) sınıf diyagramları kullanılmıştır. UML programlama dili değil modelleme dilidir. “Birden fazla yazılımcı tarafından kodlanacak kompleks programlarda belli bir stabilite sağlamak amacıyla tasarlanan dile verilen addır”[33]. “Kamu (public) verileri “+”, özel (private) veriler “-“ ve son olarak korumalı (protected) veriler ise “#” sembolleri ile gösterilmektedirler”[34]. Public veriler genel kullanıma açık demektir. Private verilerde sınıf dışında erişim engellenmiştir. Ve son olarak protected verilerde ise erişim sınırlandırılmış anlamına gelmektedir.

Birbirleri arasındaki ilişkiler ise şu şekildedir;

— : Ortaklık, bağıntı (association) anlamına gelmektedir. İki sınıfın birbiri ile iletişim kurmasına denir.

—> : Yönlü bağıntı (directed association) anlamına gelmektedir. Sınıflardaki tek yönlü ilişkiyi göstermektedir.

—◆ : Kompozisyon veya meydana gelme (composition) anlamlarına gelmektedir. İçerme ilişkisini göstermektedir. Ancak bir sınıf diğer bir sınıf olmadan oluşamaz. Tek başına kullanılamazlar.

—◇ : Toplama, içerme ya da birleşme (aggregation) anlamına gelmektedir. Sınıflar arasında içerme, sahiplik ilişkisini göstermektedir.

5.1 TUCBS

TUCBS bir altyapı sistemidir. INSPIRE direktifine göre CBS altyapı sistemi devlet tarafından kurulmuştur. “INSPIRE direktifi, coğrafi genel kurallar bütününe verilen addır. İlk olarak Avrupada yürürlüğe girmiştir INSPIRE direktifinin prensipleri arasında; kullanım kolaylığı, veriyi saklama, verilerin kolay ve etkin paylaşımı yer almaktadır”[35]. Yani bir diğer deyişle INSPIRE Avrupa coğrafi veri altyapısına verilen addır. TUCBS’nin en büyük amacı veri değişim standartları ile birlikte içerik standartlarının oluşturulması ve belirlenmesidir. “Tapu ve Kadastro Genel Müdürlüğünün bünyesinde TUCBS altyapı kurulumu projesi oluşturulmuştur”[36].

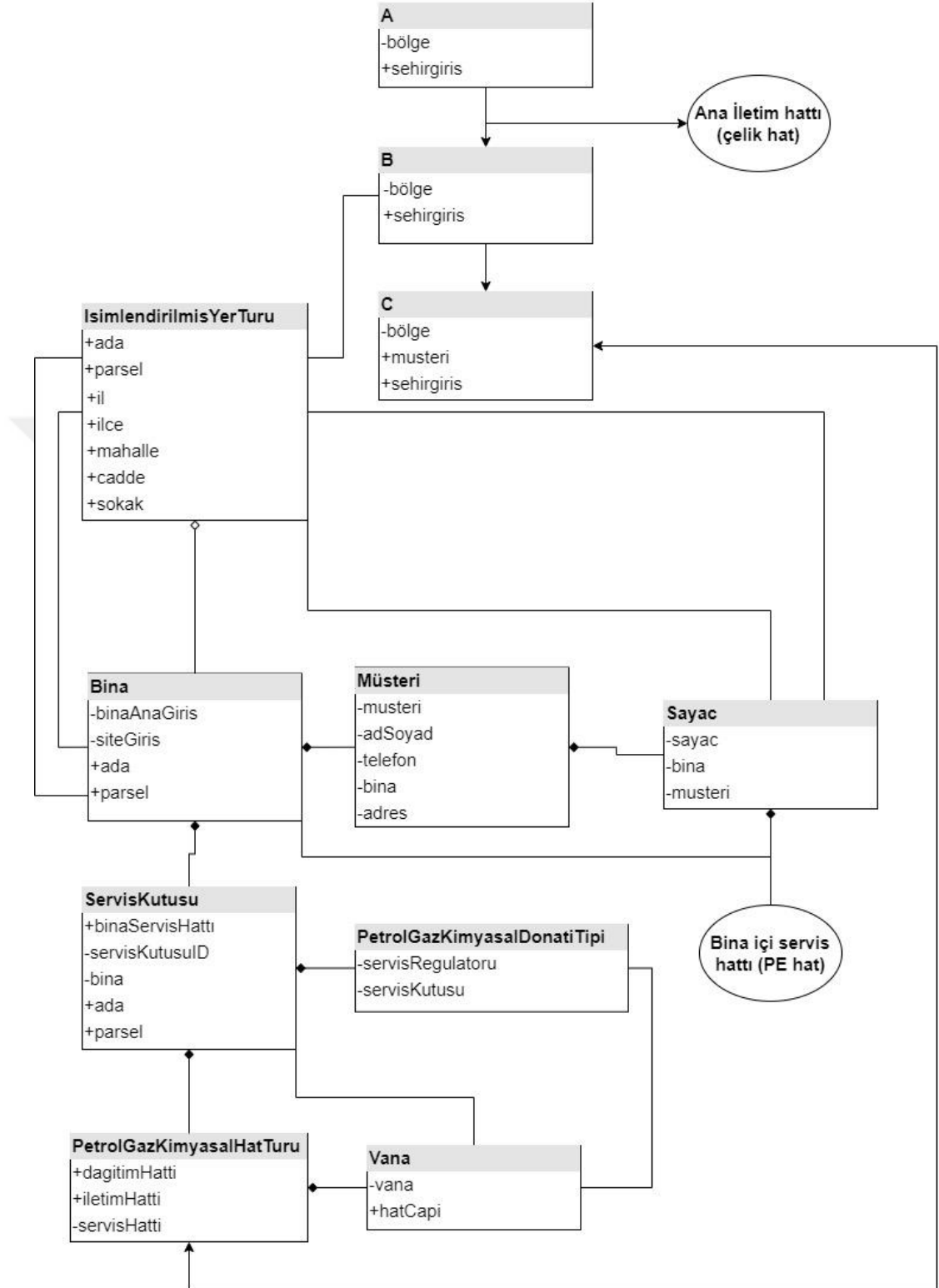
TUCBS coğrafi tanımlama dökümanları, veri temaları uygulama şemaları, birleşik UML modellemeleri gibi verileri içermektedir. Bunun yanı sıra bir çok tema altyapısı içermektedir. Adres, enerji kaynakları, jeoloji, kadastro, ulaşım ağları gibi daha bir çok konuyu içermektedir.

Bu uygulamada enerji kaynakları teması kullanılmıştır. Enerji kaynakları temasındaki doğal gaz kaynağına ait birleşik modelleme yani UML kullanılmış olup, buradaki standartlar göz önüne alınmıştır.

5.2 Doğal Gaz CBS Altyapı İlişki Modeli

İlk başta Şekil 5.1’de de görüldüğü üzere doğal gazın coğrafi bilgi sistemleri altyapı ilişki modeli tasarlanmıştır. Bu ilişki modelinde, gazın hangi RMSA istasyonundan geldiği hangi bölge regülatöründe basıncının düşürüldüğü, hangi ile ya da illere gittiğini gösteren, böylece abone ile bağlantı kurulabilececek bir bağlantı modeli elde edilmiştir. Bu altyapı sayesinde herhangi bir kaçak gaz ya da arıza durumunda, yalnızca abonenin gazının ya da abonenin bağlı olduğu vananın kapatılması ile hızlıca bir çözüme kavuşulacaktır. Diğer bir yandan dağıtım firmaları tarafından yapılan sorgulamalarda hangi hatta hangi vananın olduğu, bunların hangi aboneleri ya da hangi binaları içerdiği, bu hatlardan beslenen kaç dairenin olduğu, bu hatların hangi istasyonlar tarafından beslendiği gibi bilgilere erişim daha kolay ve hızlı olduğundan gerek gelecekte döşenecek olan hatlar için, gerek aboneler için, gerekse acil durumlar için büyük bir kolaylık sağlayacak ve acil müdahaleyi hızlandıracaktır.

DOĞAL GAZ CBS ALTYAPI İLİŞKİ MODELİ

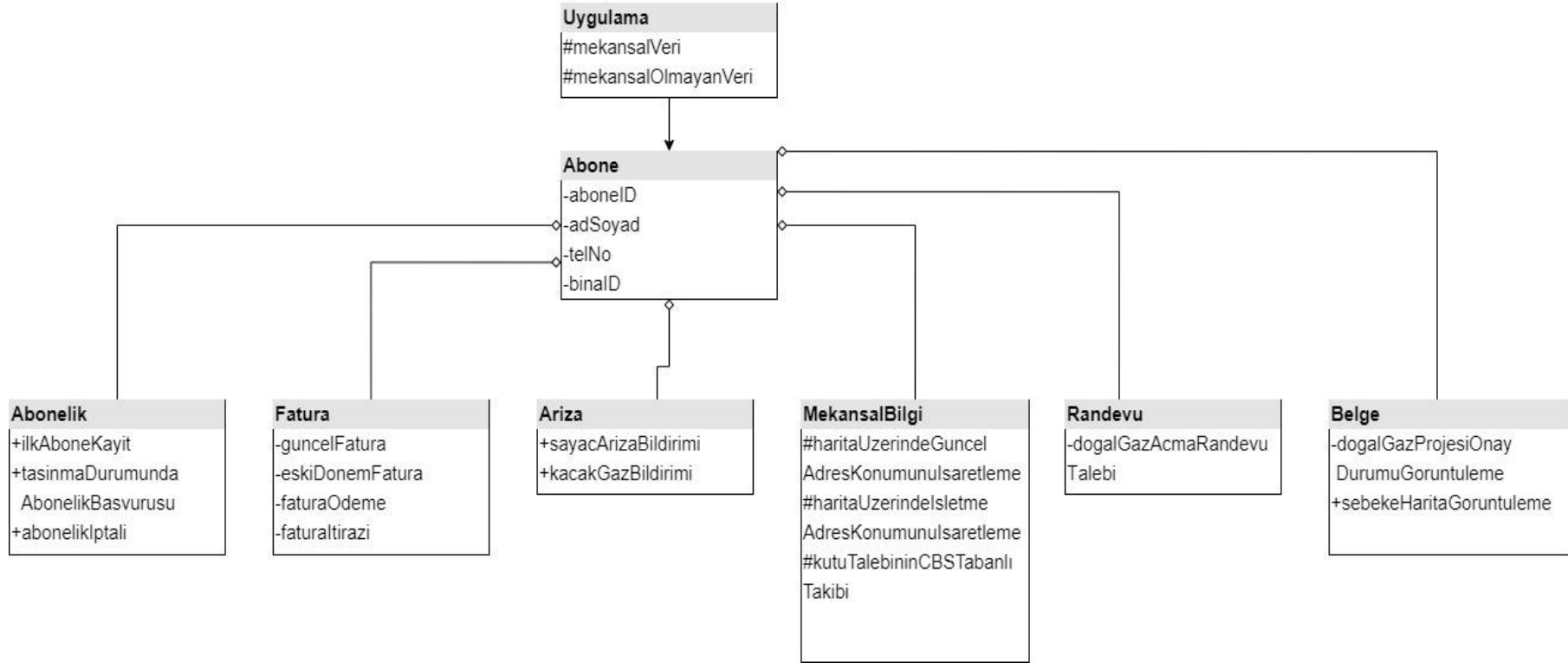


Şekil 5.1 : Doğal gaz altyapı modeli.

5.3 Abone Uygulama Altyapısı

İkinci olarak, aboneler için uygulama tasarlanmıştır. Bu uygulamaya ait içerik altyapısı Şekil 5.2’de görülmektedir. Aboneler için yapılacak bu uygulama sayesinde abonelerin diğer bir deyişle müşterilerin erişimi başlıklar halinde; abonelik, fatura, arıza, mekansal bilgi, randevu ve belge şeklindedir. Bu uygulamayla özellikle yaşlıların, engellilerin ve çocukluların şubelere gitmelerine gerek kalmadan işlerini telefonlarından ya da bilgisayarlarından yapmalarına olanak tanınmış olacaktır. Özellikle bu zorlu pandemi sürecinde böyle bir uygulamanın varlığıyla birlikte hem abonenin yükü hafifleyecek hem de zamandan tasarruf sağlanmış olacaktır. Bazı doğal gaz dağıtım firmaları günümüzde bir takım uygulamalar hayata geçirmektedirler ancak bu uygulamalar tam anlamıyla abonenin tam isteklerini karşılayamamaktadır. Günümüz koşullarına göre tam kapsamlı tasarlanan tek bir uygulama ile aboneler işlerini daha hızlı ve evden çıkmadan halledebileceklerdir.

ABONE UYGULAMA ALTYAPISI



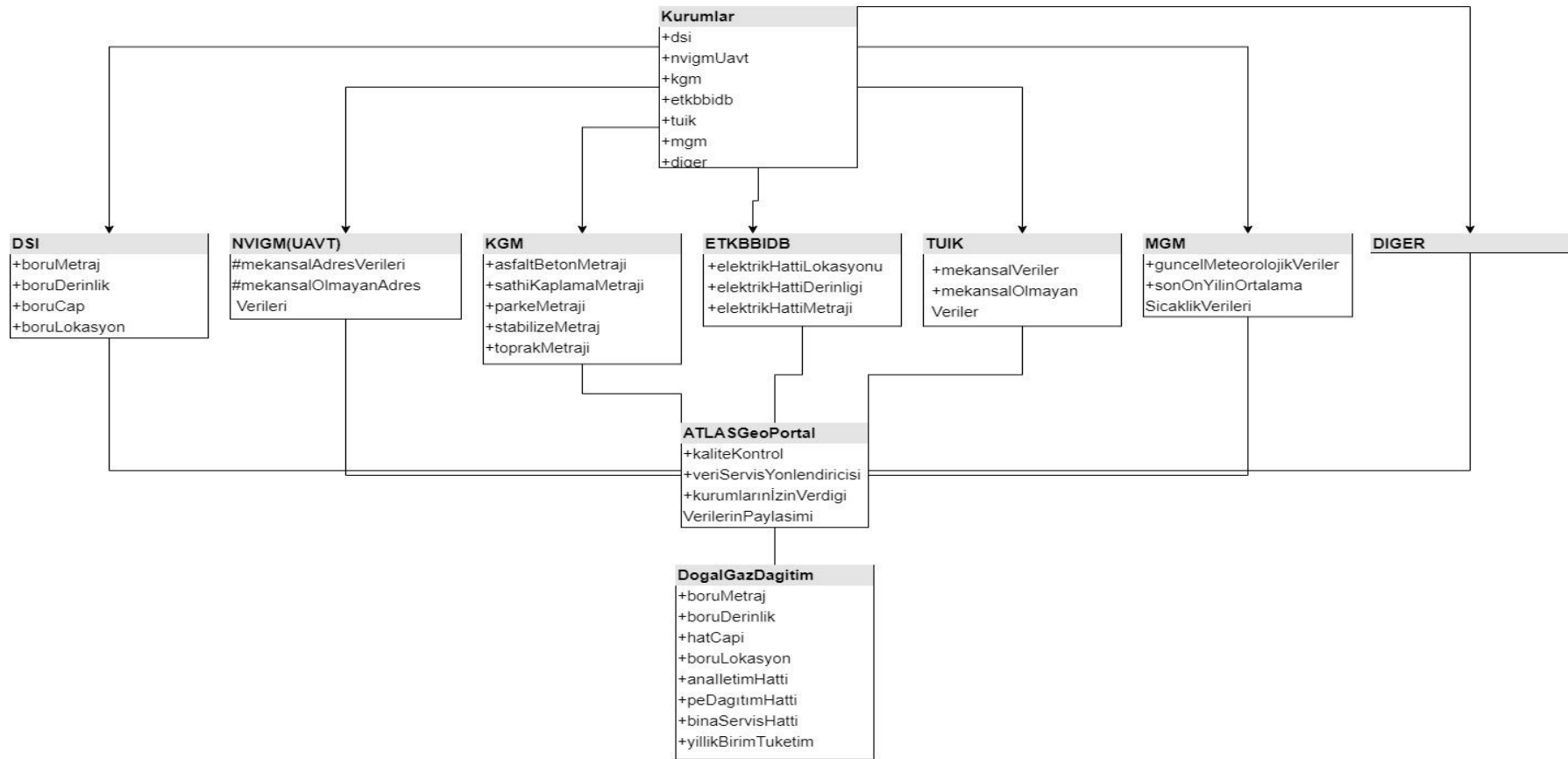
Şekil 5.2 : Aboneler için uygulama sınıf diyagramı.

5.4 Kurumlar Arası İletişim Altyapısı

Uygulamada ele alınan bir diğer konu ise Şekil 5.3'te de görüldüğü üzere kurumlar arası ilişkidir. Kurumlar arası iletişim özellikle maddi açıdan önemli bir yapıya sahiptir. DSİ, İSKİ, BEDAŞ, AYEDAŞ ve doğal gaz dağıtım firmaları arasındaki iletişim sayesinde izinsiz ya da ruhsatsız kazıların önüne geçilmesi, izinli kazılarda ise hangi kurumun, nerede, kaç metre derinlikte, hangi tip boru ya da elektrik hattına sahip olduğu bilgileri ışığında diğer kurumun hattına zarar gelmesinin önüne geçilir. Böylece doğal gaz sektöründe doğal gaz boru patlamalarının, boru delinmelerinin, gaz kaçaqlarının önüne geçilmiş olur. Elektrik kurumlarında ise elektrik hatlarının zarar görmesi engellenerek olası elektrik kesintilerinin, yangınların ve arıza durumlarının, su arzı sağlayan İSKİ kurumunun ise su borularının patlamasının özellikle günümüz şartlarında kuraklığın eşliğinde iken suyun boş yere akmasına engel olacaktır. Bu gibi durumlar kurumları maddi açıdan zarara uğratmakta ve abonelerin susuz, gassız ve elektriksiz kalmasına neden olmaktadır. MGM ile olan ilişki ise doğal gaz sektöründe yıllık ve saatlik doğal gaz tüketimlerinin hesaplanmasında ve buna göre gaz arzı sağlanmasında büyük rol oynadığından iletişim çok önemlidir. Aynı şekilde elektrik ve su arzı sağlayan kurumlarda da eski ve yeni meteorolojik veriler oldukça büyük öneme sahiptirler. Hangi ilde ortalama ne kadar sıcaklık olacak, gündüz ve gece saatleri gibi veriler kurumların su ve elektrik birim tüketim hesaplamalarında rol oynamaktadır. Diğer bir yandan UAVT ve KGM ile olan ilişki ise başka açılardan önemlidir. KGM ile olan ilişkilerde yolun ne kadarının toprak, ne kadarının parke ya da asfalt gibi bilgilerin paylaşılması kurumların kazı yaparken kullanıcıkları yöntemi değiştirip zamandan tasarruf etmelerini sağlamış olacaktır. UAVT sayesinde dinamik adres verileri güncellenmiş olacak ve kurumlar için kolaylık sağlayacaktır. Yeni standartlara göre artık kurum ya da kuruluşlara ait coğrafi veriler, kurumların isteği doğrultusunda ATLAS Geoportal kapsamına girmekte ve buradan verilere izin verilen ölçüde diğer kurum ve kuruluşlar erişebilmektedirler. “ATLAS Geo portal, açık kaynak koda sahip bir internet uygulamasıdır”[32]. Yani ATLAS Geoportal veri servis yönlendiricisidir.



KURUMLAR ARASI İLETİŞİM ALTYAPISI



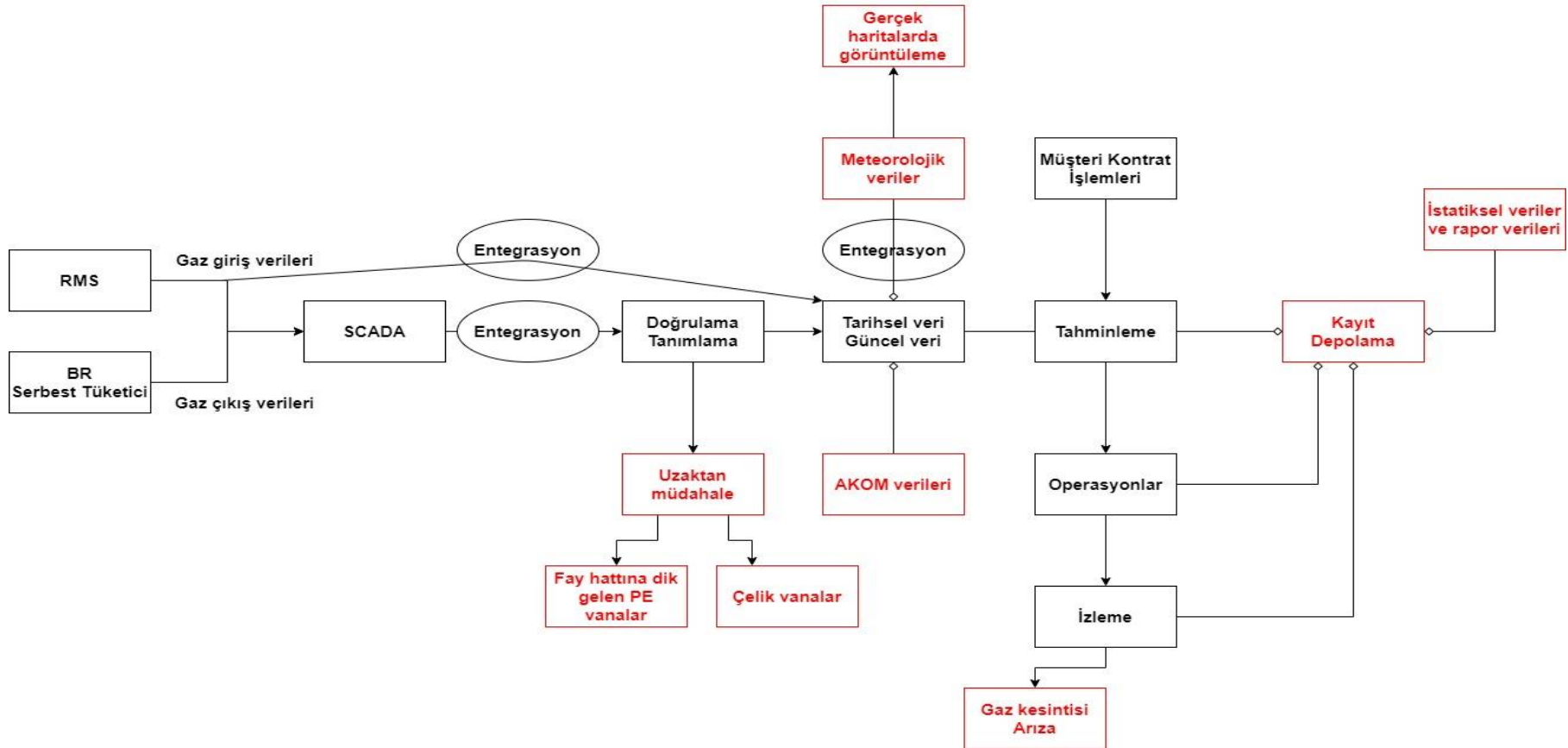
Şekil 5.3 : Kurumlar arası iletişim altyapı diyagramı.

5.5 SCADA Gaz Kontrol Sistemi Altyapısı

SCADA gaz kontrol sistemi halihazırda doğal gaz hattı çelik vanalarında bulunmaktadır. Sistemin pahalı olması sebebi ile polietilen hatlara konulmamıştır. Ancak bu sistem sayesinde çevrimiçi ya da çevrimdışı olarak erişim sağlanmakta ve aciliyet gerektiren durumlarda vanaların kapatılması sağlanmaktadır. Vana ve vana odalarının emniyeti bu sistemle sağlanmaktadır. Burada tasarlanan sistemde bütün polietilen hatlar üzerindeki vanalara konulmak yerine hem daha az maliyetli hem de hatların güvenliği için yalnızca deprem fay hatlarına dik gelen polietilen hattı vanalarına SCADA sistemi yani uzaktan kontrol sistemi konulması büyük önem arz etmektedir. Böylece olası büyük depremlerde kırılan fay hatlarındaki polietilen hatlarının ve burada yaşayan insanların can güvenliği güvence altına alınmış olacaktır.

Sistemi kısaca özetler isek; Şekil 5.4'de de görüldüğü gibi gazın girdiği andan itibaren yani RMS lerden bölge regülatörlerine buradan polietilen hatlara kadar giriş ve çıkış verileri kaydedilmektedir. Yukarıda da bahsedildiği üzere, RMS lere çelik hatlarla gaz akışı gerçekleşmekte buradan dağıtım ise polietilen hatlarla olmaktadır. Buradan fay hattına dik gelen polietilen hatlar Afet Koordinasyon Merkezi (AKOM) verileri ve meteorolojik verilerle tespit edilip buradaki hattın vanalarına SCADA sistemi entegre edilmelidir. Meteorolojinin gerçek haritalarda görüntülenmesi ile AKOM dan alınan dinamik yani güncel veriler ışığında aciliyet durumunda SCADA sistemi devreye girip vanaların kapatılması sağlanacaktır. Veriler sürekli depolanması olması depremler açısından yön verecektir. Bu sistem sayesinde olası depremlerde doğal gaz borularının sıkışsa dahi patlamasının, yangın çıkarmasının önüne geçilmiş olacak ve böylece can güvenliği büyük oranda sağlanmış olacaktır. Bu sistemin bir kısmı halihazırda oluşturulmuş olup, sisteme eklenen veriler kırmızı renkte gösterilmektedir[37].

SCADA GAZ KONTROL SİSTEMİ CBS ALTYAPISI



Şekil 5.4 : SCADA gaz kontrol sistemi sınıf diyagramı.

5.6 Gerçek Zamanlı Uydu Görüntülerinin Ve Trafik Yoğunluğu Haritalarının Altyapı Kullanımı

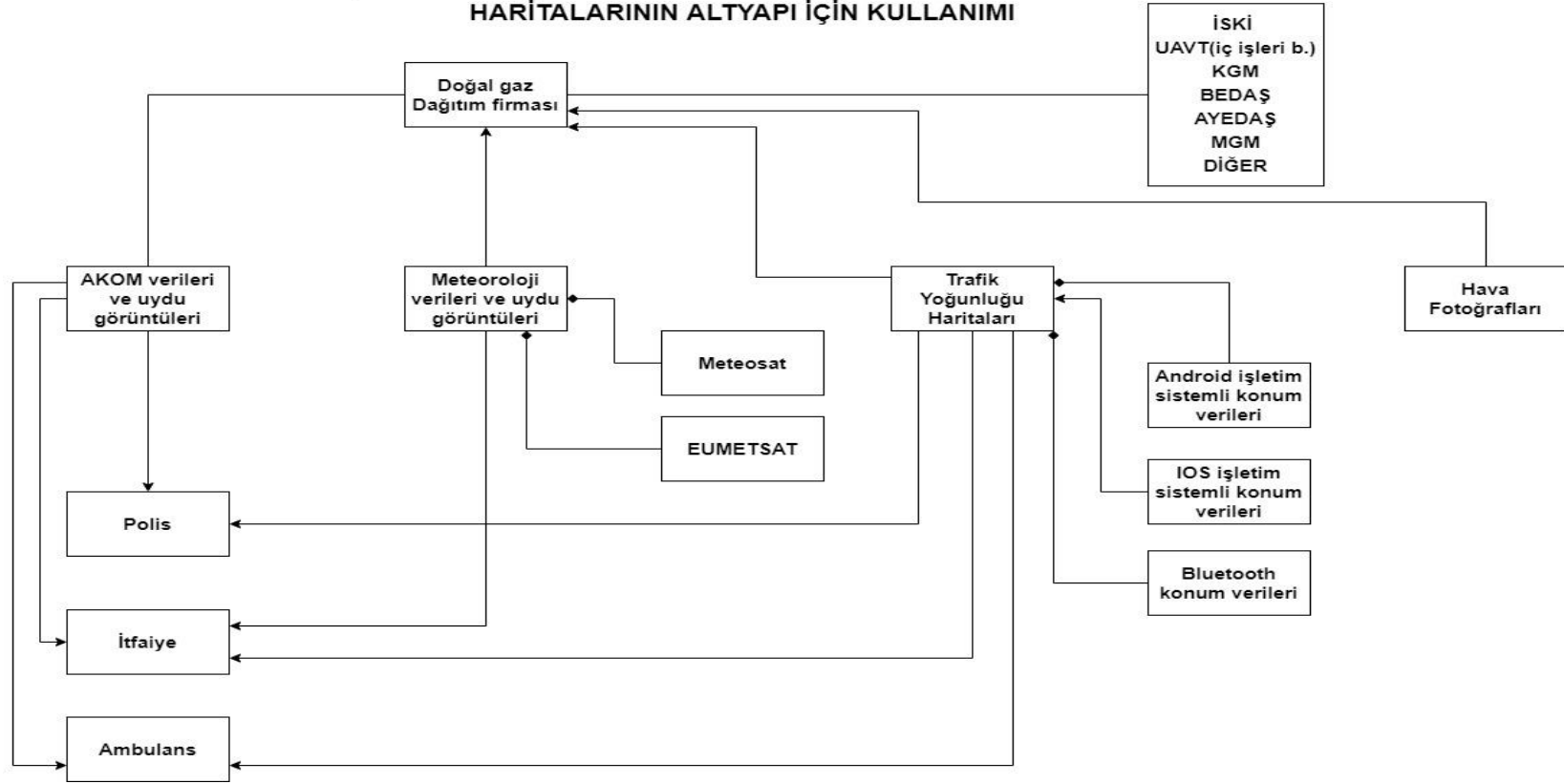
Bu diyagramda ise gerçek zamanlı uydu görüntülerinin ve trafik yoğunluğu haritalarının doğal gaz altyapısı Şekil 5.5 ile ilişkisi görülmektedir. Sensör verileri ve gerçek zamanlı uydu görüntülerinin paylaşımı özellikle acil durumlar anında çok önemlidir. Böylece bu veriler hızlıca işlenip ilgili dağıtım firması ekipleriyle, polislerle, itfaiyeyle ve ambulanslarla paylaşarak deprem, patlama gibi durumlarda en hızlı şekilde olay yerine intikal etmeleri sağlanacaktır.

5.7 Doğal Gaz CBS Altyapısı

Şekil A.1’de de görüldüğü üzere doğal gaz CBS altyapı diyagramı tasarlanmıştır. Bu diyagramda da olduğu gibi bütün tasarımlar bir bütündür ve birbirleriyle ilişki içerisinde dirler. Sınıf diyagramlarının birbirleri ile ilişkisi kırmızı çizgilerle gösterilmiştir. Bunun yanı sıra bu sistemle birlikte bir çok avantaj sağlanacaktır. Avantajlar arasında hız, stabilite, birbirleri ile ilişki, nerede, hangi, nasıl, kim gibi soruların cevapları aynı zamanda yanıtlanabilecektir.



GERÇEK ZAMANLI UYDU GÖRÜNTÜLERİNİN VE TRAFİK YOĞUNLUĞU HARİTALARININ ALTYAPI İÇİN KULLANIMI



Şekil 5.5 : Uydu görüntüleri ve trafik haritaları sınıf diyagramı.



6. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Doğal gazın etkinliğinde Coğrafi Bilgi Sistemleri büyük bir rol oynamaktadır. Mekansal olan ve olmayan verilerin işlenmesi, yönetilmesi, raporlanması, depolanması, analizlerinin yapılması ve kullanıcının bu verileri etkin şekilde kullanabilmesi yalnızca iyi bir CBS altyapısı ile olur. Bu nedenle doğru planlanmış ve hayata geçirilmiş bir CBS altyapısı ile doğal gazda yaşanan problemlerin büyük bir kısmı çözüme ulaşmış olacaktır.

CBS’de kurulan varlık-ilişki modeli sayesinde bir çok iş karışıklığı ortadan kalkacak, işlerde zaman kaybına uğranılmayacaktır. Çünkü kurumların paylaşacağı coğrafi tabanlı verilere tek bir portal üzerinden kolayca ulaşılabilir olacaktır. Bunun yanı sıra doğal gaz dağıtım firmaları ile itfaiye, polis gibi kurumlar arasındaki veri paylaşımı çok önemlidir. Veri paylaşımı sayesinde çok büyük ölçüde can ve mal kayıplarının önüne geçilmiş olacaktır. Yani maddi ve manevi kazanç sağlanacaktır. Kazanç hem hizmeti alan hem de hizmeti verenler tarafından sağlanacaktır. Bu sistemle birlikte yangınlara, patlamalara, gaz kaçaklarına daha hızlı bir şekilde müdahale edilebilecek bunun yanı sıra hizmet alan taraf yani aboneler işlerini daha kolay bir şekilde evden, işten veya herhangi bir konumdan halledebilme olanağına erişmiş olacaklardır.

Günümüzde SCADA verileri, CBS sistemine girilemiyor olup, bu sistem sayesinde CBS sistemine girilen SCADA verileriyle görüntüleme sağlanabilecektir ve acil durumlardaki müdahale hızı artacaktır. Ayrıca yalnızca çelik hatlar üzerinde bulunan SCADA sistemi, deprem fay hatlarına dik gelen PE hatlara da konulduğunda sismik hareketler başladığı anda kolayca uzaktan kapatılabilecektir. Böylece daha fazla can ve mal kaybının önüne geçilecektir.

Günümüz standartlarına uygun yapılandırılan bu uygulamalar doğal gaz sektöründe büyük bir öneme sahip olacaktır. Bu uygulamaların en büyük avantajı da risk ve problemlerin büyük bir kısmını çözüme kavuşturacak olmalarıdır.

Bütün bu problemler göz önüne alındığında, doğal gaz sektöründeki gelişim için özellikle CBS ve doğal gaz alanında daha kalifiyeli, deneyimli ve farkındalığı yüksek ekiplerin oluşturulması hem iş gücünü arttıracak hem de işlerin daha kısa zamanda çözüme ulaşması sağlanacaktır.



KAYNAKLAR

- [1] **Url-1** <<https://www.haberturk.com/mersinli-vatandaslara-dogalgaz-soku-tum-sehirde-kesildi-2261074>>, erişim tarihi 10.10.2020
- [2] **Kılıç, Ü.** (2014), Türkiye'nin doğal gaz arz güvenliği ile ilgili risklerin belirlenmesi ve analizi (Yüksek Lisans Tezi), İstanbul Teknik Üniversitesi, Enerji Enstitüsü, İstanbul.
- [3] **Url-2** <<https://igdas.istanbul/haberler-ve-duyurular/igdas-genel-muduru-dr-mithat-bulent-ozmen-insana-dokunan-projelerle-igdas-dunya-markasi-yapacagiz/tr-tr>>, erişim tarihi 09.10.2020
- [4] **Landrigan, P., J., Frumkin, H., Lundberg, B., E.** (2020,9 Ocak). The false promise of natural gas. The New England Journal of Medicine. Erişim adresi <https://www.nejm.org/doi/full/10.1056/NEJMp1913663>
- [5] **Duran A.,** Bina doğalgaz iç tesisatı imalatı için hata türü ve etkileri analizi (Yüksek Lisans Tezi), Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya.
- [6] **PKK Ağrı'da boru hattına saldırdı.** (2010, 26 Ağustos). Hürriyet Gazetesi. Erişim adresi <https://www.hurriyet.com.tr/gundem/pkk-agrida-boru-hattina-saldirdi-15631513>
- [7] **İran'dan doğalgaz akışı durdu.** (2012, 28 Haziran). Milliyet Gazetesi. Erişim adresi <https://www.milliyet.com.tr/ekonomi/irandan-dogalgaz-akisi-durdu-1560056>
- [8] **Url-3** <<https://mmo.org.tr/istanbul/basin-aciklamasi/yine-iski-yine-taseron-yine-dogalgaz-patlama-ve-yangin>>, erişim tarihi 10.10.2020.
- [9] **Url-4** <<https://www.haberler.com/izinsiz-kazida-dogalgaz-hatti-hasar-gordu-gaz-3178407-haberi/>>, erişim tarihi 13.10.2020
- [10] **Url-5** <https://www.akmercangaz.com.tr/>, erişim tarihi 16.12.2020.
- [11] **Yalçın, H.** (2019), Ankara'da doğalgaz kullanımının konutlardaki mevcut durumu, kontrolü, kullanım emniyetinin değerlendirilmesi ve öneriler (Yüksek Lisans Tezi), İnönü Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Malatya.
- [12] **Url-10** <https://www.izmirgaz.com.tr/>, erişim tarihi 08.12.2020
- [13] **Url-7** <https://www.petform.org.tr/>, erişim tarihi 04.01.2021.
- [14] **Gazbir yayın komisyonu.** Doğal Gaz Şehir Giriş İstasyonu RMS A İşletme ve Bakım. İstanbul : Gazmer Yayınları11.
- [15] **Url-8** www.kas.com.tr, erişim tarihi 05.12.2020.
- [16] **Şahingöz, D.,**(2011). Doğal gaz altyapı yapım-kontrol teknikleri, UGETAM YAYINLARI-42, <https://ugetam.istanbul/wp->

content/uploads/2020/12/Dogalgaz-Altyapi-Yapim-Kontrol-Teknikleri.pdf

- [17] **Url-9** <https://docplayer.biz.tr/3366752-Diyarbakir-organize-sanayi-bolgesi-sorunlar-ve-yapilmasi-gerekenler.html>, erişim tarihi 06.12.2020
- [19] **Duran, E.**, Coğrafi Bilgi Sistemleri ile Doğal Gaz Uygulamaları ve Analizleri (Yüksek Lisans Tezi), İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- [20] **Tufan, M., S.** (2013). Mühendislik Uygulamalarında Yöntem ve Etik. TMMOB Elektrik Mühendisleri Odası İstanbul Şubesi Bülteni.
- [21] Ruhi Öktem, Doğalgaz güvenliği konusuna sistematik yaklaşım [PowerPoint slides]. Retrieved from https://www.kmo.org.tr/resimler/ekler/da39be8f830894c_ek.pdf?tipi=2&turu=H&sube=1
- [22] **Url-11** <https://www.baskentdogalgaz.com.tr/TR.aspx>, erişim tarihi 11.12.2020
- [23] **Bilen, K.** (2011). Doğal Gaz Tesisatlarının Geriye Dönük Kontrolü ve Doğal Gaz Tesisatlarında Alınması Gerekli Emniyet Tedbirleri.
- [24] **Gülensoy, B. A.** (2006). Doğalgaz boru hatlarında uygulanan korozyon tedbirleri ve kayseri doğalgaz hatlarındaki uygulamaların incelenmesi (Yüksek Lisans tezi), Erciyes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kayseri.
- [25] **Çizmecioğlu, Z.**, (2000) İstanbul Büyükşehir Belediyesi İGDAŞ Genel Müdürlüğü, Doğalgaz İç Tesisat Çelik Borularının Yeraltında Korozyona Karşı Galvanik Katodik Koruması, İGDAŞ Yayınları, 3-14.
- [26] **Url-12** www.bursagaz.com, erişim tarihi 10.10.2020
- [27] **Url-13** www.esri.com.tr , erişim tarihi 11.10.2020
- [28] **Li, X., Liu, J., Gao, S. & Guo, C.** (2013), GIS System Gas Analysis, Proceedings of the 2nd International Conference on Computer Science and Electronics Engineering (ICCSEE 2013), (pp. 1127-1129). Published by Atlantis Press, Paris, France.
- [29] **Keleşer, S.** (2001), SCADA sistemleri ve doğalgaz uygulamaları (Yüksek Lisans tezi), İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- [30] **Özen, F.** (2019), PLC ve SCADA kullanarak bir bina otomasyon sisteminin gerçekleştirilmesi, uzaktan kontrolü ve izlenmesi (Yüksek Lisans tezi), Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tekirdağ.
- [31] **Url-14** <https://www.akmercandelta gaz.com.tr/>, erişim tarihi 05.03.2021
- [32] **Url-15** <https://www.csb.gov.tr/>, erişim tarihi 20.06.2021
- [33] **Url-16** http://web.firat.edu.tr/iaydin/bmu112/week_6_uuml.pdf, erişim tarihi 04.06.2021
- [34] **Url-17** <http://univera-ng.blogspot.com/>, erişim tarihi 04.06.2021

- [35] **CSB.** INSPIRE Direktifinin Uygulanmasına Yönelik Yatay Sektörde Kapasite Geliştirme için Teknik Destek Projesi - Eğitim Kitabı
- [36] **Url-18** <https://www.tkgm.gov.tr/> , erişim tarihi 04.06.2021
- [37] **ÖZARPA C., İGDAŞ.** (2013). *Doğal Gaz Akıllı Şebeke Uygulamaları & Sayaç Kalibrasyon Kazanımları* [PowerPoint slides]. Retrieved from <https://docplayer.biz.tr/2261922-Dogal-gaz-akilli-sebeke-uygulamalari-sayac-kalibrasyon-kazanimplari-dr-cevat-ozarpa-teknik-isler-ve-onarim-muduru-cozarpa-igdas-com.html>



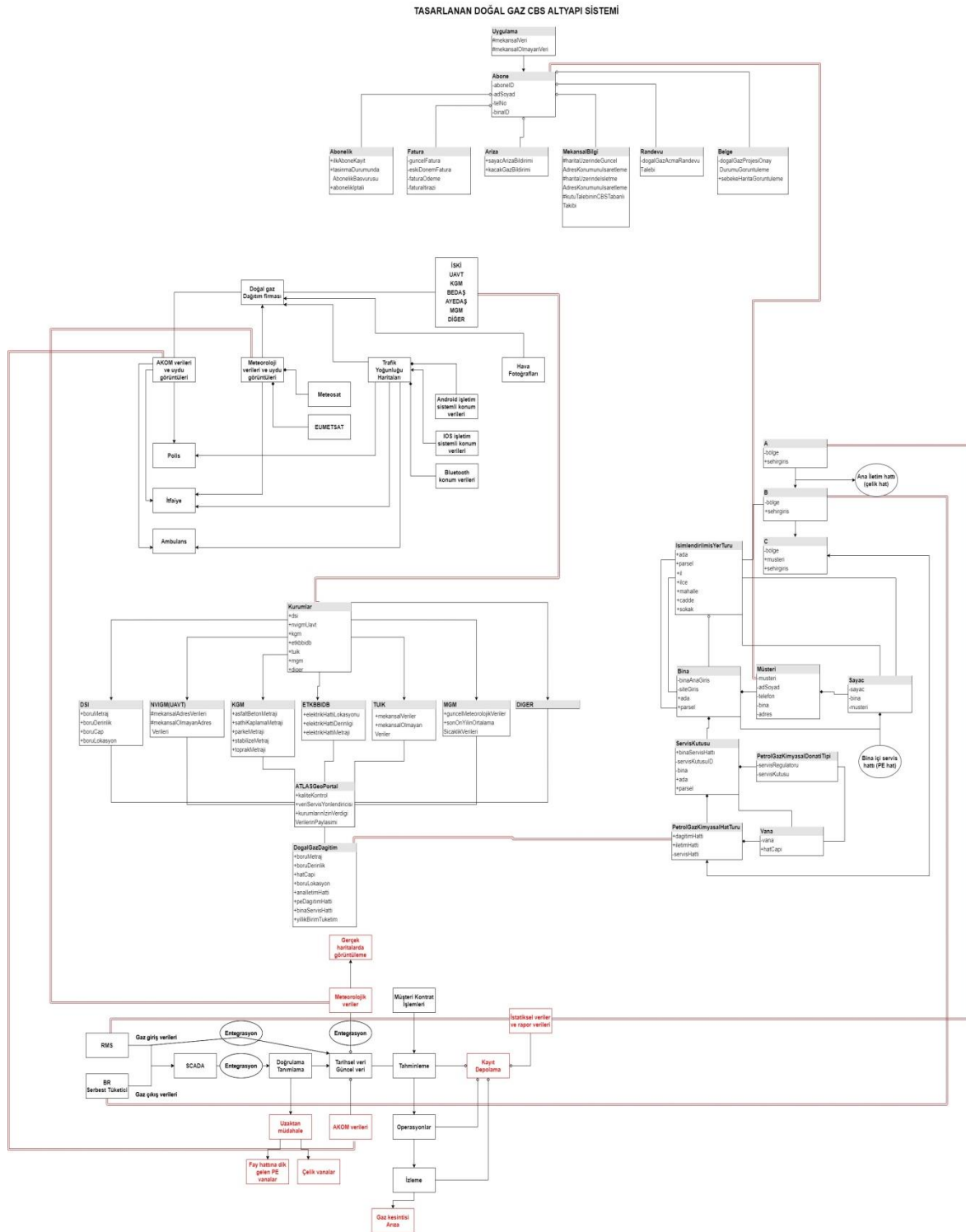


EKLER

EK A: Tasarlanan doğal gaz cbs altyapi sistemi



EK A



Şekil A.1 : Tasarlanan doğal gaz CBS altyapı diyagramı.

ÖZGEÇMİŞ

Ad-Soyad : Tuğçe CEVAHİROĞLU

--

ÖĞRENİM DURUMU:

- **Lisans** : 2017, İstanbul Teknik Üniversitesi, İnşaat Fakültesi, Geomatik Mühendisliği (%100 ingilizce)
- **Yükseklisans** : İstanbul Teknik Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Fakültesi, Bilişim Sistemleri Anabilimdalı, Coğrafi Bilgi Teknolojileri Programı

SERTİFİKALAR:

- Esri Sertifikası
- Aksa Doğalgaz Dağıtım Süreci Sertifikası

TEZDEN TÜRETİLEN YAYINLAR:

- **Küçüköğlu, T., Kaner, L., Pozam, Ç., Şeker, D., Z.,** 2016. Visualising Province Based Statistical Data Using Web Based GIS, *ISCAS 2016*, Bildiri