

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**İŞ SAĞLIĞI VE GÜVENLİĞİ RİSKLERİNİN COĞRAFİ BİLGİ
SİSTEMLERİ İLE MODELLENMESİ – DOĞRUSAL PROJELER İÇİN
KARAR DESTEK SİSTEMİ TASARIMI**

**DOKTORA TEZİ
Hasan ATAY**

Anabilim Dalı : Jeodezi ve Fotogrametri Mühendisliği

Programı : Geomatik Mühendisliği

MART 2011

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**İŞ SAĞLIĞI VE GÜVENLİĞİ RİSKLERİNİN COĞRAFİ BİLGİ
SİSTEMLERİ İLE MODELLENMESİ – DOĞRUSAL PROJELER İÇİN
KARAR DESTEK SİSTEMİ TASARIMI**

DOKTORA TEZİ

Hasan ATAY

(501022308)

Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 13 Eylül 2010

Tezin Savunulduğu Tarih : 17 Mart 2011

Tez Danışmanı : Prof. Dr. F. Gönül TOZ (İTÜ)
Diğer Jüri Üyeleri : Prof. Dr. Sıtkı KÜLÜR (İTÜ)
Prof. Dr. Ferruh YILDIZ (SÜ)
Doç. Dr. Murat ENGİN (GÜ)
Yrd. Doç. Dr. Esin PEHLEVAN (İTÜ)

MART 2011

*Boru hattı yapımında yaşamını yitiren
meslektaşım Gülseren YURTTAŞ'ın anısına;*

ÖNSÖZ

Durgun bir su yüzeyinde kendi yansımasını gören insan, bu saydam ortam aracılığıyla kendi gerçek varlığıyla karşılaşır. Bu an aslında kişinin, kendi kendisiyle tanışması, diğer bir deyişle insanın kendisiyle yüzleşmesi anıdır ve belki de var oluşun en heyecan verici anlarından birisini oluşturmaktadır. Bu andan itibaren bütün düşünce tarihini varlığıyla sarmalayan ünlü “Ben kimim?” sorusu artık sorulmak durumunda kalır. Soruyu soran akıldır. Yanıtı veren de akıl olacaktır. Göreli olarak ilkel insanın oluşturduğu bu monologun deyim yerindeyse insanın var oluşu kadar eski olduğunu ve ilkel çağlardan modern dünyaya insanın düş ve düşünce gücünün tarih içinde süregelen eşsiz serüvenini oluşturduğunu söylemek yanlış olmaz. Bu sorunun eşliğinde insan kendinden başlayarak doğayı ve evreni kavrama yolunda varoluşun derinliklerine doğru bilmek ve anlamak üzerine bir yolculuk yapmaktadır.

Elinizde tuttuğunuz bu çalışma tüm bu genellemelerin ışığında böylesi bir yolculuğa çıkmış olan Hasan ATAY’ın yaşamının en önemli evrelerinden birisini oluşturan olgunlaşma döneminin ürünüdür. Bilginin, bilmenin ve öğrenmenin yaşama karşı bir duruş ve özgürlük kapısını açan anahtarlar olduğuna olan inanç ile hazırlanmıştır.

İnişleri ve çıkışları, açmazları ve olurları ile yaşanan bu zorlu yolculukta bana eşlik eden ve desteklerini esirgemeyerek beni ve yaşamımı varlıkları ile anlamlı kılan herkese teşekkür ediyorum.

Özellikle bu çalışmanın ortaya çıkmasında emeği geçenlere en başta yıllardır sabırla bana katlanan, değerli danışmanım Prof. Dr. Gönül TOZ a; görece tanışıklığımız daha yeni olan, duruşu düşünceleri ve karakteri ile beni derinden etkileyen Doç. Dr. Murat ENGİN e, yol göstericiliği için Yrd. Doç. Dr. Esin ERGEN PEHLEVAN’a ayrıca şükranlarımı sunuyorum.

Dengeleme Hesabı ilk dersinde Prof. Dr. Tevfik AYAN’ın tahtaya yazdığı o meşhur Latince deyiş hep aklımda “*Errare Humanum Est Perseverare Diabolicum...*”.

Mart 2011

Hasan ATAY

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖNSÖZ.....	v
İÇİNDEKİLER	vii
KISALTMALAR	ix
ÇİZELGE LİSTESİ.....	xi
ŞEKİL LİSTESİ.....	xiii
ÖZET.....	xv
SUMMARY	xvii
1. GİRİŞ	1
1.1 Problem ve Motivasyon	3
1.2 Amaç ve Kapsam	5
2. İŞ SAĞLIĞI VE GÜVENLİĞİ.....	9
2.1 İş Sağlığı ve Güvenliği Kavramı	9
2.2 İSG Kavramının Tarihsel Gelişimi	13
2.2.1 Dünya da İSG kavramının tarihsel gelişimi.....	14
2.2.2 Türkiye’de İSG kavramının tarihsel gelişimi.....	18
2.3 İSG Temel Kavramlar	22
2.3.1 Kaza	22
2.3.2 Tehlike	25
2.3.3 Risk ve Risk Yönetimi	27
2.4 İSG Risk Yönetimi	29
2.4.1 Risk analizi.....	33
2.4.2 Risk değerlendirme karar matrisi yöntemi.....	34
2.5 Yapı İşlerinde İSG ve Güncel Gelişmeler.....	36
3. DOĞRUSAL PROJELER.....	43
3.1 Proje ve Proje Yönetimi	43
3.1.1 Proje kavramı	43
3.1.2 Proje yönetimi	45
3.2 Doğrusal Projeler ve Petrol Boru Hattı Projeleri	48
3.3 Petrol Boru Hattı Projeleri.....	49
3.3.1 Petrol boru hattı proje aşamaları	50
3.3.2 Petrol boru hattı yapımı ve aşamaları	51
4. COĞRAFİ BİLGİ SİSTEMLERİ	57
4.1 CBS Kavramı	58
4.2 CBS’nin Bileşenleri.....	59
4.3 CBS’nin Görevleri.....	64
4.4 Petrol Boru Hattı Projelerinde CBS Uygulamaları	65
4.4.1 Ön tasarım ve tasarım aşamalarında CBS kullanımı	66
4.4.2 Yapım aşamasında CBS kullanımı	67
4.4.3 Yapım sonrası aşamada CBS kullanımı.....	69
5. UYGULAMA.....	71

5.1 Uygulamada Kullanılan Teknolojiler	71
5.1.1 ArcGIS	72
5.1.2 Ms SQL Server.....	73
5.1.3 NET Framework ve Visual Studio .NET	74
5.2 Uygulamada Kullanılan Veriler	75
5.2.1 İSG verileri.....	75
5.2.2 Mekansal veriler.....	80
5.2.2.1 Geometrik veriler	80
5.2.2.2 Öznitelik verileri	81
5.3 Uygulama adımları	82
5.3.1 Kavramsal tasarım.....	82
5.3.1.1 Mekana dayalı İSG modeli	82
5.3.1.2 Karar destek sistemi kavramsal modeli	84
5.3.2 Sistem tasarımı ve çözüm mimarisi	86
5.3.3 Verilerin düzenlenmesi	89
5.3.4 Veri tabanı tasarımı ve gerçekleştirilmesi	89
5.3.4.1 İSG veri tabanı	90
5.3.4.2 Mekansal veri tabanı	92
5.3.5 Harita servisinin oluşturulması	95
5.3.6 Web uygulamasının oluşturulması	97
5.4 Web Tabanlı CBS' ne dayalı İSG KDS	98
5.4.1 Sisteme giriş	98
5.4.2 İSG uzmanı arayüzü	99
5.4.2.1 Harita analizi işlevi	100
5.4.2.2 Risk değerlendirme işlevi	101
5.4.2.3 Raporlama işlevi	104
5.4.2.4 Yeni kayıt ekleme işlevi	105
5.4.3 Genel kullanıcı arayüzü.....	105
6. SONUÇLAR VE ÖNERİLER.....	109
6.1 Yaratılan Fayda ve Katkılar.....	110
6.1.1 İSG planlaması ve riskleri ile mekân ilişkisi.....	110
6.1.2 İSG VT tasarımı ve birlikte çalışabilirlik.....	110
6.1.3 Mekansal analiz, proje yönetimi ve İSG planlaması.....	111
6.1.4 PYS ile bütünleşik KDS modeli.....	112
6.2 Karşılaşılan Sorunlar ve Çözüm Önerileri	113
6.3 Gelecek Çalışmalar.....	115
KAYNAKLAR.....	117
EKLER.....	129

KISALTMALAR

AB	: Avrupa Birliği
ABD	: Amerika Birleşik Devletleri
ADF	: Application Developer Framework
AJAX	: Asynchronus Javascript and XML
ANSI	: American National Standards Institute
API	: Application Programming Interface
AS/NSZ	: Australian Standards/New Zealand Standards
BLS	: Bureau of Labor Statistics
CBS	: Coğrafi Bilgi Sistemi
ÇED	: Çevresel Etki Değerlendirme
CHSW	: Construction Health, Safety And Welfare Regulations
CLR	: Common Language Runtime
CPM	: Critical Path Method
DSÖ	: Dünya Sağlık Örgütü
ED50	: European Datum 1950
ETA	: Event Tree Analysis
FCL	: Framework Class Library
FMEA	: Failure Mode and Effects Analysis
FMECA	: Failure Mode and Critically Effects Analysis
FTA	: Fault Tree Analysis
GDB	: Geodatabase
GPS	: Global Positioning System
HASAW	: Health and Safety At Work Act
HAZOP	: Hazard and Operability Studies
HSE	: Health and Safety Executive
HTTP	: Hyper Text Transfer Protocol
ILO	: International Labor Organisation
ISA	: Industry Standard Architecture
İSG	: İş Sağlığı ve Güvenliği
ISO	: International Organization for Standardization
JSA	: Job Safety Analysis
KDS	: Karar Destek Sistemi
LNG	: Liquid Natural Gas
LOLER	: Safe Use Of Lifting Equipment
MHSW	: Management Of Health & Safety At Work Regulations
MÖ	: Milattan Önce
OHSAS	: Occupational Health and Safety Assessment Series
OSHA	: Occupational Safety & Health Administration
PHA	: Preliminary Hazard Analysis
PMBOK	: Project Management Book of Knowledge
PRA	: Preliminary Risk Analysis
PtD	: Prevention through Design
PYS	: Proje Yönetim Sistemi
SQL	: Structured Query Language

SSK	: Sosyal Sigortalar Kurumu
TCP/IP	: Transmission Control Protocol/Internet Protocol
TIN	: Triangulated Irregular Network
TS	: Türk Standartları
UÇÖ	: Uluslararası Çalışma Örgütü
UML	: Unified Modelling Language
URL	: Uniform Resource Locator
UTM	: Universal Transverse Mercator
VT	: Veri Tabanı
VTYS	: Veri Tabanı Yönetim Sistemi
WHO	: World Health Organisation
XML	: Extensible Markup Language

ÇİZELGE LİSTESİ

Sayfa

Çizelge 2.1 : Olasılık çizelgesi.	35
Çizelge 2.2 : Şiddet çizelgesi.	35
Çizelge 2.3 : Kaza oluş nedenleri ve gerçekleşme olasılıkları (OSHA, 1990).	38
Çizelge 2.4 : Kaza Oluş Nedeni Sınıflaması (OSHA, 1990).	38
Çizelge 2.5 : Hinze'nin Kaza Oluş Nedeni Sınıflandırması (Hinze ve diğ. 1998). ...	39
Çizelge 5.1 : Olasılık çizelgesi.	76
Çizelge 5.2 : Sonuç değerlendirme çizelgesi.	76
Çizelge 5.3 : Risk skoru eylem tablosu.	77
Çizelge 5.4 : Kanal açma risk değerlendirme çizelge örneği.	78
Çizelge 5.5 : Geri dolgu risk değerlendirme çizelge örneği.	79
Çizelge 5.6 : Kaza oluş nedeni mekan ilişkisi.	83
Çizelge 5.7 : Mekânsal nesne tehlike ilişkisi.	102

ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa

Şekil 2.1 : İSG Risk Değerlendirme Süreci (Özkılıç, 2005).	31
Şekil 2.2 : Risk matrisi.	36
Şekil 2.3 : Risklerin derecelendirilmesi.	36
Şekil 3.1 : Boru hattı proje aşamaları.	51
Şekil 3.2 : Boru hattı projesi yapım süreci.	52
Şekil 4.1 : CBS bileşenleri (Doğru, 2009).	59
Şekil 4.2 : Veri modelleri (Doğru, 2009).	62
Şekil 5.1 : ArcGIS teknolojisi bileşenleri (ESRI, 1990).	72
Şekil 5.2 : Risk değerlendirme matrisi.	76
Şekil 5.3 : 1/5000 ölçekli halihazır harita.	80
Şekil 5.4 : 1/5000 ölçekli yapım projesi.	81
Şekil 5.5 : Öznitelik veri tablosu.	81
Şekil 5.6 : Kaza oluş nedeni mekân sınıflandırması (Atay ve diğ., 2010).	84
Şekil 5.7 : Mekana dayalı İSG KDS kavramsal modeli (Atay ve diğ., 2010).	85
Şekil 5.8 : Sistem mimarisi (Atay ve diğ., 2010).	88
Şekil 5.9 : Çözüm mimarisi (Atay ve diğ., 2010).	89
Şekil 5.10 : İSG veri tabanı sınıf diyagramları.	90
Şekil 5.11 : İSG veri tabanı UML diyagramı.	91
Şekil 5.12 : Mekânsal veri tabanı-vektör veriler.	92
Şekil 5.13 : Üretilmiş geometrik veriler.	93
Şekil 5.14 : Mekânsal veri tabanı - raster veriler.	93
Şekil 5.15 : Vektör veriler-Akarsu.	94
Şekil 5.16 : Raster veriler-Eğim.	95
Şekil 5.17 : ArcMap ortamında CBS Projesinin oluşturulması.	96
Şekil 5.18 : ArcCatalog yardımı ile harita servisinin yayınlanması.	97
Şekil 5.19 : .NET üzerinde web uygulama ara yüzünün kodlanması.	98
Şekil 5.20 : Kullanıcı giriş ara yüzü ekran görüntüsü.	99
Şekil 5.21 : İSG uzmanı ara yüzü genel ekran görüntüsü.	100
Şekil 5.22 : İSG uzmanı harita analiz fonksiyonu ekran görüntüsü.	101
Şekil 5.23 : İSG uzmanı risk değerlendirme ara yüzü ekran görüntüsü.	101
Şekil 5.24 : İSG uzmanı risk değerlendirme işlevleri ekran görüntüsü.	102
Şekil 5.25 : Risk değerlendirme sonuç ekran görüntüsü.	103
Şekil 5.26 : İSG uzmanı raporlama işlevi ekran görüntüsü.	104
Şekil 5.27 : İSG uzmanı örnek rapor ekran görüntüsü.	104
Şekil 5.28 : İSG uzmanı yeni kayıt giriş ara yüzü.	105
Şekil 5.29 : Genel kullanıcı veri giriş ara yüzü ekran görüntüsü.	106
Şekil 5.30 : Genel kullanıcı sonuç görüntüleme ekran görüntüsü.	107

İŞ SAĞLIĞI VE GÜVENLİĞİ RİSKLERİNİN COĞRAFİ BİLGİ SİSTEMLERİ İLE MODELLENMESİ – DOĞRUSAL PROJELER İÇİN KARAR DESTEK SİSTEMİ TASARIMI

ÖZET

İSG açısından, inşaat sektörü, pek çok ülkede, istatistiksel olarak en tehlikeli endüstri dallarından biri olarak değerlendirilmektedir. İnşaat sektöründe gerçekleşen iş kazaları can kaybına neden olmasının yanı sıra inşaat maliyetlerini arttırmakta, iş programında gecikmelere ve yüklenici şirketler için saygınlık kaybına neden olmaktadır.

Mekânsal olarak dağınık yapıda olan boru hattı ve otoyol gibi doğrusal projeler için, İş Sağlığı ve Güvenliği (İSG) konusunda, kazalardan korunmak amacı ile gerekli önlemlerin alınması; son derece önemlidir. Doğrusal projelerde şantiyelerin yerlerinin sabit olmamasından ötürü çok sayıda alt yüklenici ve ekip; uzunluğu yüzlerce kilometreyi bulan güzergâh boyunca dağınık yerlerde çalışmak zorundadır. Bu nedenle sahada görevli mühendis ve teknik elemanlar için üretimin izlenmesi ve İSG risklerinin belirlenmesi oldukça güç bir hal almaktadır. Gerek bu zorluğun ortadan kaldırılması gerekse proaktif ve katılımcı bir İSG yönetiminin sağlanması için İSG risklerinin sahada otomatik olarak belirlenmesi ihtiyacı bulunmaktadır.

Günümüzde yürütülmekte olan projelerde kaynak kısıtlılığı, yetişmiş eleman azlığı ve reaktif İSG kültürü gibi nedenlerle üretimden sorumlu mühendis ve teknik elemanlar yaptıkları işin yanı sıra İSG uzmanı gibi görev görmektedirler. Hâlihazırda gerçekleştirilen uygulamalarda işin başlangıcında her bir inşaat aktivitesi için risk değerlendirmeleri yapılmakta ve bunlar iş yapım yöntemlerinin bir eki olarak ekip sorumlusu ve mühendislerle dağıtılmaktadır. Ancak bu dokümanlar işin başlangıcında bir kere okunmakta ve sonrasında kullanılmamaktadır. Bunun yanı sıra bu bilgiler günlük iş planlarının bir parçası olamamakta ve sadece bir doküman eki olarak ofiste kalmaktadır. Bu nedenle mühendis ve çalışanlar arasında İSG farkındalığı azalmakta bu da tehlikeli durumlara ve iş kazalarına neden olmaktadır.

Son yapılan araştırmalar Coğrafi Bilgi Sistemleri'nin (CBS) doğrusal projelerde tasarım aşamasında güzergâh seçiminde, yapılabilirlik çalışmalarında; yapım aşamasında proje yönetim aracı olarak, gerçekleştirilen üretimin izlenmesinde; işletme aşamasında varlık yönetiminde, bakım çalışmalarının yönetiminde kullanıldığını göstermektedir. Bunun yanı sıra CBS; yangın, deprem, kasırga gibi doğal afetler ile petrol yayılması gibi çevresel felaketlerde risk haritalarının oluşturulması için yaygın olarak kullanılmaktadır. Ancak doğrusal inşaat projelerinde günlük iş planlarının yapılması sırasında İSG risk değerlendirmesinde kullanılacak CBS' ne dayalı bir sistem geliştirilmemiştir.

CBS teknolojisi, farklı veri grupları ile mekânsal özellik ve nesneleri ilişkilendirme yeteneğine sahip olduğu için doğrusal inşaat projelerinde, mekânla ilişkili İSG tehlike ve risklerini belirleme ve vurgulama potansiyeline sahiptir. CBS yardımı ile harita ve listelerden çalışma bölgesin topoğrafik yapısı, jeolojik özellikleri gibi farklı veri kümeleri ve bilgi üretilip analiz edilerek İSG riskleri belirlenebilir. Bu sayede sahada çalışan işgörenler için İSG risklerini gösteren haritalar hızlı bir şekilde üretilir.

Bu araştırma çalışmasında; İSG risk değerlemeleri ile mekân ilişkisini araştırılarak modellenmiş ve doğrusal inşaat projeleri genelinde petrol boru hattı projeleri özelinde proaktif bir İSG yönetiminin sağlanması için bir karar destek sistemi tasarlanarak, gerçekleştirilmiştir.

Bu çalışmanın amacı; mekânla ilişkili İSG risklerinin, CBS' ne dayalı bir yaklaşımla, otomatik olarak belirlenmesi ve bu risklerin gerçekleşmesini önlemek veya etkisini azaltmak için azaltıcı önlemler önerilmesini sağlayarak boru hattı projelerinde sahada görev yapan mühendis ve teknik elemanlara yardımcı olacak bir yaklaşım geliştirmektir. Risk değerlendirme İSG yönetim sistemlerinin planlama evresinin temel bölümlerinden birini oluşturmaktadır. Bu çalışmada uygulamada yaygın olarak kullanılan L tipi matris risk değerlendirme yöntemi kullanılmıştır. Bu yöntemde riskler gerçekleşme olasılığı ile olası etkilerinin sayısal değerlerinin çarpımı sonucunda belirlenmektedir.

Geliştirilen sistem, mekânsal veriler ile İSG verilerinin web tabanlı bir ortamda bütünleştirilmesini sağlamaktadır. Mekânsal veriler topoğrafik haritalar ile boru hattı yapım projelerinden türetilmiş ve coğrafi veri tabanına aktarılmıştır. Mekânla ilişkili tehlike risk ve azaltıcı önlemler İngiliz; Management Of Health & Safety At Work Regulations 1999 (MHSW, 1999), Health And Safety At Work Act 1974 (HASAW, 1974), Safe Use Of Lifting Equipment (Loler, 1998), Construction (Health, Safety And Welfare) Regulations 1996 (CHSW, 1996) ile Amerikan Yapı İşlerinde İSG Uygulama Yönetmeliği 29CFR1926 düzenlemeleri temel alınarak aktivite bazlı olarak hazırlanan risk değerlemelerinden seçilmiştir. İSG tehlikeleri, mekâna özgü ve kişi ekipmana özgü olmak üzere iki ana grupta değerlendirilmiş ve ayrı bir İSG veri tabanına aktarılmışlardır. Bu ikili veritabanı yapısı; uygulamanın başka yönetim bilişim sistemleri ile bütünleştirilmesini sağlamak amacı ile kullanılmıştır.

Geliştirilen sistemde, İSG açısından riskli yerler otomatik olarak belirlenmekte ve harita üzerinde risk skorlarına göre grafikleştirilmektedir. Bunun yanı sıra bu tehlikeli alanlarda iş kazası gerçekleşmesini önlemek için alınması gereken tedbirler sistem tarafından kullanıcıya sunulmaktadır.

Geliştirilen CBS tabanlı karar destek sistemi prototipi ile mekansal veriler ve İSG verilerinin birlikte çalışması sağlanmıştır. CBS teknolojisinin mekânla ilişkili İSG risklerinin otomatik olarak belirlenmesinde kullanılabilecek uygun bir yöntem olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Sistem web tabanlı yapısı ile uzaktan erişim ve kontrolü sağlamakta bu sayede dağınık coğrafyalarda gerçekleştirilen doğrusal projelerde yüksek düzeyde kullanıcıya ulaşmayı olanaklı kılmaktadır. Kullanıcı sayısının artması ve ortamdan bağımsız erişim sayesinde İSG farkındalığının artırılmasına katkı yapılarak proaktif ve katılımcı bir İSG anlayışının oluşturulması sağlanmaktadır.

THE OCCUPATIONAL HEALTH AND SAFETY RISK MODELING WITH GEOGRAPHICAL INFORMATION SYSTEMS - DECISION SUPPORT SYSTEM DESIGN FOR LINEAR PROJECTS

SUMMARY

The construction industry is one of the most hazardous industries in many countries. The construction accidents not only cause fatalities but also increase costs, cause delays and damage the reputation of the contractors.

Taking health and safety (H&S) measures to prevent accidents is especially important for linear projects (e.g., pipeline or highway projects) due spatially dispersed nature of horizontally linear projects. In linear projects, the project site is not at a fixed location and multiple crews and sub-contractors perform jobs at various scattered points along a route which might be hundreds kilometres. Thus, it is a challenging task for site engineers and superintendents to closely follow up production and to identify H&S risks. There is a need for identifying H&S risks automatically at the job sites of such projects for proactive H&S management.

Nowadays, workers in construction projects such as enginners and superintendents are in charge of H&S tasks in additon to their own duties due to the fact that lack of financial resources, experts and reactive H&S culture. Currently, the H&S personnel performs risk assessment for each construction method and keeps this information attached to the method of statement that is submitted to the owner at the beginning of the project. However, usually site workers and superintendents do not use this risk assessment information at site since it is recorded on based documents, which are kept in the office. Also this information is only associated with method of statement, not related with daily individual activities. This results in low awareness in H&S among workers and engineers and leads to hazards and fatalities at construction sites.

Recent research studies demonstrate that Geographic Information System (GIS) can be used for route selection, feasibility studies, progress monitoring, asset management, and operation and maintenance management for linear projects.

Furthermore, hazard map preparation is a very common use of GIS in risk assessment in natural catastrophes such as earthquake risk assessment, hurricane impact risk assessment and environmental risk assessments such as oil spilling at the sea. However, a GIS based system was not developed for use in health and safety risk assessment as a part of daily working plans in linear construction projects.

GIS technology holds a potential for identifying and highlighting geography-related H&S risks at linear construction projects. GIS is capable of linking and integrating different data sets with geographic data. Different data sets from maps or lists can be extracted and analyzed to identify H&S risks by reasoning about geographic information such as topographic landforms and regional geology. These advantages provide great flexibility for rapidly creating maps with necessary H&S risk information for superintendents and workers at site.

This research study aims to modelling H&S risk assessments and spatial relations and develop a decision support system for proactive H&S management in linear projects with a specific focus on oil pipeline construction projects.

The objective of this study is to develop an approach to assist construction engineers and superintendents in (1) automatically identifying geography-related H&S risks at pipeline projects by using a GIS based approach and (2) providing necessary mitigation measures for identified risks. Risk assessment is an essential part of the planning stage of any H&S management system. In this research study, qualitative method was selected since it is a commonly used for risk assessment in pipeline projects. To perform a qualitative risk analysis, L type risk matrix method was used. In risk matrix, risks are rated according to the probability of their occurrence and their possible consequences.

The proposed system provides integration of spatial and H&S information in a single web-based environment. In the study, spatial data was retrieved from construction layout plans and topographic maps of the project. Geography-related hazardous work activities, risks, risk scores and mitigation measures were extracted from British Management Of Health & Safety At Work Regulations 1999, British Health And Safety At Work Act 1974, British Safe Use Of Lifting Equipment Regulations, British Construction Health, Safety And Welfare Regulations 1996, US Federal Regulations 29CFR1926 and formalized data was entered to H&S database. Two types of hazards were evaluated:(1) spatial hazards, which can occur if some spatial characteristics exist, (2) non-spatial hazards, which are independent of spatial characteristics. In this system two separate databases was used in order to integrate other management information systems.

In the developed system, the GIS database was queried for potential hazards at specific locations and the work areas that had hazard potential and safety risks were automatically identified and highlighted on the map. Moreover information about mitigation measures was retrieved to take necessary actions for preventing construction accidents.

The prototype system that was developed is currently in the testing stage. The results so far showed that GIS based decision support system integrated spatial and H&S data and GIS technology is a feasible option for identification of geography-related H&S risks automatically. It is anticipated that the system can facilitate an effective H&S management with high-level participation of employees. Since it is a web-based system, it enables remote access and control, which is important for linear projects that have a scattered nature.

1. GİRİŞ

Dünya Sağlık Örgütü ve Uluslararası Çalışma Örgütü tarafından; tüm mesleklerde işçilerin bedensel, ruhsal, sosyal iyilik durumlarını en üst düzeye ulaştırmak, bu düzeyde sürdürmek, işçilerin çalışma koşulları yüzünden sağlıklarının bozulmasını önlemek, işçileri çalıştırılmaları sırasında sağlığa aykırı etmenlerden oluşan tehlikelerden korumak, işçileri fizyolojik ve psikolojik durumlarına en uygun mesleksel ortamlara yerleştirmek ve bu durumlarını sürdürmek şeklinde tanımlanan İş Sağlığı ve Güvenliği (İSG) çalışmalarının amacı; iş kazaları ve meslek hastalıklarından çalışanları korumak, daha sağlıklı bir ortamda çalışmalarını sağlamaktır. Buna ek olarak, günümüzde, üretim güvenliğini sağlayarak verimi artırma ile işletme güvenliğini sağlama işlevleri de bu kapsamda değerlendirilmektedir.

İSG açısından, inşaat sektörü, pek çok ülkede, istatistiksel olarak en tehlikeli endüstri dallarından biri olarak değerlendirilmektedir (Salminen, 1995; BLS, 2009). Sosyal Güvenlik Kurumu'nun 2007 İstatistik Yıllığı sonuçlarına göre ülkemizde, kayıtlı 8.505.390 sigortalı çalışan üzerinden yapılan araştırmada toplam 80.602 iş kazası gerçekleşmiş, 1.550 tanesi sürekli iş göremezlikle, 1.043 tanesi ise ölümle sonuçlanmıştır (SGK, 2007). İnşaat sektöründe gerçekleşen iş kazaları can kaybına neden olmasının yanı sıra inşaat maliyetlerini arttırmakta, iş programında gecikmelere ve şirketler için prestij kaybına neden olmaktadır (Everett ve Frank, 1996). İngiliz İş Sağlığı ve Güvenliği Kurumu (HSE) tarafından yapılan çalışmalarda inşaat sektörü için söz konusu kaza maliyetlerinin proje bedelinin %3-6'sı düzeyinde gerçekleştiği belirtilmektedir (HSE, 2009).

Gerek insan yaşamı gerekse maliyet ve saygınlık kaybı gibi nedenlerle inşaat sektörü için ön plana çıkan İSG konusunda geliştirilen çağdaş yaklaşımlar iş kazalarını gerçekleşmeden önlemeyi ve kayıpları en aza indirmeyi amaçlamaktadır. Bu yaklaşımlar, sertifikasyon ve uzman desteği kullanımını öngören, geniş çaplı çalışan katılımını sağlayan, sürekli eğitimi zorunlu kılan, önleme ve korumaya dayalı, risk değerlendirmesi temelli, proaktif anlayışın benimsenmesini öngörmektedir. Bu

anlayış gereği İSG kavramı tehlikelerin önlenmesinin yanında risklerin öngörülmesi, değerlendirilmesi ve bu riskleri tamamen ortadan kaldıracak ya da zararlarını en aza indirebilmek için yapılacak çalışmaları da içermektedir. Bu çalışmalar çağdaş İSG yaklaşımlarının temel konusunu oluşturmakta ve İSG risk değerlendirmesi başlığı altında ele alınmaktadır. İSG risk değerlendirme çalışmaları; henüz bir tehlike gerçekleşmeden önce oluşabilecek tehlikelerin ve risklerin öngörülerek bunların kabul edilebilir olup olmadığına ilişkin karar verme çalışmalarını içermektedir (Özdemir, 2009; Kesim, 2009).

İSG'nin yanı sıra pek çok alanda risk değerlendirme çalışmaları, yönetim süreçlerinde kullanılmaktadır. Her türlü coğrafi referanslı verinin etkin olarak elde edilmesi, depolanması, güncellenmesi, kullanılması, analizi ve görüntülenmesi için bilgisayar donanımı, yazılımı, veri ve personelin organize olarak toplanmasından oluşan Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS); deprem, sel, orman yangını gibi doğal afetler için yapılan risk değerlendirmesi çalışmalarında verimli bir araç olarak kullanılmaktadır (Sala ve Vighi, 2008; Zhang ve diğ. 2009, Chuvieco ve diğ., 2010, Kincal ve diğ., 2010, Tingsanchali ve Karim, 2010). Bu araştırmalar sonucunda tehlike ve mekanın birbirine bağlı olduğu sonucuna ulaşılmaktadır. Örneğin fay zone üzerinde olan bir yerde deprem riski fayın bulunmadığı yerlere göre daha fazladır. Riskin derecesi fay zoneunun ve yereldiği bölgenin özelliklerine bağlı olarak değişiklik gösterebilir. Dolayısı ile deprem riskleri CBS'leri yardımı ile mekana bağlı olarak modellenenmektedir.

Günümüzde proje yönetimi, son derece kendine özgü nitelikler taşıyan bir iş yönetimi konusu haline gelmiştir. Bu konunun daha iyi anlaşılması ve karşılaşılan sorunların daha etkin çözümlere kavuşturulması amacı ile yapılan bilimsel çalışmalar son yıllarda giderek yoğunlaşmaktadır. Proje ölçeklerinin ve buna bağlı olarak kullanılan kaynakların büyümesi, bu alanda etkinliğin sağlanması konusuna duyulan ilginin giderek artmasına yol açmaktadır. Organizasyonların başarıları değişik seviyelerde karar alma mekanizmalarının sağlıklı bir şekilde çalışması ile yakından ilgilidir. Diğer bir anlamda varılmak istenen hedeflere ulaşılması doğru kararların uygun zamanda optimum kaynak kullanımı ile alınmalarına bağlıdır. Bu anlamda bilgi olmazsa olmaz kaynak olarak karşımıza çıkmaktadır. Bilgi; temel üretim süreçlerinde, emek, sermaye, makine ve donanım gibi temel üretim faktörlerine eklenen en önemli girdi olarak ele alınabilir. Bilgisayar tabanlı sistemlere dayalı

olarak gerçekleşen teknolojik gelişmeler, bilginin üretilmesi, saklanması, işlenmesi, paylaşılması ve amaca uygun kullanımını sağlayan sistemlerin geliştirilmesini de olanaklı hale getirmiştir. Bu gelişmeler bilgi sistemlerinin modern dünya da iş yapma süreçlerinin ayrılmaz bir parçası haline dönüşmesine neden olmuştur(Gökçen, 2007; Barutçugil, 2008). Bilgi sistemlerinin mekân ve özellikleri ile ilişkilendirilmesinden doğan CBS'leri proje yönetimi alanında da kullanılmaktadır (Obermeyer ve Pinto, 2008)

Bu noktadan hareket ile bu çalışmada;

- İSG planlaması ve risk değerlendirme çalışmaları ile mekan ilişkisi ele alınmakta,
- İSG veritabanları ile CBS proje yönetim sistemleri kapsamında birlikte çalışma olanaklarını değerlendirilmekte,
- CBS sunduğu mekansal analiz işlevlerinin proje yönetiminde ve İSG planlamasında kullanım olanakları araştırılmakta,
- CBS'ne dayalı proje yönetim sistemlerinin bir parçası olarak İSG planlaması için karar destek modeli önerilmektedir.

1.1 Problem ve Motivasyon

Doğrusal inşaat projeleri olarak anılmakta olan her türlü boru hatları, otoyollar, demiryolları gibi uzun mesafelerde devamlılık sergileyen yapıların yapım süreçleri; doğaları gereği oldukça karmaşık sistemlerdir. Bu tür projeler uzun mesafelere ve geniş coğrafyalara yayılı olarak gerçekleştirilmekte, zaman zaman uzunlukları binlerce kilometreyi bulmaktadır. Gerçekleştirilen üretimlerin aynı anda farklı yerlerde tekrar eder nitelikte olması, pek çok yüklenici ve alt yüklenicinin birlikte çalışmasını gerekli kılması ve üretim yerlerinin sabit olmaması bu tür projelerin yönetim ve denetimini zorlaştırmaktadır. Bu yapı, inşaat proje yönetim sistemlerine ilişkin çözümlerin kullanılmasını gerekli kılmaktadır.

CBS'leri, sunduğu teknolojik olanaklar ile bu tür doğrusal inşaat projelerinin yönetiminde; tasarım, yapım ve işletilmesi evrelerinde; karar verme süreçlerinde yönetim ve denetim amacıyla kullanılabilen etkin bir yöntem olarak kabul görmekte ve bu konuda araştırmalar yürütülmektedir. CBS'leri mekânsal veriler ile

özniteliklerinin görselleştirilmelerinden öte analiz edilebildiği araçlar sunmakta ve bunların karar süreçlerinde kullanılması ile proje yönetiminde etkinlik ve verimliliği arttırmak olanaklı olmaktadır. Bu anlamda farklı birimlerin üretime dair farklı veri ve bilgi ihtiyaçları CBS tabanlı bütünleşik proje yönetim sistemleri yardımı ile çözülmektedir (Bansal ve Pal, 2008; Bansal ve Pal, 2009).

CBS'leri doğrusal inşaat projeleri genelinde, petrol boru hatları projeleri özelinde de inşaat yönetim sistemleri için bir çözüm olarak kullanılmaktadır. Malzeme temin ve takibinden yapım işlerinin yönetilmesine, web tabanlı uygulamalarla tüm proje paydaşları için proje ilerleyişine dair günlük bazda gerçek zamanlıya yakın ve güvenli veri iletişiminden tüm proje veri ve dokümantasyonunun mekan bazlı elde edilerek, işletme aşamasına kolaylıkla aktarılmasına değin birçok alanda etkin ve verimli bir araç olarak kullanılmaktadır (Xiaoge ve Wentong 2005; Bansal ve Pal, 2006; Cobbs, 2006, Bansal ve Pal, 2007; Chand ve Gloven, 2009).

Ancak doğrusal projeler kapsamında değerlendirilen boru hattı inşaat projelerinin yapım aşaması özelinde gerçekleştirilen uygulama ve araştırmalar; CBS'ne dayalı sistemlerin yalnızca üretime dayalı verilerin görselleştirilmesi ve paylaşılmasında kullanıldığını göstermektedir. Dolayısı ile bu sistemlerin kullanımı sadece üretim birimleri ve bunların yöneticileri ile sınırlı kalmakta; İSG, çevre, kalite kontrol ve güvence gibi diğer birimlere ve onların gereksinimlerine cevap verememektedir. Bu sistemler sadece üst yönetime bilgi sunmak amacı ile tasarlanmakta; mühendis ve süpervizör gibi sahada çalışanlardan oluşan taktik ve operasyonel yönetim düzeyinde, yalnızca bilgi ihtiyacını karşılamaya yönelik oldukları için verimli kullanımları söz konusu olamamaktadır. Bu anlamda bu sistemler karar destek süreçlerinde efektif kullanım anlamında yetersiz kalmaktadırlar (Sönmez, 2009). Bu tür uygulamalarda CBS'lerinin yalnızca görselleştirme işlevi kullanılmaktadır. Oysaki CBS'leri proje yönetimine katkı sağlayabilecek nitelikte zengin mekânsal analiz araçları sunmaktadır.

Uygulamada inşaat sektöründe İSG planlaması ve risk değerlemesi çalışmaları iş planlarından ayrı gerçekleştirilmektedir. Ancak, gerek İSG uzmanlarının gerekse mühendislerin iş planlamaları ile eş güdümlü olarak İSG önlemlerinin nerelerde alınması gerektiğini belirlemesi gerekmektedir. Diğer bir deyiş ile etkin ve verimli bir İSG yönetimi için bu planlama çalışmalarının bağlantılı yapılması gerekmektedir (Chantawit ve diğ., 2005). Bu anlamda bilgisayar temelli inşaat proje yönetim

sistemleri ile İSG çalışmalarının bütünleştirilmesini sağlayacak modellerin ve buna dayalı araçların geliştirilmesi önem kazanmaktadır.

İSG planlaması yapan çalışanların, tüm potansiyel tehlikeleri ve bunlara yönelik önlemleri iki boyutlu planlar veya haritalar üzerinden belirleyebilecek bilgi ve deneyime sahip olmaları gerekmektedir. Buradan kaynaklanacak yanlış planlamanın önüne geçebilmek amacı ile; sanal gerçeklik ve 3 boyutlu görselleştirme alanlarında çalışmalar yapılmaktadır (Chantawit ve diğ., 2005; Hadikusuma ve Rowlinson 2002, 2003) Bu anlamda CBS'leri sunduğu üçüncü boyuta ilişkin gerek görselleştirme gerekse mekansal analiz olanakları ile etkin bir araç olarak kullanılabilir (Işıkdag ve diğ. 2008). Bu noktada diğer bir konu; planlama aşamasında uzmanlara destek amacı ile geliştirilen İSG veritabanlarının kullanımıdır. Bu veri tabanlarının temel işlevleri tehlikeleri belirlemede ve kazalardan korunma amacı ile alınması gereken önlemleri belirlemede kullanıcılara yardımcı olmaktır (Lingard ve Rowlinson, 2005). Yapılan araştırmalarda; CBS ile İSG veri tabanlarının birlikte çalışması ve bütünleşik geliştirilen uygulamalarda kullanımı ile İSG yönetimine katkı yapılacağı vurgulanmaktadır (Hadikusuma ve Rowlinson 2003).

1.2 Amaç ve Kapsam

Bu çalışmada CBS'lerinin; İSG planlamasında ve risk değerlendirmelerinde, mekanla ilişkili tehlike ve risklerin belirlenmesinde kullanım olanaklarının araştırılması amaçlanmaktadır. Bu bağlamda, CBS'leri yardımı ile İSG veri tabanlarının etkin ve verimli bir şekilde kullanımı, çağdaş İSG uygulamalarının hedefi olan riskleri minimize etme, katılımcı ve proaktif İSG yönetiminin sağlanması amacı ile birlikte çalışma olanakları araştırılmaktadır. Bunun yanı sıra CBS'nin inşaat projelerdeki bütünleşik yönetim sistemlerinin bir parçası olarak doğrusal projelerde İSG uygulamaları için de bir araç olarak kullanılabileceği düşüncesinden hareket ile İSG planlaması ve risk değerlendirmesinde kullanılması amaçlanmaktadır.

Doğrusal projelerde pek çok inşaat şirketinde, işgören sayısının en az düzeyde tutulması, sınırlı bütçeler ile maliyetlerin en az düzeyde tutulmak istenmesi ve yetersiz İSG kültürü gibi nedenlerden ötürü reaktif bir İSG yönetimi bulunmaktadır (Mohamad, 2003). Kaynak yetersizliği ve katılım eksikliğinden dolayı uzmanlar İSG açısından tehlikeli durumlar oluşmadan önce önlem alamamakta dolayısı ile reaktif

bir yönetim ortaya çıkmaktadır. Tasarlanan model ve geliştirilen sistem yardımı ile boru hattı yapımı sırasında yürütülen işlere ilişkin risk değerlemesi çalışmalarının mekâna dayalı olarak CBS yardımı ile yapılabileceği ve İSG işlevlerinin proje yönetim sistemlerinin bir parçası olarak tasarlanması ile her kademede çalışan işgörenlerin İSG sürecine dahil edilip proaktif bir yaklaşıma katkı sağlanması amaçlanmaktadır.

Doğrusal projeler kapsamında değerlendirilen boru hattı projeleri tasarım, yapım ve işletme olmak üzere üç evrede gerçekleştirilmektedir. Yapım işlerinde organizasyonel yapı; doğrudan üretime dönük bölümler ile bunlara destek veren tamamlayıcı birimlerden oluşmaktadır. Bu anlamda değerlendirildiğinde; inşaat, mekanik ve elektrik bölümleri; üretim yapan temel birimler olarak gruplandırılırken mühendislik veya diğer adı ile etüt ve proje, kalite, İSG, halkla ilişkiler birimleri tamamlayıcı ve destekleyici bölümleri oluşturmaktadır. Bu çalışma kapsamında; yapımı karada gerçekleştirilen petrol boru hattı projelerinin yapım evresinde gerçekleştirilen temel aktiviteler olan güzergâh açma, kanal açma, indirme, geri dolgu ve restorasyon olarakta adlandırılan eski haline getirme işlerini kapsayacak şekilde tasarlanmıştır. Bundan dolayı geliştirilen sistem ön ürünü, güzergâh açma, kanal açma, indirme, geri dolgu ve eski haline getirme işleri için düzenlenmiş risk değerlendirmelerini kapsayacak şekilde tasarlanarak gerçekleştirilmiştir.

Özetle bu çalışmanın temel amacı; İSG tehlike ve riskleri ile mekân arasındaki ilişkilerin araştırılarak modellenmesi, bu model temelinde proje yönetim sistemlerine bütünsel web tabanlı mekâna dayalı İSG karar destek sistemi (KDS) tasarlanması ve gerçekleştirilmesidir. Bu noktadan hareketle; doğrusal inşaat projeleri genelinde petrol boru hattı projeleri özelinde yürütülen aktivitelere ilişkin İSG tehlikeleri bunlara dayalı risklerin mekâna dayalı analiz edilebilirliği araştırılarak; aktiviteye bağlı tehlikeleri bunların risklerini ve öngörülen azaltıcı önlemleri sunan web tabanlı bir karar destek sistemi tasarlanarak gerçekleştirilmiştir.

İSG ile mekânsal ilişkilerin ele alınarak modellendiği ve bu model çerçevesinde doğrusal inşaat projeleri kapsamında petrol boru hattı projeleri özelinde tasarlanarak gerçekleştirilen Web tabanlı CBS'ne dayalı karar destek sisteminin ele alındığı bu tez çalışmasının giriş bölümünde yapılan çalışmanın önemi ve gerekliliği değerlendirilmektedir. Bunun yanı sıra bu bölümde İSG kavramı, önemi ve güncel yaklaşımlar ele alınarak proje yönetimi kavramı kapsamında doğrusal projeler, CBS

ve İSG kavramlarının ara kesiti değerlendirilmektedir. Bu konuda yapılan araştırmalar ve gereksinimler vurgulanarak problem tanımlanmaktadır. Amaç ve kapsam kısmında çalışmanın amacı irdelenerek kapsamı açıklanmaktadır.

İkinci bölümde İSG'nin kavramsal boyutu ele alınmış, bu kapsamda ülkemizde ve dünya daki tarihsel gelişim, temel kavramlar, risk yönetimi, yapı işlerinde İSG uygulamaları ve bunlara ilişkin araştırmalar ele alınarak irdelenmektedir.

Üçüncü bölümde doğrusal projeler kapsamında değerlendirilen petrol boru hattı projelerinin aşamaları ele alınarak yapım süreci ve bu süreçte gerçekleştirilen aktivitelere ilişkin bilgi verilmektedir.

CBS'lerinin ele alındığı dördüncü bölümde; CBS'lerinin bileşenleri, görevleri açıklanarak petrol boru hattı projelerinde kullanım alanları ve bunlara ilişkin yürütülen araştırmalar irdelenmektedir.

Tez kapsamında gerçekleştirilen uygulama çalışmasının değerlendirildiği beşinci bölümde; uygulama geliştirme kapsamında kullanılan teknolojiler, veriler ve uygulama adımları açıklanmaktadır. Uygulama adımları kapsamında; İSG tehlikeleri ve kaza oluş nedenleri ile mekân ilişkisinin değerlendirilerek geliştirilen mekâna dayalı İSG modeli ile petrol boru hattı yapım projeleri aktiviteleri için tasarlanarak gerçekleştirilen KDS'nin kavramsal modeli açıklanmıştır.

Bir sonraki aşamada bu kavramsal model ışığında geliştirilecek sistemin özelliklerinin belirtildiği sistem mimarisi ve buna ilişkin geliştirilen çözüm mimarisi açıklanmaktadır. Çözüm mimarisi temelinde gerçekleştirilecek sistemin veri tabanlarının tasarımı ve gerçekleştirilmeleri ve KDS'nin üzerinde çalışacağı harita servisinin oluşturulması aşamaları da bu bölümde ele alınmaktadır. Bu bölümde son olarak; web tabanlı CBS'ne dayalı geliştirilen KDS ele alınmış ve kullanıcı profilleri ve program ara yüzleri ve işlevleri detayları ile açıklanmaktadır.

Altıncı ve son bölüm olan sonuç ve değerlendirmeler kısmında; yapılan çalışma sonucunda elde edilen bulgular değerlendirilerek, sağlanan katkılar ele alınmakta, karşılaşılan sorunlar ve geliştirilen çözümler açıklanarak bu çalışma ışığında gelecekte yapılması planlanan çalışmalara vurgu yapılmaktadır.

2. İŞ SAĞLIĞI VE GÜVENLİĞİ

2.1 İş Sağlığı ve Güvenliği Kavramı

Yaşama hakkı, diğer bütün hakların da kullanılmasına imkân veren en temel hak olup insanın beden ve ruh bütünlüğünün korunması ve bunlarda bir zarara meydan vermeyecek bir garantinin sağlanması anlamındadır. Herkesin yaşama, maddi ve manevi varlığını koruma ve geliştirme hakkı ile sağlıklı ve dengeli bir çevrede yaşama hakkına sahip bulunduğu, devletin herkesin yaşamını beden ve ruh sağlığı içerisinde sürdürebilmesini sağlamak zorunda olduğu anayasa ve yasalarla güvence altına alınmıştır (Demirbilek, 2005; Demir, 2005; Süzek, 2008; Özdemir, 2008).

İSG'nin kavramsal boyutunu ele alınabilmesi için öncelikle sağlık ve güvenlik kavramlarının açıklanması gerekmektedir.

Sağlık, her şeyden önce bireylerin ekonomik, sosyal, kültürel, medeni ve siyasi nitelikli temel haklarının başında gelen temel bir insan hakkıdır. Buna dayanarak bireyler, toplumdan ve devletten sağlıklarının korunmasını ve ihtiyaç durumunda tedavi edilmelerini talep edebilmektedirler. Sağlık, bireyin sahip olduğu bir değeri yansıtması nedeniyle, gerek toplumun ve gerekse bireyin sosyo-ekonomik düzeyine bağlı olan bir gösterge olarak fizyo-psikolojik durumu göstermektedir (Yeğinboy, 1993; Demirbilek, 2005; Sabuncu, 2005).

Günümüzde; bireylerin sağlık ve güvenliğinin sağlanması ve korunması toplumun bütünü açısından önem taşımaktadır. Bu noktadan hareketle daha özel kapsamda ele alınan çalışanların sağlık ve güvenliği devletlerin sosyal politikalarının temel konularından biri haline gelmiştir. Kavramsal boyutu ile İş Sağlığı ve Güvenliği'nin (İSG) ele alınabilmesi için öncelikle en temel hak olan yaşama hakkının ve yaşamı sağlıklı sürdürme hakkının ele alınması kaçınılmazdır (Süzek, 2008).

Sağlık; bireyin fiziksel, duygusal, zihinsel ve toplumsal açıdan, başka bir anlatımla, çevresi ile uyum içinde işlev görebilme yeteneği biçiminde tanımlanmaktadır. Bu anlatım biçimi ile sağlık; toplumun bir parçası olan bireyin yalnızca kendisini değil, içinde bulunduğu toplumsal çevreyi de dikkate almaktadır. Dolayısı ile yaşanan

çevreye organizmanın uyumunu ifade etmekte ve sadece hastalık ve sakatlıkların yokluğu değil, bedensel, ruhsal ve sosyal yönden tam bir iyilik durumunu anlatmaktadır (Yeğinboy ve diğ., 1993).

Bu kavramsal yaklaşım Dünya Sağlık Örgütü'nün Anayasası'nda yer almakta ve bireyin bedensel, ruhsal ve sosyal yönden tam bir iyilik durumuna ulaşması hedefini ifade etmektedir. Bu noktadan hareketle bedensel ve ruhsal faaliyetlerini engelleyecek organik ya da fonksiyonel bozukluklardan uzak olan birey sağlıklı olarak nitelenmektedir. Bireye ilişkin bu hedefe ulaşılmasında, kişinin yaşadığı ve özellikle çalıştığı ortam büyük önem taşımaktadır (Demircioğlu, 1997; Demirbilek, 2005). İşçilerin sağlığının korunması ve geliştirilmesi, toplumun sağlığına yönelik çalışmalar içinde önemli ve vazgeçilmez bir yer tutmaktadır. Sosyal ilişkiler, kültürel öğeler ve yaşam koşulları göz önüne alınmadan sağlıktan söz edilmesi mümkün olmamaktadır (Gökpınar, 2004).

Ülkelerin sanayileşmesine paralel bir biçimde, işçilerin sağlık ve güvenlik içinde çalışmalarının sağlanması, çözümü gereken en önemli sorunlardan biri olarak ortaya çıkmıştır. Toplumun tüm bireylerinin yararlandığı sanayileşmenin ve teknolojik gelişmelerin bedelini çalışanlara ödetmeme kaygısı çağdaş toplumların başlıca amaçlarından biri olmuştur (Süzek, 2008).

Günümüzde yaşanan teknolojik gelişmeler, bir yandan toplumların refah düzeyini arttırırken diğer yandan insan hayatı ve çevre için birçok tehlikeyi de beraberinde getirmektedir. Üretimde yaşanan büyüme ve artış ve buna paralel artan makineleşme diğer bir ifade ile sanayileşme süreci içerisinde, çalışanların sağlığına ve güvenliğine ilişkin yeni tehditlerin ortaya çıkmasına neden olmuştur. Üretimde insan ögesinin önemi, verimliliğin yanı sıra, doğrudan doğruya çalışanın sağlığıyla ve üretim sürecinde her türlü kazaya karşı güvence altına alınmasıyla ilişkilidir (Kuru, 2000; Tekinşen, 1989).

Sağlıklı çalışma ortamı ve çevresi; iş barışı ile hızlı ve sağlıklı kalkınmanın da ön koşuludur. İş kazaları ve meslek hastalıkları, sonuçları itibariyle insan hayatını ve sağlığını tehdit etmesinin yanında, işletmeler için önemli bir maliyet unsuru olarak işyerinde verimliliği ve karlılığı da doğrudan etkileyen bir etmen olarak karşımıza çıkmaktadır (Mert, 2002).

Güvenlik kavramı algılanışı ve doğası gereği bir tehlike karşısında korunmayı, tehlikenin gerçekleşmesi durumunda ise bundan kurtulmayı anlamlandırdığından tehlike kavramı ile etkileşim içerisinde ele alınmaktadır. Dolayısı ile iş güvenliği kavramı tehlike ve risk kavramlarıyla ilişkili olarak tanımlanmaktadır.

İş güvenliğinin uluslararası anlamda üzerinde anlaşmaya varılmış genel geçer bir tanımı bulunmamaktadır (Powell, 2009). Literatürde yer alan tanımlarda: A. Manuele, güvenlik kavramını, risklerin kabul edilebilir düzeyde olduğu her durum olarak nitelendirmekte; Raouf ve Dhillon (1994) ise güvenliği, insanca yaşamı ve etkinliğini koruma ve örgütün her bir misyonu bakımından doğabilecek zararların önlenmesi olarak tanımlamaktadırlar. Strasser ve diğ. (1973) daha ayrıntılı bir yaklaşım ve anlatım ile güvenlik kavramını, *insanca davranışının değişiminden ve/veya tehlikelerin olasılığını azaltmak için fiziki çevrenin dizayn edilmesinden ortaya çıkan bir koşul ya da durumdur, bu sayede kazalar azalır*, biçiminde açıklamışlardır.

Bir diğer anlatımla güvenlik, iş kazasına bağlı yaralanma ve ölüme, meslek hastalığına, donanım, mal, mülk kaybına ya da zararına neden olabilen koşullardan uzak olma biçiminde tanımlanabilir. Bu bağlamda güvenlik, iyi teknik tasarım, nitelikli üretim ve organizasyon bileşiminin bir sonucu olarak tanımlanmaktadır (Demirbilek, 2005).

Bunların dışında literatürde yer alan tanımlardan bazıları şu şekilde özetlenebilir; Rowe (1977), bir olayın istenmeyen sonuçlarının gerçekleşme potansiyeli, Hammer (1981), tehlikelere maruz kalma durumundan görece korunma veya tehlike halinin karşıt anlamlısı; Confer ve diğ., (1994), maddelerin doğru kullanımı veya iş veya görevlerin zarar ziyana neden olma kapasitelerinin azaltılarak yürütülmesi, Ringhdal, (1993) ile Kumamoto ve diğ., (1996), riskin karşıtı, son olarak Van Steen (1996); Stanks (2002), sonuçları zarar ve ziyana neden olabilecek tehlikelerin yokluğu durumu olarak tanımlamışlardır.

Yukarıda ele alınan anlatımlarda yer alan güvenlik kavramına ilişkin tanımların içerik ve yaklaşımlarının birbirinden farklı olmalarına karşın, tümünün ortak noktası güvenliğin kazaları önleme ve azaltma düşüncesine dayanmasıdır. Bu çerçevede iş yerinde işin yürütülmesi sırasında çeşitli nedenlerden kaynaklanan sağlığa zarar verebilecek koşullardan korunmak amacıyla yapılan sistemli ve bilimsel çalışmalar iş güvenliği olarak adlandırılmaktadır. İş güvenliğinin özünde çalışanların işten, iş

ortamından ve çalışma dolayısıyla karşı karşıya kalabilecekleri tehlikelere karşı korunmaları amacı yer almaktadır (Özdemir, 2009; Kesim, 2009).

Dünya da ve ülkemizde sanayileşme ve teknolojik gelişmelere paralel olarak özellikle işyerlerinde üretken faktör olan çalışan kişilerin sağlığı ve güvenliği ile ilgili bir takım sorunlar ortaya çıkmıştır. Başlangıçta fazla önemsenmeyen bu sorunlar iş verimini ve işletmeyi tehlikeye sokmasıyla önem kazanmış ve üzerinde düşünülmesi gerekliliği doğmuştur. Bu aşamada yapılan çalışmalar sonucunda işyerlerinde çalışma düzenini ve koşullarını kapsayan birtakım kurallar ve kanunlar yürürlüğe konmuştur. Ancak geçen zaman içinde bu düzenlemelerin yetersiz olduğu görülmüş ve soruna daha değişik açılardan yaklaşılması gerekliliği baş göstermiştir. Bunun üzerine yapılan çalışmalar ve araştırmalar sonucunda İSG kavramı doğmuş, konuya bilimsel olarak yaklaşılmaya başlanmıştır (Akyüz, 1980).

Dünya Sağlık Örgütü (DSÖ-WHO) ile Uluslararası Çalışma Örgütü (UÇÖ-ILO) İş Sağlığı ve Güvenliğini, “Tüm mesleklerde işçilerin bedensel, ruhsal, sosyal iyilik durumlarını en üst düzeye ulaştırmak, bu düzeyde sürdürmek, işçilerin çalışma koşulları yüzünden sağlıklarının bozulmasını önlemek, işçileri çalıştırılmaları sırasında sağlığa aykırı etmenlerden oluşan tehlikelerden korumak, işçileri fizyolojik ve psikolojik durumlarına en uygun mesleksel ortamlara yerleştirmek ve bu durumları sürdürmek, özet olarak işin insana ve her insanın kendi işine uyumunu sağlamak” olarak tanımlamaktadır.

Bu tanımlardan ve çağdaş gelişmelerden yola çıkarak, Fişek (2002) ve Gökpınar (2004) İSG’nin boyutlarını ortaya koyan aşağıdaki temel ilkeleri vurgulamışlardır.

- Temel görev, koruyucu hizmetlerdir,
- İş ile onun sağlık yönü birbirinden ayrılamaz,
- Öncelikle üzerinde durulması gereken insandır. Üretim ikinci plandadır,
- İSG, her işte çalışanların sağlığı ile ilgilidir,
- İSG, yalnızca iş kazalarıyla meslek hastalıklarından oluşmamaktadır,
- İş kazalarıyla meslek hastalıkları önlenabilir nitelikte olgulardır. Dolayısıyla varlıkları, gerekli önlemlerin alınmadığının göstergesidir,

- İSG yalnızca işçinin sağlığının korunması değil, geliştirilmesini de amaçlamaktadır,
- Yaşama ve çalışma koşulları birbirinden ayrılmaz bir bütün olarak ele alınmalıdır,
- Çalışılan ve çalışılmayan (işsizlik, izin, grev v.b.) dönemler, İSG kavramı açısından, birbirinden ayrı düşünülemez,
- İşçi ve ailesinin sağlığı arasında doğrudan bağlantı vardır,
- İSG, çok bilimli bir konu olup tıp bilimleri, mühendislik bilimleri, sosyal bilimler ile ilgilidir,
- İSG bir ekip hizmetidir. Bu çok-bilimli karakterinin bir uzantısı olarak, eşgüdüm halinde ve çok sayıda uzmandan oluşan bir hizmetin sunulması zorunluluk olmaktadır,
- İSG hizmetlerinde kurumlar arası işbirliği zorunludur,
- Konunun ekonomik boyutu, hizmet planlayıcılarından sunucularına kadar herkesi ilgilendirmektedir,
- Bilim ve teknoloji alanındaki hızlı gelişmeler, İSG alanındaki bilgilerin de sürekli olarak yenilenmesini gerektirmekte, dolayısıyla sürekli eğitimi zorunlu kılmaktadır,
- İşçilerin sağlığını korumak ve geliştirmek, temelde bir işveren yükümlülüğüdür.

2.2 İSG Kavramının Tarihsel Gelişimi

Çalışma eylemi; insanoğlunun var olabilmek ve varlığını koruyup sürdürebilmek amacını taşıyan doğa ile olan savaşımları ile başlamış ve insanlığın tarihsel gelişiminde büyük rol oynamıştır. İnsanoğlu tarih boyunca temel gereksinimlerini karşılamak ve varlığını sürdürmek amacı ile çalışmıştır. İlk insanla başlayan üretim süreci boyunca üretim teknik ve biçimleri değişmiştir. Taşın ve toprağın işlenmesi, madencilik tekniklerinin geliştirilmesi, ateşin bulunması, giderek buhar gücünden yararlanma olanakları, iş aletlerinin ve üretim araçlarının gelişiminde önemli etkiler yaratmıştır. Çalışma yaşamındaki gelişmelerin yarattığı sorunların çözümü için yapılan

alışmalar İSG kavramının gelişiminde de temel öğeler olmuştur. Bu nedenle yapılan iş ile sağlık arasında ilişki kurmanın tarihçesi oldukça eski çağlara dayandırılmaktadır. Bu yaklaşım ışığında İSG kavramının dünya da ve ülkemizde tarihsel gelişimi ayrı incelenecektir.

2.2.1 Dünya da İSG kavramının tarihsel gelişimi

Günümüzden yaklaşık bir milyon yıl önce Afrika kıtasında taştan yapılma ilk el aletlerinin kullanılması ile uygarlık tarihinde önemli bir aşama gerçekleşmiştir. El aletlerinin çalışma yaşamında kullanılması ile doğada bulunan nesnelerin insanoğlunun ihtiyaç duyduğu maddi varlıklara dönüştürülmesi olanaklı hale gelmiş ve bu sayede doğayı denetim altına alma ve onu dönüştürme yetkinliğine erişilmiştir (Diamond, 2002; Leakey, 1981).

Temel gereksinimleri karşılamak amacı ile alet kullanma ile başlayan bu dönüşüm yaklaşık 12.000 yıl önce ilk tarım faaliyetlerinin gerçekleşmesi ile devam etmiştir. Antropolojik ve arkeolojik bulgular; ilk madencilik faaliyetlerinin günümüzden yaklaşık 6.000 yıl önce bakır kullanımı ile başladığını; 5.000 yıl önce ise taştan yapılan el aletlerinin yerini bakırdan yapılma aletlerinin aldığını göstermektedir.

Tarımsal üretim, madencilik ve buna dayalı zanaatların oluşturduğu ekonomik faaliyetlerle şekillenen çalışma yaşamı; insanoğlunu avcılık ve toplayıcılık döneminde karşı karşıya kaldığı tehlikelerden daha fazlası ile yüzleşmesine neden olmuştur. Madenlerde çalışan insanların solunum problemleri yaşadıkları, o dönemde boyama amacı ile kullanılan civa ve arseniğin toksik etkilerine maruz kaldıkları düşünülmektedir (Hunter, 1974; Ramazzinni, 1940).

İlerleyen çağlarda Mısır piramitlerinin yapımı gibi büyük ölçekli inşaat projelerinde; çalışanların iskelet sistemi ile ilgili ortopedik rahatsızlıklar ve çeşitli zehirlenmeler yaşadıkları bu rahatsızlıkların tedavisi için o dönemde çeşitli medikal operasyonların yapıldığı bulunan papirüslerden anlaşılmaktadır (Feldman, 1999; Gallo, 2001).

Antik Yunan dönemine gelindiğinde; bugünkü anlamda İSG uygulaması olarak tanımlanabilecek çalışmalara rastlanmaktadır. Bu dönemde birçok bilim insanı bugün dahi geçerli sayılabilecek çalışanların sağlık ve güvenliğine yönelik öneri ve savlar ileri sürmüşlerdir. Bunlardan ünlü tarihçi Herodot ilk kez çalışanların verimli olabilmesi için yüksek enerjili besinlerle beslenmeleri gerektiğine değinmiştir.

Hipokrates ilk kez kurşunun zararlı etkilerinden söz etmiş, kurşun koliğini tanımlamış, halsizlik, kabızlık, felçler ve görme bozuklukları gibi belirtileri saptamış ve bulguların kurşun ile ilişkisini açık bir biçimde ortaya koymuştur (Adams, 2009).

M.Ö. 200 yıllarında yaşayan Nicander, Hipokrates'in kurşun ile ilgili çalışmalarını geliştirerek kurşun koliği ve kurşun anemisini üzerine çalışmış ve bu hastalıkların özelliklerinin tanımlamıştır. Bu dönemde yapılan çalışmalar sağlık ve güvenlik sorunlarının belirlenmesi ve tanımlanması ile sınırlı kalmadığı, bunlardan korunma yöntemlerinin de geliştirildiği görülmektedir. M.S. 23 ile 79 yılları arasında yaşamış olan Plini, çalışma ortamındaki tehlikeli tozlara karşı çalışanların korunması amacıyla maske yerine geçmek üzere başlarına torba geçirmelerini önermiştir. Juvenal ise, özellikle demircilerde görülen göz yakınmaları ve göz hastalıklarının yapılan işten kaynaklandığını, sürekli olarak ayakta çalışanlarda varislerin oluşabileceğini yine bu dönemde ortaya koymuştur. Bu tarihten 15 yy. kadar olan dönemde çalışanların sağlık ve güvenliklerinin korunması yönünde ne tür çalışmalar yapıldığı konusunda elde yeterince bilgi bulunmamaktadır (Teleky, 1948).

1440-1499 yılları arasında Almanya'da yaşayan Ulrich Ellenbrong altın ve metal işlemeciliği ile uğraşanların karşı karşıya kaldıkları mesleki tehlikeleri incelemiştir. Agricola olarak bilinen Georgius Bauer ilk mineraloji bilgini olarak kabul görmektedir. 1530 yılında yazmış olduğu Zamanın jeoloji, madencilik, metalürji bilgilerini de kapsayan önemli bir yapıt olan "*De Re Mettalia*" adlı eserinde tozu önlemek için maden ocaklarının havalandırılması gerektiğini belirtmiş, iş kazaları ve iş güvenlik yöntemleri konusunda maden işçileri için kişisel koruyucu ekipmanlar kullanması gibi önerilerde bulunmuştur. Bu eser iş ile sağlık arasındaki ilişkiyi açık olarak belirtmesi, sorunların saptanması ile sınırlı kalmayarak, korunma yöntemlerini de önermesinden dolayı İSG konusunda önemli bir tarihsel kaynaktır. Agricola'nın çağdaşı olan ve Paracelsus olarak tanınan Alman düşünür ve hekim Theophrastus Bombastus von Hohenheim dünya da ilk iş hekimliği kitabı olan *De Morbis Metallicis*'i yazmıştır. Tirol maden işletmelerinde çalışırken yazdığı kitapta işletmenin çeşitli bölümlerindeki çalışanlarda görülen belirtileri büyük bir dikkatle tanımlamıştır. Bu tanımların bir bölümü bu günkü pnömokonyoz tanısında da kullanılmaktadır. Ayrıca zehirlerin kimyasal yapıları ile doz ve organizma arasındaki ilişkiyi saptayabilme gibi çok önemli araştırmalar yapmış olan Paracelsus modern

toksikolojinin başlangıcı sayılmaktadır (Carter, 2004; Goldwater, 1984; Stillman, 1924; Rosen, 1943).

1633 ile 1714 yılları arasında yaşayan İSG konusunda önemli çalışmalar yapan İtalyan Berdardino Ramazzini felsefe ve tıp okuyarak yetişmiş ve İtalya da Padova Üniversitesi'nde öğretim üyeliği yapmıştır. Çalışan hastalıkları anlamına gelen “De Morbis Artificum Diatriba” isimli kitabında özellikle iş kazalarını önlemek için, iş yerlerinde koruyucu güvenlik önlemlerini ele almıştır. Asıl uzmanlığı epidemiyoloji olduğu halde meslek hastalıkları konusunda üne kavuşmuş ve İSG konusunun bilimsel anlamda kurucusu sayılmaktadır. Ramazzini İSG ile ilgili sayısız çalışmalar yapmış, çok önemli bilimsel görüş ve öneriler getirmiştir. Hipokrates çağından bu yana hastalara sorulan gelenekselleşmiş sorulara İSG ilkesini eklemiştir. Bu ilke, kişinin karşılaştığı etkenlerin bilinmesi ile sonuca kolayca ulaşılmasını sağlamıştır. Kurşun ve cıva zehirlenmelerini incelemiş ve belirtilerini saptamıştır. İSG ile ilgili korunma yöntemleri üzerinde durmuş, işyerlerinin sıcaklık derecesinden, işyeri havasında bulunabilecek zararlı etkenlerden ve bunların giderilmesi için alınması gerekli önlemlerden ve havalandırma yöntemlerinden söz etmiştir. İşyerlerindeki çalışma ortamından kaynaklanan olumsuz koşulların düzeltilmesi ile iş veriminin artacağını ileri sürmüştür. İşyerlerinde işçinin çalışma şeklinin, iş ve işçi uyumunun sağlık ve iş verimi üzerinde etkili olduğu düşüncesini ortaya koyarak ergonomi ilkelerini daha on yedinci yüzyılda açıklamıştır (Hunter,1974; Ramazzinni, 1940; Felton, 1997; Pope, 2004).

İnsanın doğa ile savaşımla başlayan, daha sonra tarım devrimi ile şekil değiştiren çalışma yaşamı, en köklü ve büyük değişimi sanayi devrimi ile yaşamıştır. Bu dönem on yedinci yüzyılın ikinci yarısında İngiltere’de doğal kaynakların insan ve hayvan gücü ile kullanımının yerini buhar gücü ile çalışan makinelerin alması ile başlamıştır. Üretimde artan makineleşme çalışma ortam ve koşullarında büyük değişikliklere neden olmuştur. Sanayileşmenin hız ve yoğunluğu ile orantılı olarak çalışma süreleri uzamış, artan iş gücü ihtiyacını karşılamak için kadın ve çocuklar ağır işlerde sağlıksız ve güvensiz ortamlarda çalışmak durumunda kalmışlardır. Ekonomik alanda yaşanan bu gelişmeler toplumsal yaşamı derinden etkilemiş ve yeniden biçimlenmesine neden olmuştur (Talas, 1992).

Üretimde makileşme ile başlayan ve toplumsal yaşamın yeniden şekillenmesine neden olan bu süreç birtakım toplumsal huzursuzlukları da beraberinde getirmiştir.

Düşük ücretler, sağlıksız ve güvensiz çalışma koşulları, artan yoksulluk ve sefalet, işçilerin tepkisine neden olmuş, iş bırakma, toplu gösteri gibi etkinlikler yaygınlaşmıştır. Makineleşme; önceleri yaşanan bu olumsuzlukların tek nedeni olarak görülmüş ancak daha sonraları sorunların makinelerden değil, gerekli sağlık ve güvenlik önlemlerinin alınmamasından kaynaklandığı anlaşılmıştır.

Bu dönemde egemen olan olumsuz çalışma ve yaşam koşullarını iyileştirmek, çalışanların sağlığını korumak ve iş güvenliğini sağlamak amacıyla çok sayıda yasal, düzenleme ile birlikte tıbbi ve teknik çalışma yapılmıştır. İSG'nin bir bilim olarak gelişmesi sanayi devrimi sırasında yaşanan bu olumsuzlukların ortadan kaldırılması çabasının doğal bir sonucu olarak ortaya çıkmıştır.

On sekizinci ve on dokuzuncu yüzyıllara gelindiğinde çalışma yaşamının insan sağlığı üzerinde yarattığı etkiler konusunda bir bilinç oluşmaya başlamış ve bu alandaki çalışmalar yoğunlaşmıştır.

1795 ile 1832 yılları arasında yaşayan İngiliz hekim Charles Turner Thackrah meslek hastalıkları ile ilgili bir kitap yayınlayarak, bu konuda öncülük yapmıştır. 1833 yılında İngiltere'de Fabrikalar Yasası adı altında yapılan yasal düzenleme ile çalışma yaşamına ilişkin koşullar ve kısıtlar oluşturulmuştur. 1842 yılında yapılan başka bir yasal düzenleme ile de kadınların ve on yaşından küçük çocukların maden ocaklarında çalıştırılmaları yasaklanmıştır. 1844 yılında iş yerlerindeki hekimlerin sorumlulukları genişletilerek sağlık açısından tehlikeli yerlerde çalışanların sağlık kontrolları da bu hekimlerin görevleri arasına alınmıştır. 1895 yılında ise bazı tehlikeli meslek hastalıklarının bildirimi zorunlu hale getirilmiştir. Bu gelişmeler sonucunda ünlü İngiliz iş hekimi Thomas Morison Legge ilk hekim iş güvenliği müfettişi olarak atanmıştır.

İngiltere'de yaşanan bu öncü gelişmelerin benzerleri diğer Avrupa ülkelerini de etkileyerek çeşitli düzenleme ve çalışmaların yapılmasına neden olmuştur. Aynı dönemde A.B.D'nde de İSG ile ilgili çalışmalar, yetkilendirilmiş eyalet hükümetleri tarafından yürütülmüştür. A.B.D'deki işçi sağlığı ve güvenliği ile ilgili gelişmelere 1869 ile 1970 yılları arasında yaşayan Alice Hamilton'un çalışmaları büyük katkı sağlamıştır. Alice Hamilton kurşun sanayinde görülen zehirlenmeler ile ilgili çalışmalar yapmış bu alanda faaliyet gösteren işverenlerin tepkilerine rağmen çalışmalarını sürdürmüş ve çalışma koşullarının düzeltilmesi için uygulanacak

kontrol yöntemlerinin geliştirilmesini sağlamıştır. Hamilton İSG konusunda Ramazzini'den sonra en önemli kişi olarak kabul görmektedir.

UÇÖ, 1919 yılında Birinci Dünya Savaşı sonrasında dünya barışını tehdit eden en önemli öğelerden birinin yoksulluk olduğu düşüncesinden yola çıkılarak Versailles Barış Antlaşması ile Milletler Cemiyetine bağlı olarak kurulmuştur. Bu gelişme ile birlikte dünya da meslek hastalıkları ve iş kazalarının önlenmesine yönelik çalışmalar açısından yeni bir dönem başlamıştır (Süzek, 2008).

UÇÖ ile DSÖ ve bu kuruluşlarla işbirliği yapan birçok kuruluş, İSG yönünden önemli çalışmalar gerçekleştirmişlerdir (Url-2)

2.2.2 Türkiye’de İSG kavramının tarihsel gelişimi

İSG kavramının ülkemizdeki tarihsel gelişimi, çalışma yaşamındaki gelişmelere paralel olarak, dünya daki tarihsel gelişim süreci ile benzer evrelerden geçerek gerçekleşmiştir. Dünya da olduğu gibi ülkemizde de meslek hastalıklarının ve iş kazalarının önemli bir sorun olarak gündeme gelmesi sanayileşmenin gelişimi ile olmuştur. Bu sorunların yoğunluğuna ve toplumsal tepkilere bağlı olarak da çözüm önerileri üretilmesi ve yaşama geçirilmesine yönelik çalışmalar İSG konusundaki etkinliklere ivme kazandırmıştır.

Osmanlı İmparatorluğu’nda küçük zanaat ve atölye üretimine dayanan işyerleri sanayi devrimi öncesi oldukça yaygındır. Bu işyerlerinde usta, kalfa ve çırak olarak ücretle çalışanlarla işverenler arasındaki ilişkileri ve çalışma koşullarını loncaların kuralları ve gelenekler belirlemiştir. Bunun dışında ülkede iş yaşamı 1869-1876 yılları arasında hazırlanan Osmanlı İmparatorluğunun medeni kanunu niteliğinde olan Mecelle-i Ahkâm-ı Adliye, ya da kısa adı ile Mecelle, tarafından düzenlenmektedir. Dinsel bir yasa olan Mecelle’de işçi işveren ilişkilerini kapsayan hükümler bulunmadığından, çalışma yaşamındaki bu boşluğu doldurmak ve işçi işveren ilişkilerini yeni gelişmelere uygun olarak düzenlemek amacıyla değişik tarihlerde çeşitli yasal düzenlemeler yapılmıştır (Makal, 2002).

Osmanlı İmparatorluğu’nda Tanzimat sonrası dönemde çalışma yaşamını şekillendiren düzenlemelerin ilk örneği 1865 yılında Maden-i Hümayun Nazırı Dilaver Paşa tarafından hazırlanan ve Dilaver Paşa Nizamnamesi olarak anılan tüzüktür. Bu nizamname ile sanayi bölgelerindeki çalışma koşullarının düzenlenmesine gidilmesi, yöresel hizmet verecek doktorların istihdam edilmeye

alışılması ve işçilerin tedavi ve istirahatlarının sağlanması üzerinde durulmuştur. Yüz maddeden oluşan Dilaver Paşa Nizamnamesi, daha çok üretim artırılmasına yönelik konular içermesine karşın İSG ile ilgili ilk yasal belge olması açısından önem taşımaktadır (Talas, 1992).

1869 yılında Dilaver Paşa Nizamnamesi'nde mevcut olmayan bazı yeni önlemlerle, madencilik kesimindeki koruyuculuk düzeyini yükseltmeyi amaçlayan Maadin Nizamnamesi adı ile yeni bir düzenleme yapılmıştır. Bu düzenlemede; Dilaver Paşa Nizamnamesi'nde yokluğu gözlenen İSG ile ilgili önlemler de getirilmektedir. Bunlar arasında, özellikle, iş kazalarının önlenmesi ve iş kazası durumunda bunun tazminine ilişkin hükümler yer almaktadır. Bunun yanı sıra; ilgili düzenleme ile işverenlerce iş kazalarına karşı önleyici ve koruyucu tedbirlerin alınmasını, madenlerde doktor ve gerekli ilaçların bulundurularak, iş sırasında kazaya uğrayan işçilere ya da bunların ölümleri halinde ailelerine, tutarı yargı tarafından tespit edilecek bir dentinin yapılması öngörülmüştür (Makal, 2002).

Birinci Dünya Savaşı ile kesintiye uğrayan ülkemizdeki çalışma yaşamına dair düzenlemeler Kurtuluş Savaşı yıllarında T.B.M.M hükümetleri döneminde tekrar canlanmıştır. Kurtuluş Savaşı devam ederken, Meclis tarafından çıkarılan yasalarla işçiler yararına düzenlemeler yapılmıştır. Bunlar 28.4.1921 tarih ve 114 sayılı Zonguldak ve Ereğli Havza-i Fahmiyesinde Mevcut Kömür Tozlarının Amele Menafi-i Umumiyesine Olarak Frhtuna Dair Kanun ve 10 Eylül 1921 tarihli ve 151 sayılı Ereğli Havza-i Fahmiyesi Maden Amelesinin Hukukuna Müteallik Kanundur.

114 sayılı Zonguldak ve Ereğli Havza-i Fahmiyesinde Mevcut Kömür Tozlarının Amele Menafi-i Umumiyesine Olarak Frhtuna dair Kanun ile kömürden arta kalan kömür tozlarının satılması ile elde edilecek gelirin işçilerin gereksinimleri için ayrılmasının sağlanması amaçlanmaktadır. Ereğli Havza-i Fahmiyesi Maden Amelesinin Hukukuna Müteallik 10 Eylül 1921 tarih ve 151 sayılı yasa ile kömür işçilerinin çalışma koşullarının düzeltilmesine yönelik hükümler getirilmesinin yanı sıra, İhtiyat ve Teavün Sandığı adıyla yardımlaşma sandıkları kurulması sağlanmıştır. Yine bu yasa ile hastalık ve iş kazaları durumlarında gerekli yardımların yapılması sağlanmıştır. 151 sayılı yasa ile sigortalılığın iki ana ilkesi kabul edilmiş, sermayesi işveren ve işçiden alınan aylık paralar ile yardım sandığı oluşturulmuştur. Bu

hükümler yıllarca sonra çıkarılan 506 sayılı SSK yasası içinde varlığını sürdürmüştür (Talas, 1992; Makal, 2002).

151 sayılı yasa ile İSG yönünden getirilen yeni düzenlemeler şöyle özetlenebilir.

- İşveren, havzada çalışan işçinin yatıp kalkması, yiyip içmesi ve temizliğini yapabileceği biçimde konut sağlayacaktır.
- İşveren, çalıştırdığı işçi sayısını ve ödediği ücreti gösteren defter tutacaktır.
- İşveren, işçilerin kurduğu yardım sandığına işçinin ücretinin %1'inden az olmamak kaydıyla yardımda bulunacaktır.
- İşveren, hastalanan ve yaralanan işçileri tedavi ettirecektir. Bu amaçla işyerinde hekim çalıştıracak, hastane ve eczane açacaktır.
- Kazada yaralanan ile ölenlerin yetimlerine mahkeme kararı ile tazminat ödenecektir. Eğer kaza işverenin yönetim veya denetim hatası ile oluşmuş ise ayrıca 500-5000 TL fazla tazminat ödenecektir.
- Çalışma süresi günde sekiz saattir. Fazla çalışma iki tarafın olurlarına bağlı olup, iki kat ücret ödenecektir.
- İşveren yeni işçilerin eğitiminden sorumlu olacaktır.
- Amele Birliği, İhtiyat ve Teavün Sandıkları bu yasa gereğince kurulacaktır (Talas, 1992; Makal, 2002).

Cumhuriyetin ilk yıllarından başlayarak kamu yatırımları ile gelişen sanayileşme sürecine giren ülkemizde sanayileşme kaynaklı sorunların giderilmesi amacıyla İSG ile ilgili pek çok yasa, tüzük, yönetmelik çıkarılmıştır.

İlk olarak, 1924 Anayasası ile başlayan bu düzenlemeler; 2 Ocak 1924 tarih ve 394 sayılı Hafta Tatili Yasası ile devam etmiştir. Bu yasa Cumhuriyet döneminde İSG konusundaki ilk olumlu düzenlemelerden birisi olmuştur. 1926 yılında yürürlüğe giren Borçlar Yasası'nın 332.nci maddesi işverenin iş kazaları ve meslek hastalıklarından doğan hukuki sorumluluğunu getirmiştir (Ceran, 1997).

Yasal düzenlemeler 1930 yılında Belediyeler Kanunu ve Umumi Hıfzıssıhha Kanunu ile devam etmiştir. 1593 sayılı Umumi Hıfzıssıhha Yasası'nın 7.nci maddesi İSG yönünden bugün bile çok önemini koruyan hükümler getirmiştir. İşyerlerine sağlık hizmetinin götürülmesi bu yasa ile başlamıştır. 1580 sayılı Belediyeler Yasası'na

göre işyerlerinin İSG yönünden bazı açılardan denetlenmesi görevi belediyelere verilmiştir (Makal, 2002).

Ardından 1936 yılında yürürlüğe giren ve çalışma yaşamının birçok sorunlarını kapsayan 3008 sayılı İş Yasası ile ülkemizde ilk kez İSG konusunda ayrıntılı ve sistemli bir düzenlemeye gidilmiştir. 3008 sayılı İş Yasası 8 Haziran 1936 tarihinde kabul edilmiş, 16 Haziran 1937 tarihinde yürürlüğe girmiş ve 1967 yılına kadar uygulamada kalmıştır (Makal, 2002).

1961 Anayasa'sının sosyal haklar ve ödevler bölümünde ve özellikle de 43. md'de, işgücünün çalışma şartları bakımından korunması amacıyla hükümler yer almıştır. Bunun ardından ise, 1971'de ikinci İş Kanunumuz olan 1475 Sayılı İş Kanunu yürürlüğe girmiştir. Bu kanunun 5. bölümünde, 73-82. maddeleri arasında İSG konusuna yer verilmiştir.

1475 sayılı İş Yasasının İSG yönünden çağdaş yaklaşım getiren 73. maddesi ile işveren, işçinin sağlık ve güvenliğini sağlamak için gerekli olanı yapmak ve bu husustaki şartları sağlamak ve araçları noksansız bulundurmakla yükümlü kılınmıştır. İşçilerin de bu yoldaki usullere ve şartlara uymak zorunda oldukları belirtilmiştir (Kutal, 1996).

1475 sayılı İş Yasasının 74.ncu maddesi sağlık ve güvenlik ile ilgili tüzüklerin hazırlanmasını öngörmüştür. Yasanın bu maddesine göre çıkarılan tüzüklerin başlıcalar şunlardır:

- İşçi Sağlığı ve İş Güvenliği Tüzüğü,
- Parlayıcı, Patlayıcı, Tehlikeli ve Zararlı Maddelerle Çalışılan İşlerde ve İşyerlerinde Alınacak Güvenlik Tedbirleri Hakkında Tüzük,
- Yapı İşlerinde Alınacak İşçi Sağlığı ve İş Güvenliği Tedbirleri Tüzüğü,
- Maden ve Taş Ocakları İşletmelerinde ve Tünel Yapımında Alınacak İşçi Sağlığı ve İş Güvenliği Önlemlerine İlişkin Tüzüktür.

1982 Anayasası'nda ise İSG konusuna, doğrudan olmasa da dolaylı olarak yer verilmiştir. Şöyle ki, anayasanın 2. bölümünde yer alan “kişinin hakları ve ödevleri” ile 3. bölümdeki “sosyal ve ekonomik haklar ve ödevler” başlığı altındaki maddelerde dolaylı olarak, İSG konusuyla ilgili hükümler yer almaktadır. Benzer şekilde anayasanın 17. maddesinde herkesin yaşama, maddi ve manevi varlığını

koruma ve geliştirme hakkı güvence altına alınmıştır. Anayasanın 50. maddesinde kimsenin yaşına, cinsiyetine ve gücüne uymayan işlerde çalıştırılmayacağı, küçüklerin, kadınların ve bedeni ve ruhi yetersizlikleri olanların çalışma koşulları bakımından özel olarak korunacağı belirtilmektedir. Öte yandan anayasanın 60. maddesinde herkesin sosyal güvenlik hakkına sahip bulunduğu öngörülmüştür (Süzek, 2008).

2.3 İSG Temel Kavramlar

2.3.1 Kaza

‘Kaza nedir ve neden olmaktadır’ sorusu uzunca zamandan beri güvenlik araştırmalarının en başlıca sorunudur. Bu sorunun olası yanıtları kazaları önlemek amacı ile yürütülen tüm çalışmaların temelini oluşturmaktadır (Lingard ve Rowlinson, 2004; Dizdar, 2000).

En genel ifadesi ile can veya mal kaybına yol açan kötü olay olarak nitelendirilen kaza kavramının farklı tanımları bulunmaktadır. İSG konusunda araştırmalar yapan Harms-Ringdahl (2001) kaza kavramını, yaralanma veya zarara neden olma potansiyeline sahip, aniden oluşan, arzu edilmeyen ve planlanmamış olay olarak tanımlamaktadır.

Hukuki açıdan kaza kavramını ele almak gerekirse geniş ve dar anlamda iki tanım yapmak olanaklıdır. Geniş anlamı ile kaza, ani bir şekilde ve istenmeyerek bir zararın ortaya çıkmasına etken olan nedenlerin bütünüdür. Bu anlamdaki kaza kavramına, beden bütünlüğünün ihlali ve ölümün yanı sıra eşyaya ilişkin zararlar da dahildir. Buna karşın dar anlamda kaza, insan bedeninin zarar görmesi bir diğer anlatımla beden bütünlüğünün ihlali ya da ölüm durumudur (Güzel ve Okur, 2003).

İstenmeyen, planlanmamış, genellikle ölüm yaralanma veya maddi hasarla sonuçlanan olaylar olarak tanımlanan kazaların oluşumları ele alındığında; insana bağlı bir hatanın var olduğu görülmektedir. Bu hata sadece kazayı yapan kişi ile sınırlı olmayıp kazanın gerçekleştiği ortamı yaratanlardan, o ortamın paylaşımlara ve yöneticilerine kadar geniş bir çerçevede ele alınmaktadır. Bu bağlamda değerlendirildiğinde tüm kazaların temel nedeni insandır denmektedir (Petersen, 1984; Sanders ve diğ. 1993).

İş kazaları bir kaza türü olarak ele alındığında; günümüzde giderek hızlanan teknolojik gelişmelerin bu durumların yaşanmasında temel neden olduğu görülmektedir. Teknolojik gelişmelerin paralelinde ortaya çıkan bu tablonun kaynağında, gerekli önlemlerin alınmayışının ve de alınmış önlemlere uyulmayışının yattığı görülmektedir (Demircioğlu ve Centel, 2000).

DSÖ iş kazasını; önceden planlanmamış, çoğu zaman yaralanmalara, makine ve donanımın zarara uğramasına veya üretimin bir süre durmasına yol açan olay şeklinde tanımlarken; UÇÖ belirli bir zarar veya yaralanmaya yol açan önceden planlanmamış, beklenmedik bir olay şeklinde tanımlamaktadır (ILO, 1983).

Ülkemizde ise iş kazası 506 sayılı Sosyal Sigortalar Kanunu'na göre tanımı şöyledir; iş kazası, aşağıdaki hal ve durumlardan birinde meydana gelen ve sigortalıyı hemen veya sonradan bedence veya ruhen arızaya uğratan olaydır:

- Sigortalının işyerinde bulunduğu sırada,
- İşveren tarafından yürütülmekte olan iş dolayısı ile
- Sigortalının, işveren tarafından görev ile başka bir yere gönderilmesi yüzünden asıl işini yapmaksızın geçen zamanlarda,
- Emzikli kadın sigortalının çocuğuna süt vermek için ayrılan zamanlarda,
- Sigortalıların, işverence sağlanan bir taşıtla işin yapıldığı yere toplu olarak götürülüp getirilmeleri sırasında

5510 Sayılı Sosyal Sigortalar ve Genel Sağlık Sigortası Kanununun 13. maddesinde iş kazası aşağıdaki şekilde tanımlanmaktadır.

- Sigortalının işyerinde bulunduğu sırada,
- İşveren tarafından yürütülmekte olan iş nedeniyle sigortalı kendi adına ve hesabına bağımsız çalışıyorsa yürütmekte olduğu iş nedeniyle,
- Bir işverene bağlı olarak çalışan sigortalının, görevli olarak işyeri dışında başka bir yere gönderilmesi nedeniyle asıl işini yapmaksızın geçen zamanlarda,
- Emziren kadın sigortalının, iş mevzuatı gereğince çocuğuna süt vermek için ayrılan zamanlarda,

- Sigortalıların, işverence sağlanan bir taşıtla işin yapıldığı yere gidiş geliş sırasında, meydana gelen ve sigortalıyı hemen veya sonradan bedenen ya da ruhen özüne uğratan olaydır.

İş kazalarının nedeni yalnız kazaya neden olan ya da kazanın sonucundan zarar gören insan değildir. Birçok faktör kazaların oluşumunda rol oynar. Bu noktadan hareketle son yıllarda birçok araştırmacı kazaları, emniyetsiz durumlar ve emniyetsiz hareketlerin oluşturduğu bir bütün olarak ele almaktadırlar. Bu alanda yapılan araştırmalar kazaların güvensiz eylem ve güvensiz şartlarla bağlantılı olduğu ortaya koymaktadır (ILO, 1983; Sanders v.diğ., 1993; Dizdar, 2000).

Emniyetsiz durumlar diğer bir deyiş ile güvensiz koşullar, çalışma yerlerinde iş güvenliğini bozan ve iş ortamında tehlike arz eden durumları ifade etmektedir. Genel olarak çevre, makine ve malzemeden kaynaklanan güvensiz koşullar, koruyucusuz veya koruyucusu yeterli olmayan makineler veya bunlardaki montaj ve tasarım hataları, kusurlu ve/veya eksilteli donanım, kullanılan madde yapılarına uygun üretim sisteminin seçilmemiş olması, işe uygun makine kullanılmaması, işyerinin düzensizliği, yetersiz aydınlatma, gürültü, sıcaklık, sağlık koşulları gibi çalışma ortamındaki eksikliklerden kaynaklanan durumlar olarak nitelendirilmektedir.

Emniyetsiz hareketler diğer bir deyiş ile tehlikeli hareketler iş görenin iş güvenliğini tehlikeye atan hatalı hal ve davranışları ifade etmektedir. İşçilerin özellikle eğitim düzeyleri, deneyim düzeyleri ve psikolojik durumları emniyetsiz hareketlerin yapılmasında önemli bir rol oynamaktadır. İşçinin eğitim düzeyine, fiziksel ve ruhsal kapasitesine uygun olmayan iş yükü ve fazla mesai, iş güvenliği önlemlerinin bilinmemesi veya önemsenmemesi, var olan koruyucu güvenlik önlemlerinin kullanılmaması, emniyetsiz malzeme kullanımı, çalışan makine ve donanım üzerinde bakım ve onarım yapma; gereksiz şakalaşmalar, dikkat dağıtma gibi davranışlar emniyetsiz hareketler olarak tanımlanmaktadır.

Kazaların oluş nedenlerini açıklayabilmek amacı ile bazı teoriler geliştirilmiştir. Bu teoriler; Tek Faktör Kuramı, Enerji Kuramı, İnsan Faktörleri Kuramı, Kaza/Olay Kuramı, Sistem Kuramı, Kombinasyon Kuramı, Epidemiyoloji Kuramı, Çok Etken Kuramı, Domino Etkisi Kuramlarıdır (Sanders, 1993; Lingard ve Rowlinson, 2005; Özkılıç, 2005).

2.3.2 Tehlike

Tehlike, kazalara yol açması, sağlığı ve güvenliği olumsuz yönde etkilemesi bakımından üzerinde durulması gereken diğer bir kavramdır. Tehlike kavramı bir kazanın potansiyel kaynağını ya da nedenini belirtmek için kullanılmaktadır. (Harms-Ringhdall, 2005). Bunun yanı sıra, tehlike insanın yaralanma ya da ölümüne veya mal ya da eşyanın zarar görmesine veya kaybına kasıtsız olarak neden olabilen bir potansiyel durumu ifade etmektedir (Raouf ve Dhillon, 1994; Stranks, 2002).

Mal, can ve çevre için potansiyel bir tehlike oluşturan malzeme, durum veya aktivitenin karakteristiği olarak nitelendirilen tehlike kavramının daha geniş tanımı literatürde; insanların yaralanması, hastalanması, malın veya malzemenin zarar görmesi, işyeri ortamının zarar görmesi veya bunların birlikte gerçekleşmesine sebep olabilecek potansiyel kaynak veya durum şeklinde ifade edilmektedir (ILO, 1993).

İş kazalarına sebep olan tehlikeler için çeşitli sınıflandırmalar yapmak mümkündür. Aşağıda iş yerini maddi ve manevi olarak kayba uğratan iş kazası ve meslek hastalıklarının meydana getiren tehlikelere dair bir sınıflandırma örneklenecek olursa tehlikeler; fiziksel tehlikeler, kimyasal tehlikeler, elektrikle çalışma ile meydana gelen tehlikeler, mekanik tehlikeler, tehlikeli yöntem ve işlemler, işyeri ortamından kaynaklanan tehlikeler şeklinde sınıflandırılabilir.

Bu sınıflandırma daha geniş olarak ele alınarak açıklanacak olursa fiziksel tehlikeler; titreşim, gürültü, yetersiz havalandırma, aşırı ısı, nem ve hava hareketleri, yetersiz veya aşırı aydınlatma kaynaklı tehlikeler olarak sınıflandırılmaktadır.

Kimyasal tehlikeler: toksik gazlar, organik sıvıların buharları, ergimiş haldeki metal gazlarından kaynaklanan tehlikeler; radyasyona maruz kalma (X ışınları, doğal ve yapay radyoaktif maddeler, kızılötesi ve mor ötesi ışınlar); asit ve bazlar nedeniyle yanma; inert tozlar, fibrojenik tozlar, toksik tozlar, kansorejenik tozlar, alerjik tozlar den kaynaklanan tehlikeler olarak gruplandırılmaktadır(Özkılıç, 2005).

Elektrikle çalışma ile meydana gelen tehlikeler; topraklaması yapılmamış tezgâhlar veya el aletleri, topraklamanın belli periyotlarla kontrolünün yapılmaması, elektrik ve aydınlatma tesisatının periyodik kontrolünün yaptırılmaması, yıpranmış ve hatalı onarılmış el aletleri, yetkisiz kişilerin müdahale etmek istemesi, kırık ve yıpranmış el aletleri, koruyucu baret, eldiven, çizme, isteka veya tabure gibi kişisel koruyucuların

bulunmaması, zeminin yalıtılmaması, yüksek gerilim ile çalışmada gerekli kurallara uyulmaması şeklinde sınıflandırılmaktadır (Özkılıç, 2005).

Mekanik tehlikeler; makine ve tezgâhın ezen, delen, kesen, dönen operasyon koruyucusunun bulunmaması, preslerde çift el kumanda kullanılmaması, preslerde ayak pedalı koruyucusu olmaması, transmisyon kayışlarının koruyucusunun takılmamış olması, makine ve tezgahı tehlike anında durduracak stop butonun bulunmaması, yetersiz ve uygun olmayan makine ve koruyucu donanım, yetersiz uyarı sistemleri, düzensiz ve dağınık işyeri ortamı, makinelerin, kaldırma aletlerinin, kazanların, kompresörlerin v.b. gerekli bakım ve periyodik kontrollerinin yapılmaması şeklinde sınıflandırılmaktadır (Özkılıç, 2005).

Tehlikeli yöntem ve işlemler: makine veya tezgâhlarda çalışırken koruyucu donanımın devre dışı bırakılması; baret, gözlük, siper, maske v.b. gibi kişisel koruyucuların kullanılmaması; aşırı yük kaldırma; üç metreden yüksek malzeme istifleme, etiketlenmemiş veya yetersiz etiketlenmiş malzeme, gereken uyarı, ikaz işaret ve yazılarının konmamış olması, güvenlik kartı olmayan kimyasalla çalışma, işe yeni başlayan işçiye çalıştığı işle ve İSG konularında eğitim vermeden çalıştırma, belli aralıklarla işçilere İSG konularında eğitim verilmemesi, yeterli uyarı yapılmadan araçların çalıştırılması veya durdurulması, elektrik kesilmeden teçhizat üzerinde onarım, onarım sırasında şalter veya beklenmedik bir harekete karşı güç düşmesinin emniyete alınmamış olması, çalışır haldeki ekipmanın yağlanması, temizlenmesi, ayarlanması, depo ve konteynerlerin tam olarak boşaltılıp temizlenmeden üzerinde onarım ve kaynak yapılması, yüksekte atlama, parlama, patlama ve yangın ihtimali olan yerlerde elektrik tesisatının tutuşmaz özellikte olmaması, parlama, patlama tehlikesi olan yerlerde sigara içilmesi, yükleme ve boşaltma işlemlerinin uygun yöntemle yapılmaması, malzemelerin, makinelerin ve ekipmanın uygun yerleştirilmemesi, şeklinde gruplandırılmaktadır (Özkılıç, 2005).

İşyeri ortamından kaynaklanan tehlikeler ise işyeri zemini, yetersiz geçitler, yetersiz çıkış yerleri, yetersiz iş alanı, düzensiz işyeri, merdivenlerde korkuluk olmaması, duşların ve tuvaletlerin çalışır durumda veya temiz olmaması durumları şeklinde ele alınmaktadır (Özkılıç, 2005).

2.3.3 Risk ve Risk Yönetimi

Literatürde; birçok kavramda olduğu gibi risk kavramının tanımlanması sırasında da pek çok farklı anlatıma rastlamak olasıdır. Molak (1997), riski, endüstriyel bir süreç içinde meydana gelen olumsuz etkilerin ortaya çıkma olasılığı olarak ifade ederken Modarres (1993); risk kavramını bir tehlike sonucunda ortaya çıkan ölüm ve yaralanmaların olasılığı olarak tanımlamış ve bir tehlike durumu varsa ve bu tehlike durumlarına karşı güvenlik önlemleri alınmamış ise ölüm ya da yaralanma olaylarının görülme olasılığının devam edeceğini; bunun da risk olarak tanımlanacağını belirtmiştir. Blanchard (1998) ise, riski, bir ya da birden fazla olaya bağlı olarak işlerin ters gitme olasılığı olarak tanımlamışlardır.

Kaplan ve Garrick (1981), riski bünyesinde belirsizlik içeren, kayıp ve zarar oluşturan bir kavram olarak tanımlamıştır. Bu nedenle, risk, olumsuz sonuçların elde edilme sıklığı ya da olasılığı ve de bu sonuçların toplam süreç içerisinde etkisi olarak da ifade edilebilir. Sage ve White (1980), riski, birim zamanda meydana gelen maliyet artışı olarak tanımlamış ve bunun bir takım hatalı olaylardan etkilenen bağımsız olayların istatistiki olarak ortaya çıkma olasılığı olarak değerlendirmiştir.

Risk kavramı konusunda bir diğer önemli nokta, yukarıda ifade edilen ve literatürde yer alan tanımlamalardan ortaya çıkan; sistem ya da süreç ne kadar karmaşık yapıda ise, risklerin meydana gelme olasılığı da o kadar fazla olması konusudur. Bu anlayış nedeni ile son yıllarda risk mühendisliği kavramı ortaya çıkmış ve teknik risklerden dolayı ortaya çıkan olumsuzlukların tanımlanması, kontrol edilmesi, değerlendirilmesi ve yönetilmesi önem kazanmaya başlamıştır (Acar, 2007).

İSG alanında risk kavramının ele alınması durumunda Avrupa Birliği (AB), UÇÖ gibi konuya taraf olan kurumların yapmış oldukları tanımlamaları ele almak gerekmektedir. Risk kavramı, AB tarafından zarar potansiyelinin kullanım ve/veya maruz kalma şartlarında ortaya çıkması olasılığı ve zararın olası boyutları olarak nitelendirilmektedir.

OHSAS 18001 İş Sağlığı Ve Güvenliği Yönetim Sisteminde tehlike, insanların yaralanması veya sağlığının bozulması veya bunların birlikte gerçekleşmesine sebep olabilecek kaynak durum veya işlem olarak; risk ise tehlikeli bir olayın veya maruz kalma durumunun meydana gelme olasılığı ile olay veya maruz kalma durumunun

yol açabileceği yaralanma veya sağlık bozulmasının ciddiye derecesinin birleşimi olarak ifade edilmektedir.

Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı İş Sağlığı Ve Güvenliği Genel Müdürlüğü'nce yayımlanmış olan risk değerlendirmesi rehberinde; tehlike kavramı bir zarar veya hasar oluşturabilme potansiyeli olarak ifade edilirken risk belirli bir tehlikeli olayın meydana gelme olasılığı ile bu olayın sonuçlarının ortaya çıkardığı zarar, hasar veya yaralanmanın şiddetinin bileşimi olarak tanımlanmaktadır.

Risk yönetimi konusunda ilk yazılı anlatımlar bilimsel yönetim düşüncesinin öncüsü Henry Fayol'a kadar dayandırılmaktadır. Fayol'un 1916 yılında yayınladığı yönetimin altı temel fonksiyonunu açıkladığı makalesinde ele aldığı güvenlik konusunun bugünkü anlamda risk yönetimi disiplininin temelini oluşturduğu düşünülmektedir. Risk yönetimi kavramını tanıyarak, uygulayan ilk büyük uluslararası şirket 1966 yılında gerçekleştirdiği uygulamalar ile Massey Ferguson olmuştur (Snider, 1991).

Risk yönetimi; risklerin sistematik tanımlanması, yaratacağı zararların analizi ve olası etkileri en aza indirmek için geliştirilecek yöntemlerin araştırılması ile ilgili alınan yönetim karar ve stratejilerinden oluşmaktadır. Bu anlamda günümüzde risk yönetimi; organizasyonları risklerin gerçekleşme sıklıklarını azaltma ve olumsuz sonuçlarına karşı korumada yardımcı bir yönetim fonksiyonu haline dönüşmüştür (Rowe 1982; Rejda, 1992; Valsamakis ve diğ. 1992; Englehart 1994).

Risk yönetimi ve değerlendirmesi, diğer yönetim sistemlerinde olduğu gibi İSG yönetim sisteminin planlama aşamasının en temel bölümüdür. İSG yönetimi eylem planlarının geliştirilmesi yolu ile risklerin tanımlandığı, ölçüldüğü, yanıtlandığı bir bilgi alanıdır. Risk yönetim süreci genel olarak proje risk yönetimi işlemleri ile aynı yol izlenerek oluşturulmaktadır.

Genel olarak risk yönetimi, risklerin değerlendirilmesi ile ilgili bir süreci ve ardından da bu değerlendirmelere bağlı olarak, belirlenen ve/veya tanımlanan risklerin ortadan kaldırılması ya da azaltılması amacı ile geliştirilen stratejileri kapsamaktadır. Risk değerlendirmeleri aşamasında, riskler, gerek nicel olarak meydana gelme sıklıkları ve oranlarının belirtildiği şekli ile gerekse nitel olarak olası etkilerinin, önem derecelerinin ve sonuçlarının yorumlandığı şekliyle değerlendirilmektedir.

2.4 İSG Risk Yönetimi

İSG'nin işletmelerde sağlanabilmesi için yapılması gerekenlerin sistematik şekilde ele alınması gerekliliği İSG yönetim sistemlerine ilişkin standartlar geliştirilmesini gerekli kılmıştır. Bu anlamda; çalışma yaşamını, üretkenliği ve bunlara bağlı olarak işletmelerin karlılıklarını etkileyen İSG'den kaynaklı olumsuzlukların önlenmesi için, öncelikle mevcut durumun analizinin yapılarak risklerin belirlendiği, bu riskleri ortadan kaldırmak için yasal yönetmelik, mevzuat ve kanunlara bütünlük programların oluşturulduğu ve uygulandığı, bütün çalışmaların belli bir sistematik içerisinde kayıt altına alındığı ve ilgilileri ile paylaşıldığı, yürütülmekte olan çalışmaların izlenip denetlendiği sistemlere İş Sağlığı ve Güvenliği Yönetim Sistemleri denmektedir. BS 8800 (Guide To Occupational Health and Safety Management Systems), UÇÖ İş Sağlığı ve Güvenliği Yönetim Sistemi Rehberi:2001, ISA 2000, NPR 5001, OSHA AS/NSZ 4360, OSHA AS/NSZ 4804, OHSAS (Occupational Health and Safety Assessment Series) 18001, OHSAS 18002 Uygulama Rehberi İSG yönetim sistemleri için geliştirilen standartlar arasında başlıcaları olarak gösterilmektedir (Özkılıç, 2005; Kesim, 2009).

İSG ile ilgili ilk standart, İngiliz Standart Kurumu (BSI) tarafından BS 8800 olarak 1996 yılında yayınlanmıştır. BS 8800 standardının yayınlanmasından sonra İSG Yönetim Sistemi konusunda uluslararası bir standart yayınlanması için çalışmalar hızlanmış ve 15 Nisan 1999 tarihinde İrlanda Ulusal Standartları Kurumu, İngiliz Standartlar Kurumu v.b. birçok kuruluşun katılımı ile OHSAS 18001 standardı yayınlanmıştır.

BS 8800 veya ISA 2000'nin aksine OHSAS 18001, bir İSG yönetim sisteminin içerisinde bulunması gereken kritik yönetim elemanlarını tanımlamaktadır. OHSAS 18001, organizasyonların kalite, çevre İSG sistemlerini birbirlerine bütünleşmiş etmelerini kolaylaştırmak için, ISO 9001 (1994) Kalite ve ISO 14001 Çevre yönetim Sistemi Standartları ile uyumlu olarak geliştirilmiştir. OHSAS 18001 standardı Türk Standartlar Enstitüsü Genel Sekreterliği'ne bağlı Akreditasyon ve Belgelendirme Özel Daimi Komitesi'nce hazırlanmış ve TSE Tetkik Kurulu'nun 9 Nisan 2001 tarihli toplantısında Türk Standardı olarak kabul edilerek TS 18001/Nisan 2001 "İş Sağlığı ve Güvenliği Yönetim Sistemleri - Şartlar" olarak yayınlanmıştır (Özkılıç, 2005).

İSG yönetim sistemlerinin en temel bileşeni İSG risk yönetimidir. İSG risk yönetiminin amacı; iş kazaları ve meslek hastalıklarını oluşturan nedenler ve bunları etkileyen faktörler ile ilgili mümkün olan en geçerli ve doğru bilgiyi toplayarak görünmeyen tehlikelerin ortaya çıkmasını engellemek için etkili bir sistem kurmaktır. İyi bir risk analizi, doğabilecek kazalardan korunma açısından büyük değer taşır ve görünmeyen tehlikelerin ortaya çıkarılmasını, etkili güvenlik önlemlerinin alınmasını sağlar.

UÇÖ İSG risk yönetimini; *Bir organizasyon içerisinde iş güvenliği önlemlerini iyileştirme ve sürdürmeyi başaracak tüm girişimler* olarak tanımlanmaktadır. OHSAS 18001’de ise risk değerlendirmesi, riskin büyüklüğünü hesaplama ve riskin katlanılabilir olup olmadığına karar verme işlemi olarak tanımlanmaktadır. İngiliz Standardı olan BS:8800’e göre risk değerlendirmesi, riskin büyüklüğünün tahmin edilmesini ve riskin kabul edilebilir olup olmadığının tanımlanmasını kapsayan süreç olarak ifade edilmektedir.

Avustralya İSG Yönetim standardı olan AS/NZS 4360’ta İSG Risk Yönetim yöntemi; risk tanımlaması, analizi, değerlendirmesi, izlenmesi ve iletişimi çerçevesinin tesisi görevlerine yönetim politikalarının, prosedürlerinin ve tatbikatlarının uygulanmasıdır.

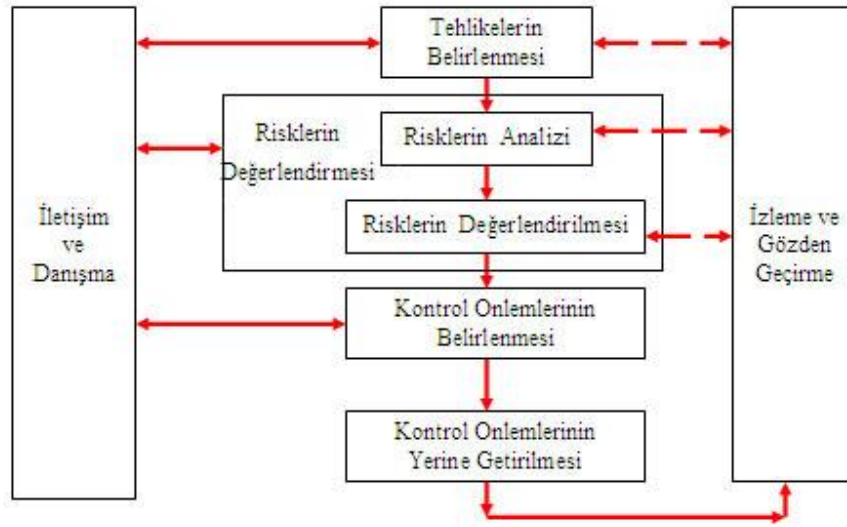
İSG Yönetim sistemlerinin en temel bileşenini oluşturan risk değerlendirmesi; işletmelerdeki çalışma koşullarından kaynaklanan her türlü tehlike ve sağlık riskini azaltarak, insan sağlığını etkilemeyen düzeye düşürme amacı ile yapılan tüm çalışmalar olarak özetlenebilir (Huges ve Ferrett, 2007; Lingard ve Rowlinson, 2005; Tan, 2007).

Tan (2007), yapmış olduğu çalışmada risk değerlendirmesinin genel olarak üç aşamada yapılacağını belirtirken bunları; tehlikenin tanımlanması, her tehlike için meydana gelecek zararın şiddeti (büyüklüğü) ve olası zararın sıklık derecesinin belirlenmesi, riskin elemine edilmesi için önleyici işlemler için yapılacak çalışmalara karar verilmesi şeklinde açıklamaktadır.

Çalışma Ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı yayınlamış olduğu 5 adımda Risk değerlendirmesi adlı kılavuzunda; Avrupa İSG Ajansının da öngördüğü (OSHA, 2007), tehlikelerin belirlenmesi, tehlikelerin değerlendirilmesi, risklerin derecelendirilmesi (risk analizi), kontrol önlemlerinin uygulanması, denetim izleme

ve gözden geçirme evrelerinden oluşan beş sınıflı bir değerlendirme sistemini önermektedir.

Huges ve Ferret (2007), İngiliz İSG kurumunun (HSE) yapmış olduğu beşli sınıflandırmayı tartıştığı araştırmasında ise risk değerlendirme sürecini; tehlikelerin tanımlanması, risk taşıyan işgörenlerin belirlenmesi, risk düzeyinin değerlendirilmesi (risk analizi), risk kontrollerinin belirlenmesi, risk değerlendirme bulgularının kaydı, izleme ve gözden geçirme olarak belirtmektedir.



Şekil 2.1 : İSG Risk Değerlendirme Süreci (Özkılıç, 2005).

Tehlikelerin belirlenmesi risk yönetiminin en önemli adımıdır. Sistem veya organizasyon içerisindeki potansiyel zarar veya hasar yaratabilecek etkenlerin nesnel olarak analiz edilmesi işlemidir. İSG'ne ilişkin hukuki ve diğer şartlar, işletmenin İSG politikası, kaza ve olay kayıtları, en iyi uygulamalar hakkında bilgiler, kuruluşa özgü tehlike riskleri, benzer kuruluşlarda olmuş olan kaza ve olaylar, kuruluşun tesisleri, yöntem ve faaliyetleri hakkında bilgiler, süreç akış şemaları, makine, donanım v.b. bilgiler, yöntemler, görevler, saha planları gibi belge ve bilgiler tehlike belirleme sürecinin ana girdileri arasında sayılmaktadır (Lingard ve Rowlinson, 2005; Özkılıç, 2005; Huges ve Ferret, 2007).

Risklerin değerlendirilmesi evresinde; riskler değerlendirilir, derecelendirilir ve gerekli kontrol ölçümlerinin yapılması için yöntemler oluşturulur, risk seviyelerinin kabul edilebilirliğinin önceden hazırlanmış ölçütler ile karşılaştırması yapılır. Kalan riskin katlanılabilirliğinin değerlendirilmesi, ihtiyaç duyulan her ek risk kontrol önleminin belirlenmesi, risk kontrol önlemlerinin riski katlanılabilir bir seviyeye

indirmeye yetip yetmeyeceğinin değerlendirilmesi yapılır. Risk değerlendirmesi aşamasında, riskin kabul edilebilirliğine karar vermek için, riskin önemi üzerinde kapsamlı olarak karar verilir. Riski tahmin etmenin temelinde, risk değerlendirmesi, riskin kabul edilebilir düzeyde olup olmadığını belirleme ya da ilave risk ölçümleri ile riski kabul edilebilir düzeye indirmek maksadıyla uygulanır. Risk değerlendirmesi, çok fazla nesnel yargılara dayanır. Risk değerlendirmesi aşamasında, olayların ortaya çıkma olasılığı ve ortaya çıktığında maruz kalınabilecek sonuçlar belirlenir (Özkılıç, 2005).

Kontrol önlemlerinin belirlenmesi adımı değerlendirilen risklerle ilgili alınacak önlemler tartışılmakta riskin ortaya çıkma ihtimalinin önlenmesi, azaltılması veya hasarın potansiyel şiddet derecesinin azaltılması ya da tehlikenin transfer edilmesinin maliyet analizi yapılmaktadır. Riskler, normal koşullarda bir ya da birkaç güvenlik ölçümü ile azaltılabilirler. Risklerdeki azalma, ya sonucu üzerinde, ya da gerçekleşme olasılığı üzerinde olmaktadır. Kontrol ölçümleri, mühendislik kontrolü veya yönetimle ilgili kontroller aracılığı ile yapılabilir. Mühendislik kontrolleri; korunma yolları, bariyerler ve diğer tesisatlar gibi donanımlara başvururken yönetimle ilgili kontroller ise güvenli çalışma yöntemleri, güvenlik sistemleri gibi yazıların yayımlanması yoluna başvurmaktadır (Özkılıç, 2005).

Belirlenen kontrol önlemleri uygulamaya konur, ancak tanımlanan her gerekli risk azaltma ve kontrol önlemleri ile ilgili değişiklikler uygulamaya konulmadan önce denenmelidir. Kontrol önlemleri; öncelikle tehlikelerin bertaraf edilmesi ve riskin ortadan kaldırılması ilkesini yansıtmalıdır, risk ortadan kaldırılamıyorsa azaltılma yoluna gidilir, riskin azaltılması için personel koruyucu donanımın kullanılması ise son çare olarak düşünülmelidir.

Bazı tehlikelerin gözden kaçırılması veya yeniden tanımlanmasına ihtiyaç duyulması, zaman içinde yeni tehlikelerin ortaya çıkması tüm işlemlerin tekrarlanmasını gerekli kılabilmektedir. İzleme ve gözden geçirme evresinde bu işlemler gerçekleştirilmektedir. Uygun kontrol ölçümleri uygulandıktan sonra, daha önceden belirlenmiş tehlikelerin artan risk değerlerinin kabul edilebilirliklerini değerlendirmek için yeniden değer biçmeye ihtiyaç duyulabilir. Riskin belirlenmesi, risk değerlendirme ve kontrol önlemlerinin ardından; riski ortadan kaldırmaya/azaltmaya yönelik gerekli faaliyetin zamanında tanımlanmasının izlenmesi ve gözden geçirilmesinin de mutlaka yapılması gerekmektedir. Alınan

önlemler sonucunda risk kontrol süreçlerinde de değişiklikler olabileceğinden geriye kalan risklerin yeni durumlarını belirlemek amacıyla risk değerlendirmesinin yapılması gerekebilir, bu nedenle de tutulan tüm kayıtların analizlerinin yapılması gerekliliği bulunmaktadır.

2.4.1 Risk analizi

Risk analizi yöntemleri niteliksel (kantitatif) ve niceliksel (kalitatif) olmak üzere iki ana grupta ele alınmaktadır. Niceliksel risk analizinde, riski hesaplama sayısal yöntemlere göre yapılırken niteliksel risk analizinde tehdidin olma ihtimali, tehdidin etkisi gibi değişkenlere sözel değerler atanarak bu değerlerin mantıksal yöntemler ile işlenmesi sonucunda risk değeri bulunmaktadır. Niteliksel risk analizi riski hesaplarken ve ifade ederken rakamsal değerler yerine yüksek, çok yüksek gibi tanımlayıcı değerler kullanılmaktadır.

Niceliksel risk analizi yöntemleri çok sayıda olup işin görüldüğü sektörün yapısına, işin gerekliliklerine göre farklı değerlendirme yöntemleri kullanılmaktadır. Başlıca risk analizi yöntemleri;

- Eğer olursa...ne olur (What... if ?),
- Başlangıç Tehlike Analizi - (Preliminary Hazard Analysis – PHA),
- İş Güvenlik Analizi (Job Safety Analysis - JSA),
- Kontrol Listeleri (Check Lists),
- Birincil Risk Analizi (Preliminary Risk Analysis - PRA),
- Tehlike ve İşletilebilme Çalışması Yöntemi (Hazard and Operability Studies - HAZOP),
- Olası Hata Türleri ve Etki Analizi Yöntemi(Failure Mode and Effects Analysis- Failure Mode and Critically Effects Analysis- FMEA/FMECA)
- Hata Ağacı Analizi Yöntemi (Fault Tree Analysis-FTA),
- Olay Ağacı Analizi (Event Tree Analysis - ETA),
- Risk Değerlendirme Karar Matris Yöntemi (Risk Assessment Decision Matrix)
- Neden-Sonuç Analizi (Cause-Consequence Analysis),

- Tehlike Derecelendirme İndeksi (DOW index, MOND index, NFPA index),
- Hızlı Derecelendirme Yöntemi (Rapid Ranking, Material Factor),
- Güvenlik Denetimi (Safety Audit).

Kontrol Listesi yöntemi; bir veya daha fazla kontrol listesinde önceden saptanmış ölçütlere dayalı sistematik bir değerlendirme yöntemi olup sistemin, atölyenin veya bir istasyonun tehlike potansiyellerini ve bunların her biri için gerçekleşme olasılıklarını belirlemeyi temel almaktadır.

Hata Ağacı Analizi yöntemi; bir olayın gerçekleşmesi veya gerçekleşmemesi için alınması gereken önlemler ve buna neden olabilecek faktörlerin aralarındaki bağlantıların belirlenmesi temelinde geliştirilmiş bir yöntemdir.

Olay Ağacı Analizi Yöntemi ise mantığı Hata Ağacı Analizi'nde kullanılanın tam tersi olarak tümevarım mantığı kullanılarak tehlikeli bir olayın yaratabileceği çeşitli senaryoları tanımlamaya çalışmaktadır.

Tehlike ve İşletilebilme Çalışması Yöntemi; kimya endüstrisi tarafından, bu sanayinin tehlike potansiyelleri dikkate alınarak geliştirilmiştir.

Neden Sonuç Analizi; tehlikeleri sonuçları ile ilişki halinde belirleyen bir yöntem olup bir durumun gerçekleşmesi ile ortaya çıkabilecek tehlikelerin ve sonuçlarının değerlendirilerek uygulanması metodudur.

Olası Hata Türleri ve Etkileri Analizi Yöntemi ise gerçekleşen her hatanın ve olası her hatanın nedenlerini ve etkenlerini belirlemeyi esas almaktadır.

Eğer Olursa Analizi, kapsamlı, gevşek yapılandırılmış sorgulama kullanan bir beyin fırtınası yaklaşımıdır. Sorgulama, sistem performans sorunları veya kazalarla sonuçlanabilecek potansiyel bozuklukları varsaymakta ve bu sorunlara karşı uygun önlemler sunmaktadır (Lingard ve Rowlinson, 2005; Özkılıç 2005).

2.4.2 Risk değerlendirme karar matrisi yöntemi

Risk matrisi ile risk analizi kolay uygulanabilirliği ve anlaşılabilirliği yönünden pek çok endüstri kolunda yaygın olarak kullanılmakta ve kullanılması salık verilmektedir. Örneğin İngiliz İSG Kurumu HSE HSG(65) numaralı düzenlemesinde 3x3'lük bir risk matrisi kullanılarak risk analizi yapılmasını önermektedir (HSE, 2008).

En sık kullanılan risk değerlendirme yaklaşımlarından biri olan karar matrisi yöntemi, basit ve kolay uygulanır olması nedeniyle tek başına risk analizi yapmak zorunda olan analistler için idealdir ancak değişik prosesler içeren veya birbirinden çok farklı akış şemasına sahip işlerin hepsi için tek başına yeterli olmamakta ve analistin birikimine göre yöntemin başarı oranı değişmektedir (Lingard ve Rowlinson, 2005; Özkılıç 2005).

Risk değerlendirme karar matrisi ABD Askeri Standardı ML-STD-882-D'nin sistem güvenlik programı gereksinimini karşılamak için geliştirilmiş bir değerlendirme aracı olup matematiksel olarak tehdidin olma olasılığı ile tehdidin etkisinin çarpımını temel almaktadır(2.1) Bu yöntem bir olayın gerçekleşme olasılığı ile gerçekleşmesi halinde ortaya çıkacak durumun derecelendirilerek değerlendirilmesini temel alır.

$$\text{Risk} = \text{Tehdidin Olma Olasılığı} \times \text{Tehdidin Etkisi} \quad (2.1)$$

Bu standart, literatürde L tipi olarak anılan 5x5 lik bir karar matrisi uygulanmasını önermektedir. L tipi matris değerlendirme yönteminde olayın ortaya çıkma olasılığı için Çizelge 2.1'de gösterilen beş basamaklı bir derecelendirme kullanılır

Çizelge 2.1 : Olasılık çizelgesi.

Olasılık	Derecelendirme
Çok Küçük	Hemen Hemen Hiç
Küçük	Çok Az (Anormal haller)
Orta	Az (Yılda Birkaç Kez)
Yüksek	Sıklıkla (Ayda bir)
Çok Yüksek	Çok Sıklıkla (Haftada bir, hergün)

Olasılık çizelgesinde olduğu gibi olayın gerçekleşmesi durumunda ortaya çıkacak durumun şiddetine ilişkin de Çizelge 2.2'de gösterildiği gibi beş basamaklı bir derecelendirme kullanılmaktadır.

Çizelge 2.2 : Şiddet çizelgesi.

Şiddet	Derecelendirme
Çok Hafif	İş saati kaybı yok, ilk yardım gerekebilir
Hafif	İş günü kaybı yok, ilk yardım gerektirir,
Orta	Hafif yaralanma, yatarak tedavi gerekir,
Ciddi	Ciddi yaralanma, uzun süreli tedavi, meslek hastalığı
Çok Ciddi	Ölüm, sürekli işgörememezlik.

Olasılık çizelgesi ve şiddet çizelgesinden elde edilen değerler sayısal olarak ifadeleri ile birlikte Şekil 2.2’de gösterildiği üzere bir matris haline dönüştürülmektedir. Her bir satır ve sütunda yer alan değerlerin çarpımından elde edilen değerler matrisin elemanlarını oluşturmaktadır. Riskler Şekil 2.3’te gösterildiği üzere bu değerlere göre derecelendirilmektedir.

OLASILIK	SONUÇ				
	ÇOK CİDDİ 5	CİDDİ 4	ORTA 3	HAFİF 2	ÇOK HAFİF 1
ÇOK YÜKSEK 5	YÜKSEK 25	YÜKSEK 20	YÜKSEK 15	ORTA 10	DÜŞÜK 5
YÜKSEK 4	YÜKSEK 20	YÜKSEK 16	ORTA 12	ORTA 8	DÜŞÜK 4
ORTA 3	ORTA 15	ORTA 12	ORTA 9	DÜŞÜK 6	DÜŞÜK 3
KÜÇÜK 2	ORTA 10	ORTA 8	DÜŞÜK 6	DÜŞÜK 4	DÜŞÜK 2
ÇOK KÜÇÜK 1	DÜŞÜK 5	DÜŞÜK 4	DÜŞÜK 3	DÜŞÜK 2	DÜŞÜK 1

Şekil 2.2 : Risk matrisi.

	5	4	3	2	1
5	KABUL EDİLEMEZ RİSK	KABUL EDİLEMEZ RİSK	KABUL EDİLEMEZ RİSK	DİKKATE DEĞER RİSK	KABUL EDİLEBİLİR RİSK
4	KABUL EDİLEMEZ RİSK	KABUL EDİLEMEZ RİSK	DİKKATE DEĞER RİSK	DİKKATE DEĞER RİSK	KABUL EDİLEBİLİR RİSK
3	DİKKATE DEĞER RİSK	DİKKATE DEĞER RİSK	DİKKATE DEĞER RİSK	KABUL EDİLEBİLİR RİSK	KABUL EDİLEBİLİR RİSK
2	DİKKATE DEĞER RİSK	DİKKATE DEĞER RİSK	KABUL EDİLEBİLİR RİSK	KABUL EDİLEBİLİR RİSK	KABUL EDİLEBİLİR RİSK
1	KABUL EDİLEBİLİR RİSK	KABUL EDİLEBİLİR RİSK	KABUL EDİLEBİLİR RİSK	KABUL EDİLEBİLİR RİSK	KABUL EDİLEBİLİR RİSK

Şekil 2.3 : Risklerin derecelendirilmesi.

2.5 Yapı İşlerinde İSG ve Güncel Gelişmeler

Günümüzde; modern toplumlarda inşaat sektörü, İSG açısından istatistiksel olarak en tehlikeli endüstri dallarından biridir (Jaselskis and Suazo, 1994; Salminen, 1995; Tam and Fung, 1998; Liao ve Perng, 2008; Niza ve diğ. 2008; Gürcanlı ve Müngen, 2009). Gerek yapılan işlerin yüksek risk içermesi gerekse işgörenlerin eğitim seviyesinin düşük olması inşaat sektörünün yüksek riskli bir çalışma alanı olmasının temel nedenleri arasında gösterilmektedir (Ivan ve diğ., 2010).

2008 yılında A.B.D’nde inşaat sektörü 5214 ölümle sonuçlanan iş kazası içerisinde 814 kaza ile tüm sektörlerdeki iş kazalarının %16 sının gerçekleştiği bir iş kolu olmuştur (BLS, 2009). Benzer şekilde 2006 yılında Türkiye’de inşaat sektöründeki ölümlü iş kazası gerçekleşme yüzdesi tüm sektörler içerisinde %20 olmuştur (SGK,2007). Mc Williams ve diğ. (2001) 1989 ile 1992 yılları arasında Avustralya inşaat sektöründe gerçekleşen iş kazalarını inceledikleri çalışmalarında ölüm oranının yüz binde 10.4 olarak gerçekleştiğini, bu rakamın da yaklaşık olarak trafik kazalarında gerçekleşen kayıpların oranıyla aynı olduğunu belirtmişlerdir. Aynı çalışmada inşaat sektöründe iş kazaları sonucu ortaya çıkan yaralanmaların oranının da 1.000 kişide 44.7 olarak gerçekleştiğini, bu oranın da tüm diğer sektörlerde ortaya çıkan oranın yaklaşık iki katına eşit olduğunu belirtmişlerdir.

İnşaat sektöründe gerçekleşen iş kazaları can kaybı ve yaşama hakkının yitirilmesi sonucunun yanı sıra proje ilerlemelerinde gecikme, üretim kaybı, maliyet artışı ve yüklenicilerin ticari itibar kayıplarına neden olması açısından da önem taşımaktadır. Everett ve Frank. (1996) inşaat sektöründe gerçekleşen kaza ve yaralanmaların inşaat maliyetleri üzerine etkileri ile ilgili yapmış oldukları araştırmada; 1982 yılında kaza ve yaralanma maliyetlerinin tüm inşaat maliyetlerine oranının %6.5 olduğunu, 1982 ile 1995 yılları arasında ortalama %7.9 olarak gerçekleştiğini, 1995 yılında ise bu oranın %15’e yükseldiğini belirtmişlerdir.

Bunun yanı sıra İngiliz İSG Kurumu (HSE) 2007/08 sayılı raporunda iş yerinde gerçekleşen kaza yaralanma ve hastalıklardan kaynaklanan iş günü kaybının 2.8 milyon iş gününe eşit olduğunu bu rakamın da işçi başına ortalama 1.2 gün olarak gerçekleştiğini belirtmektedir. Aynı kurum bir başka çalışmasında inşaat sektöründe gerçekleşen iş kazalarının maliyetinin toplam proje maliyetlerinin %3-6’sı oranında gerçekleştiğini belirtmektedir (HSE, 2009).

İnşaat sektöründe İSG ile ilgili yapılan araştırmalar yedi ayrı grupta ele alınmaktadır (Wang ve diğ., 2006). Bunlar;

- Kazaların oluş nedenlerinin belirlenmesine yönelik araştırmalar,
- İSG performansına etki eden strateji ve faktörlerin belirlenmesine yönelik araştırmalar,
- İSG performansının ölçülme yöntemleri ve ölçütleri ile ilgili araştırmalar,

- İSG performansının geliştirilmesi için tasarım stratejilerinin belirlenmesine yönelik araştırmalar,
- Kaza ve yaralanmaların maliyet tahminleri ile ilgili araştırmalar,
- İnşaat sektöründe çalışan güvenliğinin tasarım ölçütü olarak ele alınmasına yönelik araştırmalar,
- İSG uygulamalarının diğer yönetim planlarıyla bütünleştirilmesine yönelik araştırmalar.

Kazaların oluş nedenlerinin belirlenmesine yönelik araştırmalar: Amerikan İSG İdaresi tarafından; 1985 ile 1989 yılları arasında inşaat sektöründe gerçekleşen ölümle sonuçlanan iş kazalarının istatistiksel olarak değerlendirilmesine ilişkin yapılan araştırmalar sonucunda kazaların; düşme, çarpma, arada kalma, elektrik çarpması, zehirli gaz soluma, boğulma, yangın gibi diğer nedenlerden ötürü gerçekleştiği görülmüştür. Bu araştırma sonucunda elde edilen bulgular Çizelge 2.3'te verilmektedir.

Çizelge 2.3 : Kaza oluş nedenleri ve gerçekleşme olasılıkları (OSHA, 1990).

Kaza Oluş Nedeni	Gerçekleşme Olasılığı
Düşme	%33
Çarpma	%22
Arada Kalma	%18
Elektrik Çarpması	%17
Diğer Nedenler	%10

Bu araştırma sonucunda kazaların oluş nedenleri ile ilgili Çizelge 2.4'te gösterilen beş gruplu sınıflama kabul edilmiştir (OSHA, 1990).

Çizelge 2.4 : Kaza Oluş Nedeni Sınıflaması (OSHA, 1990).

No	Kaza Oluş Nedeni
1	Düşme
2	Çarpma
3	Arada Kalma
4	Elektrik Çarpması
5	Diğer Nedenler

Yapılan araştırmalar sonucunda bu beş gruplu sınıflandırmanın kazaların nedenlerine ilişkin tanımlayıcı ve açıklayıcılığının yetersiz kaldığı görülmüştür. Bunun üzerine çalışmalar yoğunlaştırılmış ve Hinze ve diğ. (1998) tarafından 1994 ve 1995 yılları

arasında yapılan araştırmalar sonucunda izelge 2.5'te gösterilen yirmi gruplu yeni bir sınıflandırma geliştirilmiştir.

Çizelge 2.5 : Hinze'nin Kaza Oluş Nedeni Sınıflandırması (Hinze ve diğ. 1998).

No	Kaza Oluş Nedeni
1	Yüksekten düşme
2	Yer seviyesinde düşme
3	Elektrik arpması (Bina elektriğı kaynaklı)
4	Elektrik arpması (İletim hatları kaynaklı)
5	Elektrik arpması (Kablolama kaynaklı)
6	Elektrik arpması (El aletleri kaynaklı)
7	Elektrik arpması (Diğeri)
8	Ekipman vurması (arpması)
9	Malzeme vurması (arpması)
10	Düşen malzemenin vurması (arpması)
11	Malzeme arasında kalma
12	Ekipman arasında kalma
13	Yıkıntı altında kalma
14	Patlama
15	Yangın
16	Patlama ve yangın
17	Asfeksi (Solunum yollarının tıkanması sonucu boğulma)
18	Suda boğulma
19	Doğal nedenler
20	Diğeri nedenler

İSG performansına etki eden faktör ve stratejilerin belirlenmesine yönelik araştırmalar: Sawacha ve diğ. (1999) da inşaat sahalarında İSG performansına etki eden faktörlerin belirlenmesine yönelik yapmış oldukları çalışmada İSG performansına etki eden faktörleri tarihsel, ekonomik, psikolojik, teknik, yordamsal, organizasyonel ve çevresel faktörler olarak sınıflandırarak performans arttırıcı beş önemli etken üzerinde durmuşlardır. Bunlar yönetim düzeyinde İSG üzerine düzenli olarak konuşma ve toplantılar düzenlenmesi, İSG kitapçık ve bilgi broşürlerinin sağılanması, kişisel koruyucu malzemeler gibi İSG ekipmanlarının sağılanması, güvenli bir çalışma ortamının sağılanması, sahada eğıtimli İSG uzmanlarının bulundurulmasıdır.

Fung ve diğ. (2009) İSG yönetim sistemi ile İSG performansına etki eden faktörler arasındaki korelâşyonu analiz eden bir çalışma yürütmüşlerdir.

İSG performansına etki eden strateji ve faktörlerin belirlenmesine yönelik araştırmalar: İSG performansına etki eden strateji ve faktörlerin belirlenmesine yönelik araştırmalar yapan Laufer ve Ledbetter (1986) yaptıkları çalışmalarda çeşitli

ölçme ve değerlendirme yöntemleri üzerinde çalışmışlar ve en etkili değerlendirme yöntemi olarak iş günü kaybı vakalarının, kaza maliyeti vakalarının ve doktor vakalarının sayısını ölçüt olduğunu belirtmişlerdir.

Hinze ve diğ. (1995) ile De La Garza ve diğ. (1998) EMR (Experience Modification Rating) adı verilen daha geniş kullanım alanına sahip bir yöntem üzerinde çalışmışlardır. Bu yöntem işgörenlerin işten dolayı yaşadıkları kaza yaralanma ve benzeri durumlarda sigortadan aldıkları tazminat bedellerini İSG performansını belirleyen ölçüt olarak almaktadır.

İSG performansının geliştirilmesi için yeni stratejilerin tasarlanmasına yönelik araştırmalar: bu konuda yapılan çalışmalar İSG bilincinin oluşturulması ve geliştirilmesi konusunda yeni yöntemler tasarlanmasını ele almaktadır. Şantiye güvenliğinin sağlanması için davranışsal temelli yönetim yaklaşımlarının geliştirilmesi ve bunların sonuçlarının ölçülebilirliği ele alınan konuların başında gelmektedir (Duff ve diğ. 1994, Cameron ve Duff,2004). Bu alanda araştırmalar yapan Jaselskis ve diğ. (1996) şirket ve proje tüm düzeylerinde gerçekleşen İSG performansının ölçümlerinin kombinasyonunu içeren anketlerin hazırlanıp uygulanmasının yönetim geliştirmede önemli bir rol oynadığını belirtmişlerdir.

Kaza ve yaralanmaların maliyet tahminleri ile ilgili araştırmalar: Kaza ve maliyet tahminleri ile ilgili yapılan araştırmalar sonucunda kaza maliyetleri görünür ve görünmez maliyetler olarak iki sınıfta ele alınmaktadır. İş kazası sonucu gerçekleşen ilk müdahale, ambulans ve tedavi masrafları, geçici veya sürekli iş görmemezlik ve ölüm ödemeleri, işçiye veya yakınlarına ödenen maddi ve manevi tazminatlar, sigortaya ödenen tazminatlar, görünür maliyetler olarak ifade edilmektedir. İşletmenin, makinelerin, prosesin ya da fabrikanın bir bölümünün ya da tamamını kaybedilmesi, işe yeni bir işçinin alınması gerekiyorsa veriminin düşük olmasının getirdiği maliyet, çalışanların moral bozukluğu nedeniyle dolaylı ya da dolaysız iş yavaşlatmalarından kaynaklanan maliyetler, işçinin üretimde çalışmaması nedeniyle iş gücü ve maliyet kaybı, bürokratik işlemlerle ilgili harcanan zaman ve maddi kayıplar görünmez maliyetler olarak ele alınmaktadır. Yapılan araştırmalar inşaat sektöründe gerçekleşen kazalarda görünmez maliyetlerin görünür maliyetlerin üzerinde gerçekleştiği belirtilmektedir (Hinze ve Appelgate, 1991; Everett ve Frank, 1996).

İnşaat sektöründe çalışan güvenliğinin tasarım ölçütü olarak ele alınmasına yönelik araştırmalar: Bu alanda yapılan araştırmaları İSG konusunun inşaat projelerinin tasarım ve projelendirme evresinde ele alınması gereken bir ölçüt olduğu konusuna yoğunlaşmaktadır. Proje tasarlayıcılarının uygulama konusundaki bilgi ve deneyim eksikliklerinden kaynaklı durumların ortadan kaldırılması için yöntemler geliştirilmesini konu almaktadır.

Gambatese ve Hinze (1999) yapmış oldukları araştırmada inşaat kazalarını azaltmak ve projeye özgü İSG tehlikelerinin belirlenmesi için daha önce gerçekleştirilmiş uygulamalarından oluşan tasarım önerilerinin önemli bir kaynak ve araç oluşturduğunu belirtmektedirler.

Behm (2008) hazırlamış olduğu raporda, ‘tasarımdan korunmaya’ adı ile anılan PtD sistemleri ile inşaat sektöründe çalışan işgörenlerin karşı karşıya oldukları riskleri azaltmak için uygun ve uluslararası kabul gören bir yaklaşım olduğunu vurgulamaktadır.

İSG uygulamalarının diğer yönetim planlarıyla bütünleştirilmesine yönelik araştırmalar: Saurin ve diğ. inşaat güvenliği konularının üretim planlamasının kısa vadeli, orta vadeli ve uzun vadeli diye adlandırılan üç hiyerarşik düzeyi ile bütünleştirilmesine yönelik bir model geliştirmişlerdir. Öngörülen modelde; uzun vadeli İSG planlaması, inşaat üretim süreçlerinin öncül tehlike analizi ile başlayarak orta vade olarak adlandırılan üç haftalık ve kısa vade olarak adlandırılan günlük ve haftalık periyotlarda güncellenip detaylandırılmaktadır (Saurin ve diğ., 2004).

Bu alanda yapılan bir diğer çalışmada Kartam; bilgisayara dayalı, mevcut kritik yol metoduna (CPM) planlama yazılımı ile entegre edilmiş bilgisayar tabanlı bir İSG sistemi ve yaklaşımı geliştirmiştir. Bu yaklaşıma göre; yasal düzenleme ve uzman görüşlerinden derlenen İSG bilgileri kodlanarak, CPM proje dosyaları ile bağlantılı olan bir veri tabanı içerisinde saklanmaktadır (Kartam, 1997).

3. DOĞRUSAL PROJELER

Bu bölümde genel olarak; proje ve proje yönetimi konuları açıklanmış ve proje yönetimi anlayışı çerçevesinde doğrusal projelere değinilmiş ve petrol boru hattı projeleri detayları ile ele alınmıştır.

3.1 Proje ve Proje Yönetimi

3.1.1 Proje kavramı

Proje; tasarım ve mühendislik uygulamaları gerektiren, belirli bir müşteri ihtiyacını ya da kullanıcı talebini karşılamak amacıyla üstlenilen ve bir ürün ya da hizmetin ortaya konulmasını konu alan sözleşme veya iş programıdır. Başka bir açıdan; emek, sermaye, zaman ve bilgi gibi, görünen ya da görünmeyen kaynakların kullanılmasıyla yaratılan ve müşteri ihtiyaçlarını karşılayan ürün veya hizmet olarak tanımlanabilir. Buradan çıkarılacak ortak sonuç, bir projenin bir sorunun çözümüne veya bir ihtiyaca cevap vermek için, bir amaca yönelik olarak, yalnızca bir kereye özgü yapıldığı, başlama ve bitiş tarihlerinin belli olduğu, belirli bir organizasyon yapısı içinde belirli kaynakları kullanarak gerçekleştirilmesidir (Cleland, 1999; Stevenson, 1993; Lientz ve Rea, 2001; PMISC-PMBOK, 2004; Barutçugil, 2008).

Proje kavramının çok değişik şekillerde tanımını yapmak mümkündür. En genel ifadesi ile proje, ortak bir amaca ulaşmak için gösterilen geçici bir çabadır (PMBOK, 2004). Proje, belirli kaynaklarla belirli bir zaman içerisinde tamamlanması gereken ve tekrarlanmayan özel etkinlikler topluluğudur (Barutçugil, 2008). Bir başka tanıma göre; probleme özel, bir kereye özgü oluşturulan, belirli bir zaman içerisinde bir grup amacı başarmayı hedefleyen işlemlerdir (Stevenson, 1993). Projeye ilişkin bir diğer tanım ise bazı ihtiyaçların ve arzuların karşılanması gibi amaçlarda kullanılacak belli değerler taşıyan ve hedefleri olan, başlangıcı ve sonu olan işlerdir (Cleland, 1999).

Proje, arzu edilen amaç grubunu kapsayan detaylı tanımlanmış bir eylemler bütünüdür. Bir projeye başlamaktaki ana neden bu amaçlara ulaşmaktır. Bu faaliyet fikrin doğması ile başlar ve amaçlara ulaşmak için gerekli adımların tamamlanması

ile sonlanır. Proje sonuçları ve çıktıları net olarak belirlenmiş, tek seferlik etkinlik olarak da tanımlanır. Daha açık bir tanımlama ile proje; tasarım ve mühendislik uygulamaları gerektiren, belirli bir müşteri ihtiyacını ya da kullanıcı talebini karşılamak amacıyla üstlenilen ve bir ürün ya da hizmetin ortaya konulmasını konu alan sözleşme veya iş programıdır. Proje bir başka açıdan; emek, sermaye, zaman ve bilgi gibi, görünen ya da görünmeyen kaynakların kullanılmasıyla yaratılan ve müşteri ihtiyaçlarını karşılayan ürün veya hizmet olarak tanımlanabilir. Bu tanımlardan ilki projeyi bir süreç olarak ele alırken ikincisi bir sonuç olarak değerlendirmektedir (Barutçugil, 2008).

Bütün bu tanımlardan çıkarılacak ortak sonuç, bir projenin bir sorunun çözümüne veya bir ihtiyaca cevap vermek için, bir amaca yönelik olarak, yalnızca bir tek kerelik yapıldığı, başlama ve bitiş tarihlerinin belli olduğu, belirli bir organizasyon yapısı içinde belirli kaynakları kullanarak gerçekleştirilmiştir.

Proje tahsis edilen kaynakların; belirli amaç ve hedeflere ulaşmak için, planlama ve organize etme yaklaşımı ile yönetilmesi anlamına gelmektedir. Günümüzde hemen hemen tüm şirketler temel etkinliklerini proje olarak yürütmektedir. Projeler; kendi sosyal, kültürel, zaman ve teknolojik çevreleri içerisinde ele alınıp değerlendirilirler. İşletme ve kurumsal organizasyonlar aynı anda birçok projeyi yürütebilirler. Bu noktada kritik konu; kaynakların nasıl yönetildiği, bütçe ve performansının nasıl sağlandığı, sonuç ürün kalitesinin nasıl garantilendiği ve zaman yönetiminin nasıl gerçekleştirildiğidir (Lientz ve Rea, 2001).

Kendine has özellikleri olan işler grubu olarak tanımlanabilen projeleri belirli bir iş grubundan farklı kılan birtakım özellikleri vardır. Bir iş grubunu proje haline getiren temel özellikler aşağıdaki şekilde sıralanabilir (Wysocki, 2003; Koçel, 2001).

- İş grubu içinde yer alan etkinliklerin belirli başlangıç ve bitiş noktaları vardır,
- İş grubu ve kapsamındaki etkinliklerin tamamlanması için belirli bir bütçe söz konusudur,
- İş grubu ve içindeki etkinlikler çoğu kez bir defaya mahsus olarak yapılan geçici etkinliklerdir,
- İş grubu ve kapsamındaki etkinlikler, teknik gereklilikler dolayısı ile belirli bir sıra ihtiva ederler,

- İş grubu ve kapsamındaki etkinlikler belirli bir amaaca hizmet eden özgün bir yapıdadırlar,
- İş grubu içerisinde yeralan her etkinliğin bitiş zamanı, maliyeti ve kalitesi açısından belirli standartları vardır,
- İş grubu ve kapsamındaki etkinlikler, tüm yönleri ile her zaman tam olarak bilinmemelerinden kaynaklanan, riskler içerirler,
- İş grubu ve kapsamındaki etkinlikler karmaşık bir yapı sergilerler ve aralarında mantıksal ve teknik ilişkiler bulunur,
- İş grubu ve kapsamındaki etkinlikler birçok bakımdan kendine özgü olup tek ve benzersizdir.
- İş grubu ve kapsamındaki etkinliklerin gerçekleştirilmesi sırasında ilgili standartlarda sürekli değişiklikler olmaktadır.

Projeler farklı farklı çevrelerde farklı farklı gerekliliklerden kaynaklanıyor ve doğaları gereği özgün etkinlikler olarak nitelendirilseler dahi tüm projeler için çeşitli kısıtlar söz konusudur. Genel olarak bu kısıtlar; kapsam, maliyet ve zaman olmak üzere üç grupta ele alınır. Kapsam; projenin ulaşmak istediği hedefin ifadesi olup proje paydaşlarının ve müşterilerinin proje sonucunda hangi ürün ve/veya hizmeti elde etmek istediklerini belirtmektedir. Maliyet; projeyi tamamlamak için gerekli olan mali kaynakları ifade etmekte olup doğrudan projenin yürütülmesi için gerekli olan tüm harcamaları kapsamaktadır. Son olarak zaman ise projeyi tamamlamak için gerekli olan süreyi ifade etmekte olup ürün ve/veya hizmetin gerçekleştiriliş takvimini içermektedir.

3.1.2 Proje yönetimi

Yukarıda ana hatları ile ifade edilen proje kavramından hareketle proje yönetimi; proje gereklilikleri ile proje aktivitelerine yönelik bilgi, yetenek, yöntem, araç ve gerecin bir araya getirilmesidir. Bir projenin yürütülmesi sırasında ortaya çıkabilecek tüm sorunlara ve risklere karşın sonuçtaki amaçların gerçekleşmesini sağlamaya yönelik çabaların tümü proje yönetiminin kapsamı içerisinde ele alınmaktadır. Burada başarı, projeyi oluşturan faaliyetleri uygun bir sıra ve düzen içinde ele almaya ve kaynakları en uygun şekilde kullanmaya bağlı bulunmaktadır. Diğer bir deyiş ile; zaman, malzeme, insan, para, bilgi ve benzeri kaynakların etkin

yönetilmesi ve yönlendirilmesi; maliyet süre ve teknik başarı ölçütleri ile belirlenen proje amaçlarının gerçekleştirilebilmesi için bir ön koşul olmaktadır. Tüm bu etkenler proje yönetimi kavramı içerisinde değerlendirilmektedir (PMISC-PMBOK, 2004; Barutçugil, 2008).

Proje yönetimi, son derece kendine özgü nitelikler taşıyan bir iş yönetimi konusudur. Bu konunun daha iyi anlaşılması ve karşılaşılan sorunların daha etkin çözümlere kavuşturulması amacı ile yapılan bilimsel çalışmalar son yıllarda giderek yoğunlaşmaktadır. Proje ölçeklerinin ve buna bağlı olarak kullanılan kaynakların büyümesi, bu alanda etkinliğin sağlanması konusuna duyulan ilginin giderek artmasına yol açmaktadır. Bu ilgi ve bunun sonucu olarak yapılan kuramsal ve uygulamalı çalışmalar, proje yöneticilerinin izleyebilecekleri güvenilir ilkeler, yöntemler ve benimseyebilecekleri etkin yönetim sistemleri ortaya koyarak başarı şanslarını arttıracaktır (Barutçugil, 2008).

Proje yönetimi; proje gereklilikleri ile proje aktivitelerine yönelik bilgi, yetenek, yöntem, araç ve gerecin bir araya getirilmesidir (PMBOK, 2004).

Bir projenin yürütülmesi sırasında ortaya çıkabilecek tüm sorunlara ve risklere karşın sonuçtaki amaçların gerçekleşmesini sağlamaya yönelik çabaların tümü proje yönetiminin kapsamı içindedir. Burada başarı, projeyi oluşturan etkinlikleri uygun bir sıra ve düzen içinde ele almaya ve kaynakları en uygun şekilde kullanmaya bağlı bulunmaktadır. Diğer bir ifadeyle; zaman, malzeme, insan, para, bilgi ve benzeri kaynakların etkin yönetilmesi ve yönlendirilmesi; maliyet süre ve teknik başarı kriterleri ile belirlenen proje amaçlarının gerçekleştirilebilmesi için bir ön koşul olmaktadır (Barutçugil, 2008).

Proje yönetimi modern anlamda iş idaresinin karmaşık etkinliklerini planlı düzenli ve kontrollü olarak gerçekleştirmek ve genel anlamda proje organizasyonlarında etkinliği sağlamak üzere yönetim biliminin bir uzmanlık alanı olarak ortaya çıkmış ve gelişmiştir. Bu gelişme; proje ölçeklerinin büyümesi, teknolojinin ilerlemesi ve talebin çeşitlenmesi sonucu hızlanmış, özellikle de büyük sistemlerin kurulmasında etkinlik sorununun önem kazanmasıyla giderek artan bir ilgi uyandırmıştır. Genel yönetim prensiplerini içermesine rağmen proje yönetimi bundan farklı olarak özel organizasyon biçimlerini ve farklı planlama ve kontrol yöntemlerinin kullanımını

gerekli kılmaktadır. Dolayısı ile günümüzde bu alan ayrı ve özel önemi olan karmaşık ve farklı bir yönetim alanı olarak gelişmektedir (Barutçugil, 2008).

Proje yönetiminin temel ilkeleri aşağıdaki şekilde ele alınmaktadır (Barutçugil, 2008).

- Projelerin yönetimi, belirlenmiş bir sonuca götüren araçtır. Kendisi bir sonuç ya da amaç değildir. Belirli bir amacı elde etmek için iletişim, çalışmaya özendirme, koordinasyon, organizasyon ve görevlerin yerine getirilme biçimidir.
- Proje yönetimi, girişimcinin, danışmanların, mühendislerin, tasarımcıların, yapımcıların üstlenicilerin, sigortacıların ve diğerlerinin amaçlarını birleştiren bir süreci ifade eder. Bunların tümünün ortak amacı, projenin başarıyla tamamlanmasıdır.
- Proje yönetimi elde bulunan ekonomik kaynakların ve sahip olunan bilgi ve becerilerin en iyi biçimde kullanılmasını gerektiren bir çabadır. Sonuçta sağlanan kar, çalışmayı özendirici bir güdü ve çalışma başarısının bir ölçüsü ve ödülüdür.
- Proje yönetimi, ne yeni riskler yaratan ne de mevcut riskleri üstlenen bir süreçtir.

Proje yönetimi; yetki ve sorumlulukların belirlenmesi, işin planlanması, iş hacminin tanımlanması ve iş hacminde meydana gelebilecek değişikliklerin yönetimi anlamına gelen kapsam yönetimi; zaman yönetimi; projenin zamanında gerçekleştirilmesini sağlamak için gerekli işlemlerin yapılması anlamını taşıyan zaman yönetimi; maliyet yönetimi; öngörülen bütçe içerisinde projenin tamamlanmasını sağlamak için gerekli işlemlerin yapılmasını kapsayan maliyet yönetimi; projenin ihtiyaç duyduğu asgari kalite şartlarının sağlanması için yapılan işlemlerin tamamını içeren kalite yönetimi; iletişim yönetimi; proje bilgilerinin düzenli bir şekilde dağıtılması ve toplanması için yapılması gereken işlemleri içeren iletişim yönetimi; projenin tamamlanması için gerekli insan gücünü en etkin şekilde kullanmak üzere gerekli, işlemlerin yapılmasını konu alan insan kaynakları yönetimi; satın alma yönetimi; projenin tamamlanması için dışarıdan sağlanması gereken her türlü hizmet ve malzemeyi elde etmek için gerekli olan işlemleri kapsayan satın alma yönetimi; proje risklerini tanımlamak analiz etmek ve onlara çözüm geliştirmek için yapılan işlemlerden oluşan Risk

yönetimi adı altında ele alınan sekiz ayrı yönetim ögesinin bir araya getirilmesi ile oluşturulabilmektedir (Kocakulak,1997).

İnşaat projeleri söz konusu olduğunda, çağdaş proje yönetim düşüncesinin tüm bu süreçleri tümleşik ögeler olarak geçerliliğini korurken; uyum ve tutarlılık açısından her kategori ön tasarım, tasarım, ihale ve satın alma, yapım, yapım sonrası (işletme ve bakım) aşamalarına ayrılmıştır (Sorguç ve Kuruoğlu, 2002).

3.2 Doğrusal Projeler ve Petrol Boru Hattı Projeleri

Özdeş veya benzer üretim birimlerini içeren yapım projeleri genellikle tekrarlayan veya doğrusal projeler olarak adlandırılmaktadır. Doğrusallık, proje boyunca bir grup etkinliğin özdeş şekilde tekrarı veya projenin fiziksel yerleşimi anlamında kullanılmaktadır. Bu tanımdan hareketle tekrarlayan özdeş etkinlikler içermesinden dolayı yüksek katlı bina yapım projeleri ile fiziksel yerleşimi doğrusal olan karayolu, boru hattı projeleri bu tür projeler arasında anılmaktadır (Arditi ve Albulak, 1986; Reda, 1990).

Literatürde yer alan genel ifadesi ile; otoyol yapımı, raylı toplu taşıma sistemleri, demiryolu, havaalanı pistleri, köprüler, kanalizasyon sistemleri, su sistemleri, yüksek katlı binalar ve altyapı rehabilitasyon projeleri gibi tekrarlı işler içeren ve inşaat ekiplerinin bir yer veya üniteden yatay veya düşeyde doğrusal sıralı olacak şekilde üretim gerçekleştirdikleri projelerdir (Vanhoucke 2006, Hyari ve El-Rayes 2006, Hegazy et al., 2004, El-Rayes 2001, El-Rayes ve Moselhi 1998).

Bu projeler genellikle büyük ölçekte gerçekleştirilen bu tür projelerde proje paydaşları; yüklenici, proje tasarımcısı ve yatırımcı gruplar olmaktadır. Bu tür projelerin gerçekleştirilmesi sırasında yüksek miktarlarda veri üretilmektedir. Bu verilerin yönetimi; gerek projenin fiziksel yerleşiminden gerekse karmaşık yapısından dolayı proje yönetim işleri açısından sıkıntı yaratmaktadır. Bu bağlamda proje paydaşların karşılaştıkları başlıca sorunlar;

- Çok büyük hacimde sıklıkla heterojen, kötü yapılandırılmış ve tamamlanmamış verilerden oluşan veri kümelerinin yönetim ve denetim güçlüğü,
- Neden ve sonuç bağlamında değerlendirilen Birbiriyle ilişkili çok miktarda verinin olması ve bunların bütünleştirilmesi güçlüğü,

- Proje boyutları ve işleyişi hakkında çıkarım yapma güçlüğü,
- Proje tasarımının yanısıra hava durumu, ulaşım, zemin şartları da dahil olmak üzere saha koşullarının değişkenliği ve dinamik inşaat ortamından dolayı etkin ve verimli karar verme zorluğu şeklinde sıralanabilir (Nielsen ve Erdogan 2007).

Yukarıda konu edildiği üzere literatürde boru hattı yapım projeleri doğrusal projeler olarak değerlendirilmektedir.

3.3 Petrol Boru Hattı Projeleri

Dünya’da enerjinin kullanımı arz ve talep merkezlerinin çeşitli taşıma türleri ile birbirine bağlanmalarını zorunlu kılmaktadır. Kara ve denizyolu taşımacılıklarına kıyasla yatırım maliyeti daha yüksek olan boru hattı taşımacılığının; diğer taşıma türlerinden hızlı, güvenli, çevreci olması ve atmosfer koşullarından etkilenmemesi yanında yatırımı daha kısa sürede geri ödemesi gibi üstünlükleri vardır. Bu nedenle petrol ve doğal gaz, üretim merkezlerinden tüketim bölgelerine en ekonomik şekilde boru hatları ile taşınması ön plana çıkmaktadır.

Boru hatları, sıvı ve gaz gibi akışkan hale getirilebilecek maddeleri uzak mesafelere iletme amacı ile yapımı gerçekleştirilen, pompalama donanımı, vanaları ve diğer ekipmanları ile birlikte büyük çaplı boru ağlarından oluşan tesislerdir. Petrol ve doğalgaz hatları, sıvılaştırılmış doğalgaz hatları (LNG pipelines), sıvılaştırılmış maden cevheri taşıma amaçlı çamur hatları (slurry lines), karbondioksit hatları boru hatlarına örnek olarak gösterilebilir (McAllister, 2002; Antaki, 2003; Liu, 2003).

En yaygın olarak yapımı gerçekleştirilen boru hatları doğalgaz ve petrol hatlarıdır. 2009 yılı rakamları ile dünyanın çeşitli yerlerinde; planlama, tasarım ve yapım aşamalarında olan 232.000 km. yeni boru hattı bulunmaktadır. Bu hatların yaklaşık yıllık yatırım maliyeti 30 milyar Amerikan Doları düzeyindedir (Tubb, 2009).

Yüksek maliyetli bir yatırım olan ve yaygın olarak yapımı gerçekleştirilen petrol ve doğalgaz boru hatları ana hat (trunk), iletim (transmission), dağıtım (distribution) hatları olmak üzere üç ana grupta ele alınmaktadır. Bunların dışında, akış hatları (flowlines) olarak adlandırılan petrol veya gaz üretim alanı içinde yer alan daha düşük çapta boru hatları da bulunmaktadır.

Ham petrol ana hatları; ana depolama yerlerinden rafinerilere veya başka bir yerdeki depolama terminaline petrol taşımak için yapılan büyük çaplı ve uzun hatlardır. Bu hatlarla petrolün taşınabilmesi için hattın başında ve belli yerlerine sürtünme, seviye değişimi ve diğer kayıpları yenmek için pompa istasyonları kurulması gerekmektedir. Bu hatlarda kullanılan boruların çapları 1.5-2 metreye kadar çıkabilmekte ve uzunlukları binlerce kilometreyi bulabilmektedir. Dolayısı ile ülkeler aşan bu hatlar farklı topografyaları kat etmekte, kimi zaman deniz seviyesinden başlayarak, 2.500-3.000m. yükseklikteki coğrafyaları geçerek tekrar deniz seviyesine inmektedirler. Akmaazlığı (viskozitesi) yüksek olan petrolün, hattın içerisinde değişen yüksekliklerde binlerce kilometreyi geçebilmesi için yüksek miktarda enerji ve güç harcanması gerekmektedir. Bu yüzden yükseklik değişimlerini ve sürtünmeyi yenebilmesi için, petrol boru hatlarının çok yüksek basınçlarda işletilmesi gerekmektedir. Bu basınç değeri 100-120 bar seviyelerini bulmaktadır (Deniz, 2006; Sönmez, 2009).

Boru hattı projeleri, diğer tüm inşaat projelerinde olduğu gibi, yukarıda açıklanan inşaat proje yönetimi kavramı içinde ele alınmaktadır. Bu bağlamda petrol boru hattı projelerinin inşaat projeleri ön tasarım, tasarım, ihale ve satın alma, yapım, yapım sonrası (işletme ve bakım) olmak üzere beş evrede değerlendirilmektedir.

Bu çalışmada, petrol boru hatları için inşaat proje yönetiminin ön tasarım, tasarım, yapım ve yapım sonrası aşamaları ele alınarak bu evrelerde CBS'lerinin kullanımı ve bu alanda yapılan araştırmalar incelenecektir.

3.3.1 Petrol boru hattı proje aşamaları

Bu bölümde CBS'lerinin kullanım alanlarını inceleyebilmek için öncelikle ön tasarım, tasarım, yapım ve yapım sonrası aşamalarında yapılan işler irdelenerek, tezin konusu ile örtüşür biçimde yapım evresi detayları ile ele alınacaktır. Yapım evresi; bir sonraki bölümde etraflıca değinileceği için bu bölümde ele alınmamıştır.

Uygulamada temel mühendislik şeklinde ifade edilen ön tasarım evresinde teknik olarak; güzergâh belirleme çalışmaları, jeolojik, jeoteknik, jeomorfolojik çalışmalar, çevresel hâlihazır durum belirleme çalışmaları, genel risk değerlendirmesi, özel geçiş temel tasarımları, ön ÇED çalışmaları, gerçekleştirilmektedir. Benzer şekilde, detay mühendislik çalışmaları olarak da anılan tasarım evresinde; özel geçiş noktalarının detay tasarımlarının yapılması, geçiş prosedür ve projelerinin hazırlanması, harita

üretim çalışmaları, kamulaştırma dosyalarının hazırlanması, ihale dokümanlarının hazırlanması, teknik şartname ve prosedürlerin hazırlanması, ÇED raporunun hazırlanması, izin ve ruhsat alma çalışmalarının gerçekleştirilmesi, genel risk değerlendirmesi çalışmaları yapılmaktadır (Sönmez, 2009). İşletme evresi olarakta adlandırılan yapım sonrası aşamada, hatların güvenli bir şekilde işletilmesi için gerekli bakım ve kontrol işlemleri gerçekleştirilmektedir.

Bir boru hattı projesinin gerçekleştirilmesini ifade eden proje aşamaları ve bu aşamalarda gerçekleştirilen işler özetle Şekil 3.1’de gösterilmiştir.



Şekil 3.1 : Boru hattı proje aşamaları.

Gerek ön tasarım gerekse tasarım evrelerinde CBS uygulamalarına ilişkin çalışmalar yapılmaktadır. Yapılan bu çalışmalar ve buna ilişkin bilimsel araştırmalar, yukarıda açıklanan proje evrelerine göre, boru hattı projelerinde CBS uygulamaları bölümünde ele alınacaktır.

3.3.2 Petrol boru hattı yapımı ve aşamaları

Boru hatlarının yapımında kullanılan yöntemler; hattın geçeceği güzergahın coğrafi durumu, arazinin topoğrafik yapısı, çevre koşulları, boru hattının tipi gibi teknik konuların yanı sıra yasal kısıtlamalar ve ulusal ve uluslararası standartlar göz önüne alınarak belirlenmektedir. Diğer bir deyiş ile hattın geçeceği güzergâhın coğrafi

durumu, arazinin yapısı, arazi kullanımı, doğal çevre, bitki örtüsü, hayvanlar (flora, fauna), hattın arkeolojik alanlardan geçip geçmediği gibi etkenler dikkate alınmaktadır. Bunlara ek olarak, boru hatların geçtiği ülkelerdeki yasal kısıtlamalar, uluslararası standartlar ele alınan diğer etkenlerdir (Deniz, 2006; Sönmez, 2009). Genel olarak boru hattı inşaatında kullanılan yöntemler, kara (land), açık deniz (offshore), soğuk bölge (arctic) inşaatları olmak üzere sınıflandırılabilir (Deniz, 2006; Sönmez, 2009). Bu bölümde karada yapımı gerçekleştirilen boru hatlarının yapım yöntemi ele alınıp irdelenecektir.

Karada yapılan boru hattı yapımında gerçekleştirilen işler ile ilgili organizasyonel yapı incelendiğinde temelde dörtlü bir ayrım ile karşılaşılır. Bunlar inşaat işleri, mekanik işler, elektrik ve enstrümantasyon işleri ile mühendislik işleridir. Günümüz projelerinde bu ayrım daha da genişletilerek bu bölümlere çevre, halkla ilişkiler, kalite kontrol ve güvence ile İSG eklenmiştir. Bu çalışmada temel üretim birimleri olan inşaat, mekanik işlerden ana kalemler seçilerek uygulama geliştirilmesi kapsamında kullanılmıştır. Şekil 3.2’de de gösterilen bu işler; güzergah açma veya diğer adı ile sıyırma tesviye, kanal açma, dizgi, eğme, kaynak, kaplama, yataklama örtü ve indirme, geri dolgu, test, eski haline getirme işleridir.



Şekil 3.2 : Boru hattı projesi yapım süreci.

Boru hatları tasarlanırken hattın her ne kadar düz arazilerden geçmesi istenirse de topoğrafik şartlar her zaman buna izin vermeyebilir. Bundan ötürü boru hattının geçeceği kanalın yer aldığı ve her türlü yapım faaliyetinin üzerinde gerçekleştiği arazi parçasının, çalışmaya elverişli hale getirilmesi gerekmektedir. Pist olarak adlandırılan bu arazi parçası, projeye özgü olmakla birlikte, 15-30 m. arasında değişen genişlikte olmaktadır.

Sıyırma tesviye işlemi boru hattı güzergâhında yer alan, bitkisel toprak tabakası olarak da adlandırılan, üst toprağın sıyırılması ve eski haline getirme çalışmalarında kullanılmak üzere pistin bir tarafına depo edilmesi işlemidir. Bu evrede yüksek eğimli alanlarda yapılan kazı ve dolgu çalışmaları ile pistin makine, ekipman ve personelin hareketleri için uygun hale getirilmesi için tesviye işlemi de yapılmaktadır. Bunlara ek olarak güzergâha denk gelen ağaçların kaldırılması, çit ve duvarların kaldırılması, su kanalları veya nehir geçişlerinde geçici köprülerin yerleştirilmesi, havai elektrik hatlarının korumaya alınması işleri bu aşamada gerçekleştirilmektedir.

Boruların inşaat bölgesine taşınarak pistte uygun yere dizilmesi işlemi dizgi olarak adlandırılmaktadır. Dizilen borular korozyon etkiden korunması amacı ile ağaç takoz veya kum torbaları üzerine yerleştirilmektedir. Yol ve nehir geçişi gibi özel geçiş noktalarında çalışma bölgesi yakınına geçiş ya da akışı engellemeyecek şekilde yerleştirilmektedir.

Kazı ve dolgu miktarını en az düzeyde tutarak boru hattı profilinin araziye uyumunu sağlamak amacı ile topografyanın değiştiği, arazinin karakteristik noktalarına uygun olarak boruların eğilmesi işlemi eğme olarak adlandırılmaktadır. Eğme işlemi; sıcak büküm ve soğuk eğme olarak iki şekilde gerçekleştirilmektedir. Sıcak büküm, yüksek derecedeki eğim değişikliği olan vadi ve zirve gibi alanlarda kullanılmak üzere fabrikada eğimli olarak üretilen boruların gördüğü işleme verilen addır. Soğuk eğme ise belirli bir dereceye kadar arazide mekanik olarak gerçekleştirilen bir işlemdir.

Kaynak; boru hattı boru hattının işletme dönemindeki kalite güvenlik ve ekonomik ömrünü belirlemesi açısından yapım işlerinde gerçekleştirilen en önemli operasyondur. En genel ifadesi ile bu işlem, fabrikada belirli boylarda üretilerek sahaya gönderilen boruların birleştirilmesi işlemidir.

Toprağa gömülecek olan boruların, fabrikada üretim aşamasında, korozyondan etkilenmemesi için dış yüzeyi özel bir madde ile kaplanmıştır. Ancak kaynak işlemi ile birleştirilen boruların birleşim yerlerinde kaplama olmadığı için metal her türlü dış etkene maruz kalma durumundadır. Bunu engellemek amacı ile kaynak dikişlerinin olduğu yerler polietilen bazlı bir malzeme ile kaplanmaktadır. Uygulamada bu işlem kaplama ya da sargı olarak anılmaktadır.

Kanal açma işlemi boru hattı boyunca boruların yerleştirilmesi için açılacak kanal ve bunun korunması ile ilgili işlemleri içermektedir. Kanal kazısı zeminin topografyasına uygun, derinliğin hat boyunca standart olacak şekilde gerçekleştirilir. Topografyanın engebeli ve kıvrımlı olması durumunda, boru üzerinde oluşacak gerilimi azaltmak ve soğuk büküm işlerini azaltmak amacı ile fazladan kazı yapılabilir. Bu işlem sırasında kanalın dibi, boru ve boru kaplamasına gelebilecek hasara karşı köklerden, organik atıklardan, taşlardan, çamurdan ve diğer yabancı maddelerden arındırılmaktadır. Kanalın çökme tehlikesine karşı güvenliğini sağlamak amacı ile kanal duvarları eğimli olarak açılmaktadır. Kanal kazısından çıkan toprak gerekli nitelikleri taşıyor ise kapatma işleminde kullanılmak üzere pistin kenarında depolanmaktadır. Bu depolama işleminde yol gibi geçiş noktalarının açık kalmasına dikkat etmek gerekmektedir.

Yataklama, boruların yerleştirilmesi için açılan kanalın dibinin boruların indirilmesinden önce düzgün bir yüzey sağlayacak şekilde hazırlanması işlemidir. Boruya zarar vermemesi ve koruması için yataklama malzemesinin tane büyüklüğünün belli bir değeri geçmemesi gerekmektedir. Dolayısı ile yataklama işleminde kullanılan malzeme elek makinelerinden geçirilerek hazırlanmış kazı malzemesinden veya ocaklardan sağlanmaktadır.

İndirme işlemi boruların kaynakla birleştirilip ek yerlerinin kaplanmasından sonra gömülme üzere açılan kanala bölümler halinde boylu boyunca yerleştirilmesi işlemidir. Bu işlem sırasında borunun kanalın merkezine yerleştirilmesine ve her iki yanında kanal duvarı ile arasında yeteri kadar mesafe olmasına dikkat edilmesi gerekmektedir.

Geri dolgu kanala indirilen boruların üzerinin uygun malzeme ile kapatılarak kanalın doldurulması işlemidir. Geri dolgu için kullanılacak malzemenin tesviye edilmesi gerekmektedir. Ayrıca, ilerleyen zamanla çökme olmasını ve borulara zarar

gelmesini engellemek için bitki kalıntıları, metal nesneler, büyük kaya ve taş parçaları ve diğer yabancı cisimlerden arındırılması gerekmektedir. Geri dolgu çalışmaları boruyu tamamen destekleyecek şekilde tabaka tabaka gerçekleştirilmekte her dolgu tabakası uygun yöntemlerle sıkıştırılmaktadır.

Hidrostatik test boru hattının kaçak ve sızdırmazlığının belirlenmesi için yapılan bir çalışma olup yapım işlerinin en zor olanlarından biridir. Test sırasında hattın belirli bir bölümü su ile doldurularak belirli bir basınç değerine ulaştırılır ve bu basınçta belirli bir süre tutulur. Bu süre içerisinde basınç değeri takip edilerek hatta herhangi bir sızdırma ve kaçak olup olmadığı belirlenir. Test edilecek bölümlerin uzunluğu ve sayısı; toplam hattın uzunluğuna, yükseklik değişimine vana istasyonlarının yerlerine ve doldurma noktalarının konumlarına göre belirlenmektedir. Gerekli basıncın elde edilmesi bakımından test bölümlerinin kısa tutulması tercih edilmektedir.

Eski haline getirme çalışmaları boru hattı yapımının en son aşamasını oluşturmaktadır. Bu aşamada boru hattı güzergâhı önceden depolanan üst toprağın serilmesi, yarmaların doldurulması, dere ve yol geçişlerindeki geçici tesislerin sökülmesi ile yapım öncesi ilk doğal görünümüne getirilir.

4. COĞRAFI BİLGİ SİSTEMLERİ

Coğrafi Bilgi Sistemlerini (CBS) anlayabilmek ve tanımlayabilmek için bazı temel kavramlara değinmek ve açıklamak gerekmektedir. Bu anlamda bir tür bilgi sistemi olarak değerlendirilen CBS'leri tanımlanmadan önce bilgi ve bilgi sistemi kavramlarına açıklık getirilmiştir.

Bilgi, insan aklının erişebileceği olgu, gerçek ve ilkelerin tümü olarak da ifade edilmektedir. Bilgi kavramı, bilgi teorisi çerçevesinde objektif gerçeğin belli bir kısmına ilişkin ifadeler şeklinde de tanımlanabilmektedir. Örneğin objektif gerçek eğer bir köprü ise, bu gerçeğin belli bir kısmına ilişkin ifadeler, köprü yüksekliğinin on metre olduğu ifadesi bilgi olarak nitelendirilmektedir (Altan, ve diğ. 1996).

Bilgi; idari, hukuki, sosyal, bilimsel, teknik, ekonomik, endüstriyel, ticari, dini ve benzeri diğer konularda araştırma yapmak, politika üretmek ve günlük olaylara yön vermek için üretilmesi gereken bir ihtiyaç olup, öğrenme, araştırma ve gözlem sonucu ortaya çıkmaktadır (Ağar, 1974, Gökçen, 2007).

Bilgi kavramı yanı sıra veri kavramı da oldukça sık kullanılmaktadır. Veri, bilginin hammaddesi olup, bilginin temsil biçimidir. Örneğin 1000 rakamı, bir binanın alanı hakkındaki bilgiyi temsil eden veridir; bir tel çitin arazideki konum bilgisini, harita üzerindeki bir çizgi verisi temsil edebilir. Bilgi, basit anlamda düşünüldüğünde sadece verilerin toplamından oluşan bir küme değildir. Çünkü bilgi, veriye göre daha fazla şeyler sunar; etkileşimde bulunarak insanları değişik konularda bilgilendirip yönlendirebilir. Buna karşın veriler, gerçek dünya da yer alan nesnelere ilişkin sembolik gösterimler olarak göze çarpar. Bu açıdan bakıldığında bilgi, kullanıcı tarafından anlaşılabilir formlara dönüştürülmüş verilerden oluşan bir grup olarak da tanımlanabilir(Altan, ve diğ. 1996).

Bilgi kendiliğinden oluşamaz. Dolayısıyla bilginin elde edilmesi için izlenmesi gereken bir yol, yani bir sistemin var olması gerekir ki bu sayede toplanacak veri bilgiye dönüştürülebilsin. Bilginin toplanıp işlenmesi ve kullanılır hale dönüştürülmesi belli bir sistemin var olmasını gerektirmektedir. Bu amaçla kurulan

sistemler genelde bilgi sistemleri olarak adlandırılmakla birlikte, bilgi sistemi; organizasyonların yönetsel fonksiyonlarını desteklemek amacı ile bilgiyi toplayan, depolayan, üreten ve dağıtan bir mekanizma olarak tanımlanır. Bundan dolayı; bilgi sistemi, bilgiye kolayca erişip, bilgiyi daha verimli kullanabilmek için oluşturulan bir sistem olarak algılanabilir (Star ve Estes, 1990).

Bir bilgi sistemi gözlem aşamasından veri toplama, analiz ve sunulmasına kadar uzanan bir dizi işlem akışından oluşmaktadır. Böyle bir sistem ile amaçlanan, planlama, araştırma ve yönetim işlevlerinde kullanıcının karar-verme yeteneğini artırarak, neden ve niçinler ile en doğru kararı vermesine yardımcı olmaktır. Bu nedenle, bilgi sistemlerinin temel fonksiyonu doğru karar verebilme kapasitesini arttırmaktır (Kroenke, 1992, Laudon, 2002, Gökçen, 2007).

CBS de temelde bir bilgi sistemidir. Bilgi sistemleri bilgi elde etmek için, verileri önceden belirlenmemiş biçimlerde anlık yöntemlerle kullanılmak üzere saklayan bir sistemler biçiminde tanımlanmaktadır. Bilgi sistemi terimi geniş anlamda veri/bilginin depolandığı ve kullanıldığı herşeyi kapsamaktadır.

4.1 CBS Kavramı

Literatürde yer alan tanımlara bakıldığında, CBS ile ilgili ne kadar farklı disiplin var ise en az o kadar farklı sayıda tanımın var olduğu görülmektedir. Bu CBS'nin bütünleşik bir bilim ve teknoloji olmasının doğal bir sonucudur (Batuk ve diğ., 1996, Clarke, 2002).

Bu bağlamda CBS ile ilgili pek çok tanım vermek mümkün olmaktadır. CBS'nin bir araç olma özelliğinin esas alındığı tanımlardan bazıları şunlardır. Burrough' ya göre, (1986) CBS; gerçek dünyaya ait mekânsal verilerin ve özniteliklerin özel amaçlar için yeniden kullanmak amacı ile saklandığı, işlenerek görüntülediği güçlü bir mekânsal analiz aracıdır Aynı çerçevede Clarke, (1995) CBS'ni; konumsal bilgilerin saklandığı analiz edilerek görüntülediği otomatik sistemler olarak tanımlamaktadır.

Bir diğer tanımlama şeklinde ise CBS'nin bilgi sistemi olma özelliği ön plana çıkmaktadır. Bu kapsamda Duecker (1979) CBS'ni; olaylar ve özellikler üzerinde tanımlanmış; noktalar, doğrultular veya alanlar esas alınarak oluşturulmuş ve bunlarla ilgili sorgulama ve analizlere olanak tanıyan özel bilgi sistemleri olarak tanımlamaktadır. Batuk ve diğ., (1996) göre CBS; mesafe ve koordinatlar esas

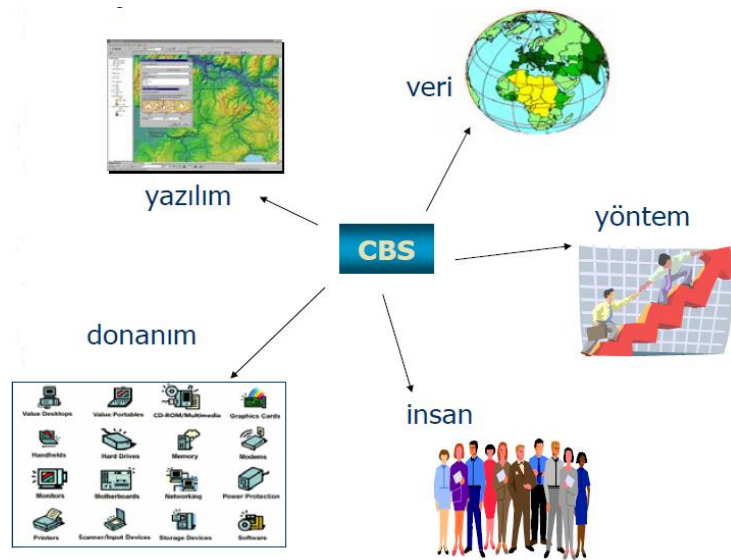
alınarak düzenlenen, özel nitelikli operasyonel dataların kullanıldığı bilgi sistemleridir.

Bir diğer yaklaşımda ise CBS'nin bilimsel anlamda bir yaklaşım olduğu ileri sürülmektedir. Bu anlamda CBS; coğrafi referanslı grafik veriyi ve grafik olmayan veriyi konumsal analizler yapmak üzere kullanan işlemler içeren bir sistem, sorgulama ve istatistiksel analiz gibi klasik veri tabanı işlemlerini görselleştirme ve haritalar tarafından sağlanan mekânsal analizlerle birleştiren bir yöntem, haritalama ve yeryüzünde var olan nesneler ve gelişen olayların analizi için kullanılan bilgisayar tabanlı bir araçtır.

Tüm bu yaklaşımlar ışığında bir tanımlama yapmak gerekirse CBS, araştırma, planlama ve yönetimdeki karar verme yeteneklerini arttırmak ve ayrıca zaman, para ve personel tasarrufu sağlamak amacıyla coğrafi varlıklara ilişkin grafik ve grafik olmayan verilerin çeşitli kaynaklardan toplanması, bilgisayar ortamına aktarılıp depolanması, işlenmesi, analizi ve sunulması fonksiyonlarını bütünleşik olarak yerine getiren donanım, yazılım, coğrafi veri ve personelden oluşan bir bütündür (Burrough, 1986; Göpfert 1987; Bartelme, 1989; Altan ve diğ., 1991, Taştan, 1991).

4.2 CBS'nin Bileşenleri

CBS'nin bileşenlerini, genel olarak, beş ana başlık altında toplamak mümkündür. Şekil 4.1'de gösterilen bu bileşenler yazılım, donanım, veri, personel, yöntemdir (Yomralıoğlu, 2000, Harmon ve Anderson, 2003).



Şekil 4.1 : CBS bileşenleri (Doğru, 2009).

Yazılım; CBS'ne veri girmek, veri ve/veya bilgiyi depolamak, analiz etmek, görüntülemek gibi ihtiyaç ve fonksiyonları kullanıcıya sağlamak üzere, yüksek düzeyli programlama dilleri ile gerçekleştirilen algoritmalarıdır. Yazılımların pek çoğu ticari amaçlı olarak firmalarca geliştirilip üretilmekte bunun yanı sıra üniversite ve benzer kurumlar tarafından eğitim ve araştırmaya yönelik olarak ta geliştirilebilmektedirler. Dünya daki CBS pazarının önemli bir kısmı yazılım geliştiren firmaların elindedir. Bu bakımdan CBS günümüzde ilgili firmaların ürettikleri yazılımlarla özdeşleşmiş durumdadır. ArcInfo, ArcView, Intergraph, Idrisi, Atlas GIS, MapInfo, Genesis, Grass, SmallWorld, Microstation v.b en yaygın olarak kullanılan CBS yazılımlarına örnek olarak gösterilebilir (Yomralıoğlu, 2000).

Mekânsal verinin girişi ve işlenmesi için araçlar, veri tabanı yönetim sistemleri, mekânsal sorgulama, analiz ve görüntülemeyi destekleyen araçlar ve bu araçlara kolay ulaşım için grafik kullanıcı arabirimleri CBS yazılımlarının ana bileşenlerini oluşturmaktadır.

Donanım, CBS'nin işlemlerini mümkün kılan bilgisayar ve buna bağlı araçların tümü olarak adlandırılmaktadır. Bütün sistem içerisinde en önemli araç olarak gözüken bilgisayarın yanı sıra yazıcı, çizici, tarayıcı, sayısallaştırıcı, veri kayıt birimleri gibi araçlarda CBS için önemli sayılabilecek araçlardır. Tüm bunlara ek olarak, günümüzde CBS'lerinin, merkezi bilgisayar servis sağlayıcılarından (server) kişisel bilgisayarlara kadar çok farklı bilgisayar konfigürasyonu üzerinde işlem yapabilecek şekilde tasarlanıyor olmalarını da vurgulamak gerekmektedir.

Veri, CBS bileşenlerinin en önemlisidir. Diğer bilgi sistemlerinden farklı olarak CBS; coğrafi nesnelere ait coğrafi verilerin toplanması, doğrulanması, depolanması, bu verilerin veri tabanı işlemleri, sorgulamalar, dönüşümler ve coğrafik analizler ile coğrafi bilgiye dönüştürülmesi ve coğrafi veri bilgilerinin gösterimi için kullanılan gelişmiş sistemlerdir.

Bu tanımda sözü edilen coğrafi nesne, belli bir konumu ve biçimi olan somut veya soyut herhangi bir varlık olabilir. Köprüler, yollar, ormanlık alanlar iletişim kuleleri somut (mekansal) coğrafi nesnelere birer örnektir. Öte yandan bölgesel sınırlar, sorumluluk alanları, denizlerdeki kirlilik alanları ise soyut (mekansal olmayan) tipte birer coğrafi nesne olarak değerlendirilmektedir (Batuk ve diğ., 1996).

CBS coğrafi nesnelerin birbirleri arasındaki metrik, topolojik ve düzen ilişkilerine ait bilgiler de içermelidir. Hatta coğrafi nesneler ile coğrafi olmayan nesneler arasındaki ilişkilere de, örneğin parsel ile kişi arasındaki parselde hisse sahiplerine gereksinim duyulduğundan, CBS çoğu kez coğrafi olmayan “kişi”, “tapu belgesi” gibi nesnelere ait bilgileri de içerirler (Batuk ve diğ., 1996).

Bu aşamada vurgulanması gereken bir diğer nokta, veri ile bilgi ayrımıdır. Kavramsal olarak bilgiye verilerin işlenmesi yolu ile ulaşılır. CBS, bize coğrafi tabanlı bilgiyi, eldeki verilerden sağlayabilmelidir ve bunu yaparken de mevcut sistemlerin büyük çoğunluğu veri işlemeyi veri tabanı yönetim sistemleri (VTYS) ile yapmaktadır.

Temelde bir elektronik dosyalama sistemi olan VTYS ile CBS arasında ciddi farklılıklar bulunmaktadır. Bir VTYS geniş hacimli verilerin yönetimi için geliştirilmiş genel amaçlı bir bilgisayar yazılım sistemi olup ticari uygulamalar için tasarlanmaktadır. CBS ise, geniş hacimli mekansal verilerin yönetimi ve analizi için gereklidir. CBS, bir alt birim olarak veri tabanı yönetim sistemini içermektedir.

Mekânsal veri ve buna ilişkin tablo şeklindeki veriler toplanabilir veya ticari veri sağlayıcılardan elde edilebilir. Bir CBS, mekansal veriyi diğer veri kaynakları ile birleştirebilecek ve birçok kuruluş tarafından verilerini organize ve idare etmek için kullanılan veri tabanı yönetim sistemini (VTYS) kullanabilecek şekilde tasarlanmaktadır.

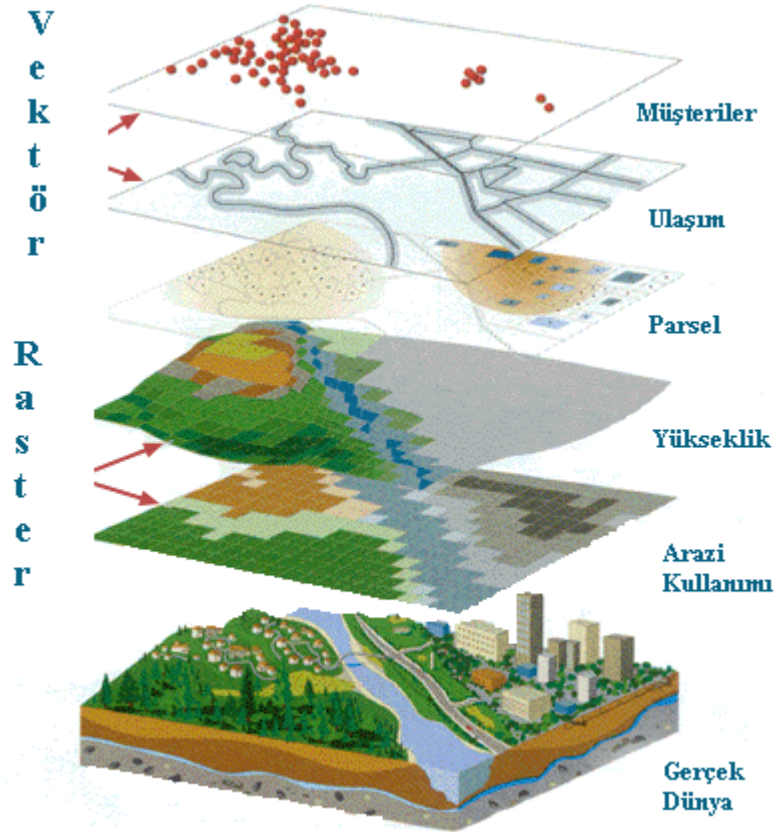
Mekansal veriler üç ögeden oluşmaktadır. Bunlar; varlık, öznitelik ve ilişki şeklindedir. Varlık; ilgi odağı oluşturacak herhangi bir nesne olup coğrafi konumlara sahiptirler.

Öznitelik varlığı tanımlayan karakterlerdir. Bunlar mekansal veya mekansal olmayan şeklinde ayırt edilebilirler. Örneğin, evin konumu veya büyüklüğü mekansal, ev sahibinin ismi ise mekansal olmayan bir özniteliktir.

İlişki ise farklı varlıklar arasındaki ortak yönlerdir. İlişkilerde mekansal ve mekansal olmayan ilişkiler olarak ikiye ayrılır. Mekansal ilişkiler ise, varlık koordinatlarından bağımsız olan topolojik ilişkiler (..bitişik, ...içinde gibi) olarak veya varlık koordinatlarına bağımlı metrik ilişkiler (10 km ötede gibi) olarak kendi içerisinde ikiye ayrılır. Mekansal olmayan ilişkiler ise (...nın sahibi,) şeklindedir (Sönmez ve Sarı, 2004).

CBS’de kullanılan mekânsal veriler; varolan haritaların sayısallaştırılması, arazi ölçmeleri, GPS ölçmeleri, Fotogrametri, Uzaktan Algılama gibi yöntemler ile elde edilebilirler.

Mekânsal verilerin bilgisayara aktarılması, bilgisayarda işlenmesi ve görüntülenmesi için öncelikle söz konusu ham verilerin bilgisayarca anlaşılır hale dönüştürülmesi gerekmektedir. Bu dönüşüm verilerin sayısal diğer bir deyiş ile dijital hale getirilmesi ile mümkündür. Bu aşamada vektör ve raster yapılar kullanılmaktadır. Diğer bir deyiş ile CBS’nde konumsal veri modelleri; veri ve raster veri modeli olmak üzere iki şekilde ele alınmaktadır. Bu veri modelleri, aşağıda Şekil 4.2’de gösterilmiştir.



Şekil 4.2 : Veri modelleri (Doğru, 2009).

Mekânsal veriler, vektör veri modelinde tıpkı bir harita görünümüne sahiptir. Bu görünümde, noktalar, sabit alanların çok küçük boyutlu şekillerini, çizgiler; süreklilik ve alan özelliği gösteren yine çok küçük boyutlu mekânsal nesneleri; poligonlar ise; homojen yapıya sahip bütünlük gösteren mekânsal nesneleri temsil ederler. Poligon, çok-kenar anlamına gelip bazen alan olarak da adlandırılmakta ve birden çok

çizginin birleşmesinden oluşmaktadır. Dolayısıyla noktalar serisinden çizgiler, çizgiler serisinden de poligonlar meydana gelmektedir. Bunun tam tersi olarak da, poligonlardan çizgiler, çizgilerden de noktalar türetilmektedir.

Mekânsal nesnenin gerçek modeldeki konumu, herhangi bir koordinat sisteminde (x,y) koordinat değeriyle gösterilir. Vektör veri modelinde de, mekânsal varlıklara ait her konum yine bir (x,y) koordinatına sahiptir. Noktalar tek bir koordinat ile temsil edilirken, çizgiler ve poligonlar sıralı koordinat serileriyle temsil edilir. Ancak poligonları temsil eden koordinat serisinde başlangıç ve bitiş noktasının koordinatı aynı olup, bu özelliğiyle çizgilerden ayrılmaktadırlar.

Raster veri modeli; mekânsal özelliklerin gösterimleri için kullanılan bir diğer veri modelidir. Vektör gösterim daha çok harita üzerindeki özelliklerin çizgisel gösterimi şeklinde olurken, raster gösterim, aynı mekânsal özelliklerin çekilmiş bir fotoğrafı gibidir. Böyle bir fotoğrafın büyüteç altında incelenmesiyle görülecektir ki çok küçük boyutta, farklı renklere sahip kare biçimindeki kutucukların bir araya gelmesiyle bütün bir görüntü oluşmaktadır. Fotoğraf özelliğine sahip bir gösterim şekli olan raster veri modelinde, herhangi bir görüntü bütünü piksellerden oluşmaktadır.

Raster gösterimde, farklı özellik gösteren mekânsal nesneler arasında, vektörel gösterimdeki gibi bir sınır olmayıp, sürekli bir gösterim söz konusudur. Farklı özelliklerin ayırımı, komşu piksellerin farklı renk değerleri veya tonlamasıyla olur. Dolayısıyla, her piksel taşıdığı özelliği yansıtmak ve diğer özelliklerden ayırt edilmek üzere farklı bir renk koduna sahiptir. Varlıklar, yansıttıkları renk değerlerine veya bilgi tiplerine göre; renk skalasındaki değerlere atanırlar. Bu renk skalasına renk veya görüntü derinliği denmektedir. Örneğin, bir haritanın raster gösteriminde yollar açık gri tonda, binalar daha koyu gri tonda ve park alanları daha çok daha açık bir gri tonda gösterilebilir. Bu gösterimler istenen hassasiyete bağlı olarak görüntü kalitesini etkileyecek nitelikte olurlar. Haritada gösterilen mekânsal nesnelerin gerçeği yansıtma gücü, diğer bir deyişle hassasiyeti, harita ölçeğine ya da görüntünün elde edilme kalitesine bağlıdır. Raster gösterimde, bu hassasiyet piksel boyutuna göre değişen ayırma veya çözünürlük gücü ile ölçülmektedir.

CBS teknolojisi, sistemi yöneten ve CBS'ni gerçek dünya problemlerinin çözümü için planlar geliştiren personel olmaksızın sınırlı olarak kullanılabilir. CBS

kullanıcıları, sistemi tasarlayan ve idare edenlerden, onu günlük hayatlarında yardım amaçlı kullananlara kadar geniş bir yelpazeyi kapsamaktadır.

Başarılı bir CBS, çok iyi tasarlanmış plan ve iş kurallarına göre işler. Bu tür işlevler her kuruma özgü model ve uygulamalar şeklinde gerçekleştirilerek yöntem başlığı altında ele alınmaktadır.

4.3 CBS'nin Görevleri

CBS'leri kullanım amacına göre farklı görevler üstlenecek şekilde tasarlanabilmelerine rağmen görevleri genel olarak beş ana başlık altında incelenmektedir. Bunlar; veri girişi, işletim, yönetim, sorgulama ve analizler, görselleştirme (ESRI, 1990; Symyrnew, 1990; Fisher ve Nijkamp, 1992).

Veri girişi, genel anlamı ile, verilerin CBS yazılımına aktarılması işlemini içermektedir. Verilerin CBS'de kullanılmadan önce uygun sayısal formata dönüştürülmesi gerekir. Bunlar .dwg, .dgn, .shp uzantılı dosyalarda tutulan vektör veriler ile benzer şekilde GEOTIFF, JPEG, IMG, MRSID, PNG ve ECW gibi raster veri formatlarıdır. Günümüzde pek çok coğrafi veri CBS'ne uyumlu formatlarda hazır bulunmaktadır. Bu veriler, istendiği takdirde doğrudan bir CBS içerisine yüklenerek kullanılabilir.

İşletim görevi; belirli bir CBS projesi için, istenilen veri türlerinin kullanılacak olan sistem ile uyumlu hale getirilmesi işlemidir. Bunun için veriler bir şekilde dönüştürülmeli ya da manipüle edilmelidir. Örneğin, coğrafi veri farklı ölçeklerde kullanılabilir. Bu veriler entegre edilmeden önce aynı ölçeğe dönüştürülmelidir. CBS teknolojisi mekansal verinin manipüle edilmesi ve gereksiz verinin çıkarılması için bir takım yöntemler sunmaktadır. Bazı durumlarda özel CBS projeleri için veri çeşitlerinin birbirine dönüşümü veya irdelenmesi istenebilir. Verilerin sisteme uyumlu olması bunu gerektirebilir. Örneğin, konumsal bilgiler farklı ölçeklerde mevcut olabilir (yol verileri 1/100.000, nüfus dağılım verileri 1/10.000, bina verileri 1/1.000 gibi). Tüm bu bilgiler birleştirilmeden önce aynı ölçeğe dönüştürülmelidir. Bu dönüşüm görüntü amacıyla geçici olabileceği gibi bir analiz işlemi için sürekli ve kalıcı da olabilir. CBS, gerek bilgisayar ortamında obje üzerine imlecin (mouse) tıklanması ile basit sorgulama kapasitesine, gerekse çok yönlü konumsal analiz araçlarıyla (tools) yönetici ve araştırmacılara istenen süreçte bilgi sunar.

CBS Yönetim görevi veri yönetimi üzerine odaklanmaktadır. Küçük bir CBS projesi için coğrafi bilginin basit dosyalar halinde saklanması yeterli olmakta ancak veri hacminin büyümesi ve veri kullanıcı sayısının artması halinde kayıt, organizasyon ve veri işletimi için veri tabanı yönetim sistemi (VTYS) kullanılması kaçınılmaz hale gelmektedir. Birçok veri tabanı işletim sistemi yapısı bulunmaktadır, ancak CBS’de ilişkisel yapı en kullanışlı olanıdır. İlişkisel yapıda veriler tablolar halinde kayıt edilmekte ve farklı tablolardaki ortak alanlar, ilişki kurmak için kullanılmaktadır.

CBS bir karar verme aracı olarak, çeşitli disiplinler tarafından tercih edilmesinin en önemli nedenlerinden biri de, geometrik ve geometrik olmayan verilerin bir bütün halinde çok yönlü olarak sorgulanmasına ve analiz edilebilmesine olanak tanımasıdır.

CBS’leri mekânsal sorgulamalar yolu ile coğrafi nesneler ile onların özniteliklerine ilişkin sorgulama yapmaya olanak tanımaktadır. Bunun yanı sıra mekansal analizler ile sistemde depolanan verilerden yeni bilgi kümeleri oluşturulabilmektedir. Yaygın olarak kullanılan CBS yazılımları; tampon analizi, bindirme analizi, yakınlık analizleri, yoğunluk analizleri, dinamik bölümlleme, doğrusal referanslama ve yüzey analizleri yapma araçları sunmaktadır (Fisher ve Nijkamp, 1992; Taştan ve Bank, 1994).

Görselleştirme görevi mekânsal sorgulama ve analiz sonuçlarının görüntülenmesini içermektedir. Elde edilen sonuçlar; görsel bir harita ya da grafik olabilmekte bunun yanı sıra harita görüntüleri, raporlar, üç boyutlu görüntüler, fotoğrafik görüntüler ve multimedya gibi diğer farklı ürünler CBS ile bütünleştirilmektedir..

4.4 Petrol Boru Hattı Projelerinde CBS Uygulamaları

Uzun mesafelerde dağınık olarak gerçekleştirilen ve tekrarlanan işlemleri içeren petrol ve gaz boru hattı yapım projeleri; coğrafi lokasyon, çevresel, jeolojik şartlarla ve bunun gibi devamlılık arz eden pek çok karakterlerle ilişkili olduğu için oldukça karmaşık sistemlerdir. Bu tür projelerde farklılık içeren pek çok veri, diyagram, şekil, dosya ve farklı bilgilerin tasarım, planlama, yapım ve yapım sonrası aşamalarda manuel yöntemlerle etkin ve verimli bir şekilde yönetilmesi; kullanımı, güncellemesi ve bir araya getirilmesi oldukça güçtür (Montemurro ve diğ., 1998; Delevar ve Naghibi, 2003; Sönmez, 2009).

Bilgisayar ve bilgi teknolojilerine dayalı ileri bir teknolojiyi ifade eden CBS'leri; coğrafi bilginin görüntülenebildiği, saklanabildiği manipüle edilebildiği bilgisayar sistemleri olması ve bunun yanı sıra konum verileri ve bunlarla ilişkili bilgilerin yönetilmesini sağlayan sistem olması yönü ile bu alanda kullanışlı bir yöntem olarak kabul görmektedir.

CBS'nin boru hatlarında kullanımı ve bu alandaki araştırmalar her geçen gün tüm dünya da yaygınlaşmaktadır. Örneğin; Kanada'da Empress Emerson gaz boru hattında planlama amacıyla; ABD'nde tehlikeli ve toksik sıvı ve gaz iletimi hatlarında veri tabanı olarak, Tayvan ve Çin'de petrol boru hattı işletme ve bakımında, Çin'de içme suyu sağlayan boru hatlarında, veri tabanı olarak kullanılmaktadır (Xiaoge ve Wentong, 2005).

Bu bölümde CBS'lerinin petrol boru hatları projelerinde kullanımı; proje yönetim anlayışı çerçevesinde, ön tasarım ve tasarım, yapım ve yapım sonrası aşamaları kapsamında ele alınacaktır.

4.4.1 Ön tasarım ve tasarım aşamalarında CBS kullanımı

Ön tasarım ve tasarım aşamalarında CBS kullanımına dair araştırmalar en uygun güzergâh seçimi konusunda yoğunlaşmaktadır.

Güzergâh seçimi, projenin başarı ve başarısızlığına etki etmesi, sosyal ve ekonomik etkileri olması ve yapım işlerini doğrudan etkilemesinden dolayı boru hattı projelerinin stratejik öneme sahip bileşenidir. Sosyal riskler, çevresel etkiler, yapım aşamasında mühendislik uygulamalarına ve işletme aşamasında verimliliği etkilemektedir.

Geleneksel yöntemlerle güzergâh belirleme çalışmaları başlangıç ve bitiş noktasının düz bir çizgi ile birleştirilmesi daha sonra da bu çizgi projenin fiziksel, ekonomik ve çevresel amaçlarına uygun şekilde değiştirilmesi ile yapılmaktadır. Genellikle bu yöntemde tek kişi veya küçük bir grubun çalışması sonucu güzergâh belirlenmektedir. Dolayısı ile bu işlem kişisel önyargı ve birikimlere bağlı kalarak proje amaçları ile tutarsızlıklar içerebilmektedir. Bunun yanı sıra sınırlı sayıda etkenin değerlendirilmesinden ötürü sonraki aşamalarda verimlilik açısından yetersiz kalmaktadır. Çok disiplinli ve katılımlı CBS tabanlı uygulamalarda ise gerek niceliğe bağlı gerekse niteliğe bağlı çok yönlü değerlendirmeler kolaylıkla yapılabilmektedir

(Montemurro ve diğ., 1998; Luettingear ve Clark, 2005; Yildirim ve Yomralioglu, 2007; Ebrahimipoor ve diğ., 2009).

CBS'ne dayalı güzergah seçimi çalışmalarında işlem sırası şu şekilde gerçekleşmektedir. Öncelikle sosyal, toplumsal, güvenlik ve maliyet konularında proje amaç ve hedefleri belirlenmekte ardından CBS için veritabanları oluşturulmaktadır. Diğer adımda proje kısıtları, istisnalar ve olanaklar seçim ölçütleri olarak belirlenerek modelleme işlemi için uygun bir algoritma geliştirilmektedir. Bu algoritma ile çeşitli alternatif güzergâhlar üretilmekte ve bunlar harita ve planlar halinde görselleştirilmektedir. Üretilen alternatif güzergâhların niceliksel karşılaştırılması yapılmakta en uygun iki ya da üç seçenek belirlenmektedir. En son aşamada belirlenen güzergâhlar sahada gezilerek incelenmekte ve karar verilmektedir (Dey ve Gupta, 1999).

CBS yardımı ile toprak yapısı, yerleşim yoğunluğu, arazi kullanımı, engel yoğunluğu gibi pek çok ölçüte bağlı sorgulamalar yapılmaktadır. Bu sayede alternatifler çok kısa süre içerisinde çok düşük maliyetler ile üretilebilmekte ve niceliksel olarak karşılaştırılabilmektedir. Örneğin; çevresel risklerin, sosyal etkilerin, yapım maliyet ve zorluklarının en az düzeyde olduğu seçenekler oluşturulabilmekte bunlar birbirleri ile karşılaştırılarak optimum çözüm oluşturulmaktadır (Montemurro ve diğ., 1998).

En uygun güzergah seçiminde raster veriler üzerinden yapılan en az maliyetli yol analizi yaygın olarak kullanılmaktadır (Stefanakis ve Kavouras, 1995; DeMers, 2002; Delevar ve Naghibi, 2003). Bunun yanı sıra son yıllarda en uygun güzergah seçiminde bulanık mantık yöntemleri, istatistiksel modeller ile genetik algoritmaların kullanımı üzerinde araştırmalar yapılmaktadır (Ebrahimipoor ve diğ., 2009; Moghaddam ve Delevar, 2007; Furuholmen ve diğ., 2010).

4.4.2 Yapım aşamasında CBS kullanımı

Günümüzün karmaşık organizasyonlarında çok fazla bilginin üretilmesi ve bunun yapılabilmesi için verilerin derlenmesi gerekliliği bilgisayara dayalı bütünleşik proje yönetim sistemlerinin kullanılmasını kaçınılmaz hale getirmiştir (Gökçen, 2007).

Boru hattı yapım projeleri; dağınık yapısı, tekrar eden işlemleri barındırması, yüksek maliyetli ve sınırlı zamanlı olması yönü ile yüksek standartlı proje yönetimini zorunlu kılmaktadır. Yapımı uzun mesafelerde gerçekleştirilen boru hatları genellikle birkaç bölüme ayrılarak inşaa edilmekte dolayısı ile farklı yerlerde farklı aktiviteler,

dağınık coğrafyalarda, eş zamanlı olarak yürütülmektedir. Bu yönü ile mekânsal çözümler içeren CBS tabanlı bir proje yönetim sisteminin inşaat yönetiminde kullanımı yüksek teknoloji bir yöntem olarak kabul görmektedir (Xiaoge ve Wentong 2005; Bansal ve Pal, 2006; Cobbs, 2006, Bansal ve Pal, 2007; Chand ve Gloven, 2009).

Yapım aşamasında CBS tabanlı inşaat yönetim sistemlerinin kullanılması ile farklı kaynaklardan elde edilen farklı bilgiler kullanılabilir, analiz edilebilir, görselleştirilebilir, sorgulanabilir ve kolaylıkla güncellenebilir. CBS'lerinin veri bütünleştirme teknolojisi; inşaat işlemlerine dair her türlü verinin ilişkilendirilmesi bütünleştirilmesi, bir araya getirilmesini sağlayarak; birlikte kullanımı güç olan çizim ve yapım yöntemi ve prosedür gibi diğer bilgilerin kolaylıkla bir arada kullanılmasını ve karmaşık sorgulamalar yapılmasını sağlar.

CBS'leri ile görüntü veri tabanları, grafik veri tabanları ve veri tabanı yönetim sistemleri ile haritalar, detay projeler, grafikler, kolaylıkla güncellenebilir, değiştirilebilir. Bu sayede planlama faaliyetleri kolaylıkla ve verimli bir şekilde gerçekleştirilebilir (Chand ve Glowen, 2009). Üretim verilerinin günlük bazda elde edilmesini ve gerçek zamanlıya yakın bir düzeyde izlenmesini olanaklı kılmakta, Web tabanlı uygulamalar ile veri ve bilgilerin güvenli bir ortamda saklanması, uzaktan erişimi ve yönetilmesi olanağını sağlamaktadır (Xiaoge ve Wentong 2005; Leung ve diğ. 2008).

Malzeme sağlanması ve izlenmesinde kolaylık sağlamanın yanı sıra prosedür ve doğru yerde doğru malzeme kullanımında kolaylık sağladığı için hata oranını azaltmaktadır. Bunlara ek olarak; standartlara kolay erişim sağlamanın açısından kalite güvencesi anlamında da etkinliği arttırmaktadır. Olası yanlış işlem ve tesislerde zaman kaybı olmadan müdahale olanağı verdiği için maliyet ve zaman kayıplarını azaltmaktadır (Chand ve Glowen, 2009).

Simülasyonlarla dizayn kontrolü sağlanabilmekte ve olası revizyonların gerçekleştirilmesinde ve ilgililerine ulaştırılmasında kolaylık sağlamaktadır. Bu anlamda kapsam ve proje değişikliklerinin karar verme süresini azaltarak maliyet artışı ve kayıpların önüne geçilmesine yardımcı olmaktadır (Chand ve Glowen, 2009).

Projenin farklı ekiplerinde elde edilen veriye bilgi ve dokümanlar homojen ve belirli bir formata getirilerek iş teslimi ve kabulü aşamaları için kolaylık sağlamaktadır (Cobbs, 2006).

Özetle CBS 'ne dayalı inşaat yönetim sistemleri ile; inşaat verimliliğini artırır, kritik noktalarda karar vericilere kolaylık sağlar, yapım işlerinin tasarım projelere uygun ve güvenli sürdürülmesini sağlar, zamanında ve bütçesi dahilinde tamamlanmasını sağlamaktadır.

Sonuç olarak boru hattı yapımı ile ilgili tüm veriler ve olaylar konuma bağlı olarak analiz edilebilmekte ve buradan elde edilen bilgiler karar destek süreçlerinde yöneticilere kolaylık sağlamaktadır.

4.4.3 Yapım sonrası aşamada CBS kullanımı

CBS ile yapım sonrası aşama olarak adlandırılan işletme ve bakım evresindeki tüm işlemler kolaylıkla gerçekleştirilmektedir. Basınç, sıcaklık, akış miktarı gibi veriler gerçek zamanlı ve mekânla ilişkili olarak kolaylıkla izlenebilmekte, boru hattının işletme durumu, araç ve donanımın dağılımı ile son kullanıcıların dağılımı görülebilir. Güvenli işletme, yönetim ve pazarlama anlamında CBS önemli bir rol oynamaktadır (Xiaoge ve Wentong 2005).

Alt yapı incelemeleri ile bütünleştirilen mekânsal verilerin, en uygun koruyucu bakım programlarının yaratılmasında ve bakım maliyetinin azaltılmasında yararlı olacağı düşünülmektedir (Palmer, 2004). Değişikliklerin izlenmesinde titiz ve yüksek doğruluklu bir yaklaşım sağlamaktadır. Örneğin; anomalilerin iyileştirilmesi (McMullin ve diğ. 2009), kaplama ve katotik sistemdeki sorunların giderilmesinde (Chang ve diğ., 2009) ve en önemlisi mükerrer iş yapmanın önüne geçilmesi anlamında yarar sağlamaktadır. Bunlara ek olarak; kaçak denetimi ve rutin bakımlarda kullanılmakta bu aşamada doğru konum verisi ve boru bilgisi müdahale zamanını kısaltmaktadır (Cobbs, 2006).

5. UYGULAMA

Petrol boru hattı uygulama projesi ve çalışma bölgesinin topografik haritaları; CBS oluşturulması için çalışmada kullanılan temel geometrik veri kaynaklarıdır. Boru hattı güzergâhında yer alan üçüncü taraflara ait geçiş noktalarının listesi öznitelik verilerini oluşturmaktadır. Bunun yanı sıra tasarlanan CBS ile birlikte çalışacak İSG veri tabanı için boru hattı inşaatında gerçekleştirilen aktivitelerden en temel yapım işleri seçilmiş ve bu aktivitelere ilişkin uzmanlar tarafından hazırlanan İSG risk değerlendirmeleri kullanılmıştır.

Uygulama; yapım evresinde gerçekleştirilen temel aktiviteler olan güzergâh açma, kanal açma, indirme, geri dolgu ve restorasyon olarak da adlandırılan eski haline getirme işlerini kapsayacak şekilde tasarlanmıştır. Bundan dolayı geliştirilen sistem prototipi güzergâh açma, kanal açma, indirme, geri dolgu ve eski haline getirme işleri için düzenlenmiş risk değerlendirmelerini esas alacak şekilde gerçekleştirilmiştir.

5.1 Uygulamada Kullanılan Teknolojiler

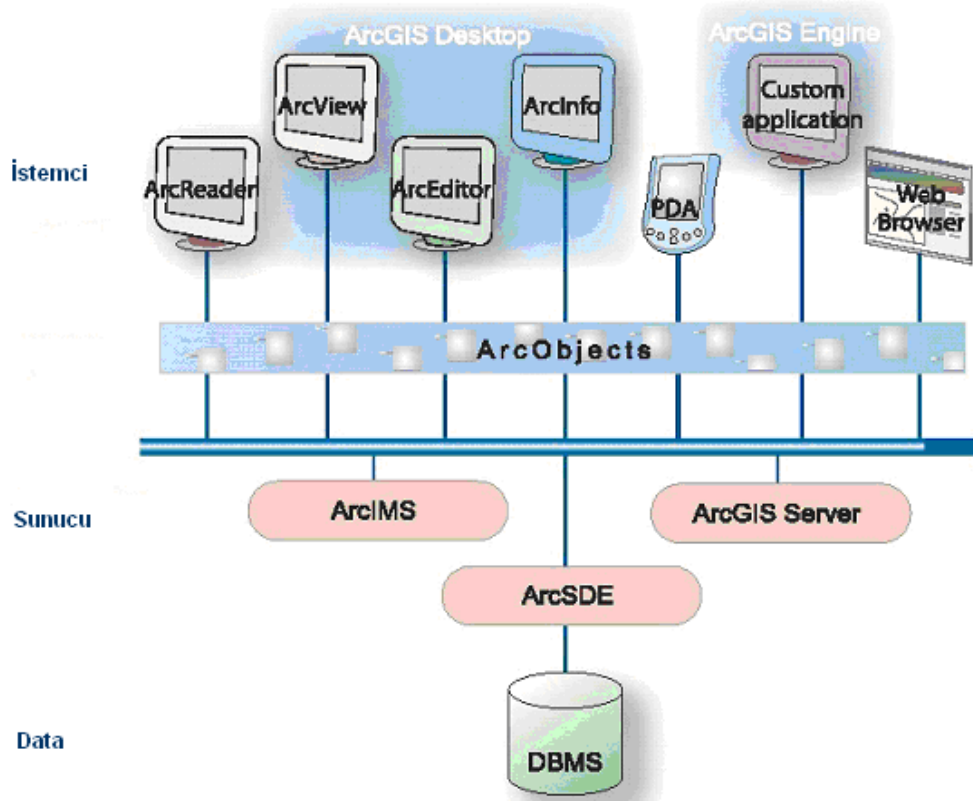
Uygulama yazılımının geliştirilmesi ileri düzeyde CBS uygulamalarının bütünü olan ArcGIS Desktop teknolojisi ile yapılmıştır. Buna dayalı olarak web üzerinden yazılım geliştirme ve yayımlama özelliğini sağlayan ArcGIS Server platformu ve bu platformun yazılımın geliştirme araçlarını sunan ArcGIS Web ADF uygulama geliştirme çatısı kullanılmıştır.

İSG veri tabanının oluşturulması, yönetilmesi ve web üzerinden çalıştırılmasını sağlamak için MS SQL Server veri tabanı yönetim sistemi kullanılmıştır.

Yazılım geliştirme sürecinde tüm bu teknolojiler; .NET platformu üzerinde, MS Visual Studio teknolojileri ile C# programlama dili ile birlikte kullanılmıştır.

5.1.1 ArcGIS

ArcGIS Desktop, (ArcInfo, ArcView ve ArcEditor) içerisinde bütünleşik olarak gelen ArcMap, ArcCatalog, ArcToolbox, ArcGlobe ve Model Builder arayüzleri ile, haritalama, mekansal analizler, veri işleme, veri yönetimi ve görüntüleme işlemlerini gerçekleştiren bütünleşik bir CBS yazılımıdır. ArcGIS CBS yazılımının bileşenleri Şekil 5.1’de gösterilmektedir.



Şekil 5.1 : ArcGIS teknolojisi bileşenleri (ESRI, 1990).

Bütün ArcGIS yazılım bileşenleri ArcObjects üzerine kurulmuş ve geliştirilmiştir. ArcObjects tarafsız bir işletim platformu olup .NET, Java, COM, ve C++ gibi birçok programlama ara yüzü tarafından kullanılabilir.

ArcGIS Server, merkezi olarak yönetilen, ileri düzeyde CBS işlevleri sağlayan, çok kullanıcıli ortamları destekleyen bütün CBS uygulamalarını ve hizmetlerini kuran bir platformdur. Bu platform yardımı ile kullanıcılar CBS Web uygulamalarını kullanabilmekte ve yapılandırabilmektedirler. ArcGIS server, CBS sunucusu ve ADF (Application Developer Framework) olmak üzere iki ana bileşenden oluşmaktadır. ArcGIS Server ilişkisel veritabanları, web sunucuları ve uygulama sunucuları gibi bilgi teknolojileri sistemlerinin bütünleştirilmesine olanak tanır.

Bu sistem, organizasyonlara uygulama sunucuları üzerinde CBS yazılımını merkezileştirebilmeyi ve CBS yeteneklerini ağ üzerinden geniş kullanıcı kitlesine ulaştırabilmeyi sağlamaktadır. Kuruluş içi CBS kullanıcıları, geleneksel masaüstü sistemlerini, aynı web tarayıcılarını kullandıkları gibi kullanarak ve hareketli hesaplama araçlarını kullanarak merkezi CBS sunucusuna bağlanabilmektedirler. Kullanıcılar ArcGIS Server ile herhangi bir yerden CBS sistemine tek paylaşımlı sistem üzerinden erişebilirler. Bu merkezci yaklaşım ile mekânsal veri yönetimine, haritalandırmaya ve mekânsal analizlere, CBS servisi kullanıcıları ve uygulamalar kendi iş akışı mantığıyla sunucu tabanlı işleri adapte edebilir ve her yerden kullanılmasını sağlayabilirler.

ArcGIS Server platformunu, kullanıcılara isteğe bağlı yazılım geliştirme olanağı sağlamaktadır. Özel uygulama yaratma yeteneği .NET veya JAVA servisi kullanımları ile olmaktadır. .NET için web uygulama geliştirme çatısı olan Web ADF ve hareketli ADF; JAVA için Web ADF ve mekânsal kurulum için Java Beans yaratma işlevleri kullanılmaktadır. ArcGIS Server .NET ve JAVA ile birlikte kullanılabilmesinin yanısıra AJAX uyumlu web kontrollerini de içermektedir.

Bu uygulama çalışmasında ArcGIS Server .NET servisi için geliştirilen Web ADF uygulama geliştirme çatısı ve AJAX uyumlu web kontrolleri kullanılmıştır.

5.1.2 Ms SQL Server

Ms SQL Server teknolojisini açıklamadan önce veri tabanı ve veri tabanı yönetim sistemlerinin tanımlanmasında yarar bulunmaktadır.

Veri tabanı en genel tanımıyla, kullanım amacına uygun olarak düzenlenmiş veriler topluluğudur. Birbirleriyle ilişkileri olan verilerin tutulduğu, mantıksal ve fiziksel olarak tanımlarının olduğu bilgi depolarıdır. Veritabanları gerçekte var olan ve birbirleriyle ilişkisi olan nesneleri ve ilişkileri modellemektedir. Bir veri tabanından beklenen temel özellikler, verileri koruması, onlara erişilmesini sağlaması ve başka verilerle ilişkilendirilmesi gibi işlemleri yapabilmesidir (Yalçın, 2009).

VTYS, yeni bir veri tabanı oluşturmak, veri tabanını düzenlemek, geliştirmek ve bakımını yapmak gibi çeşitli karmaşık işlemlerin gerçekleştirildiği birden fazla programdan oluşmuş bir yazılım sistemidir. Veri tabanı yönetim sistemi, kullanıcı ile veri tabanı arasında bir arabirim oluşturmakta ve veri tabanına her türlü erişimi sağlamaktadır. Diğer bir deyiş ile veri tabanlarını kurmayı, yaratmayı, tanımlamayı,

işletmeyi ve kullanmayı sağlayan programlar topluluğuna VTYS denir (Yalçın, 2009; Köseoğlu, 2009). Ms Access, Ms SQL Server, Oracle, Sysbase, DB2 ve Informix yaygın olarak kullanılan veri tabanı yönetim sistemleridir.

Bu çalışmada İSG verilerinin saklanması ve yönetilmesi amacı ile Ms SQL Server istemci/sunucu temelli, ilişkisel veri tabanı yönetim sistemi kullanılmıştır. Ürünün uygulama kolaylığı, kurumsal yaygın kullanımı, birçok veri tabanına kolaylıkla bağlanabilmesi, esnek, hızlı ve güvenilir çözümler sunması ve en önemlisi uygulama geliştirme çatısına sahip olması tez kapsamında tercih edilmesini sağlamıştır (Uğurkaya, 2008).

5.1.3 NET Framework ve Visual Studio .NET

Microsoft firması tarafından, ortam bağımsız yazılım geliştirme zemini olan Visual Studio.NET ile Windows uygulamaları, web ortamında çalışan uygulamalar ve taşınabilir cihazlar için yazılımlar üretilebilmektedir. .NET çatısı (.NET Framework) adı verilen zemin, yazılım geliştiriciler için zengin sınıf kütüphaneleri sunmaktadır. İlk sürümü 2002 yılında çıkmış olan VS .NET, 2005, 2008 ve 2010 yılında yeni sürümlerine kavuşmuş ve yazılım geliştirme adına birçok yenilik sunmuştur (Url-3).

.NET Framework, standart ağ protokol ve şartnamelerini, farklı programlama dillerini ve farklı dillerde geliştirilen kütüphane programlarını destekleyerek Windows tabanlı uygulamalarda gerekli olan alt yapıyı sağlamaktadır. .NET Framework, Common Language Runtime (CLR) ve Framework Class Library (FCL) olmak üzere iki ana parçadan meydana gelmektedir.

Framework Class Library (FCL) temel sınıf kütüphanelerinden sorumludur. Nesneye dayalı işlevsel kütüphane fonksiyon paketlerini içermektedir. Giriş/çıkış, döngü (string) işlemleri, güvenlik yönetimi, ağ iletişimi, thread yönetimi, metin işleme ve kullanıcı arayüz tasarımı gibi standart fonksiyonları kapsamaktadır. Sınıf kitaplıklarında ASP.NET, ADO.NET, Windows Formları ve Enterprise Services teknolojileri yer almaktadır. İlişkisel veri tabanı yönetim sistemlerinde yer alan verilere erişmek için kullanılan ADO.NET sınıfları; OLE DB, ODBC, Oracle ve SQL Server arayüzleri üzerinden veriye erişimi sağlamaktadır. XML sınıfları ise XML manipölasyonu, XML veri içerisinde arama yapabilme ve dönüşüm fonksiyonları gibi temel fonksiyonlara sahiptir. ASP.NET sınıfları Web tabanlı

uygulamalar ve Web servisleri geliştirebilmek için destek sağlamaktadır. Windows Forms sınıfları ise masaüstü uygulamaları geliştirebilmeyi sağlamaktadır.

Common Language Runtime (CLR), çalışma zamanı servislerinden sorumludur. .NET uygulamalarının değişik sistemler üzerinde çalışmasını sağlayan çalışma zamanı kütüphanelerini sağlamaktadır. Uygulamaları yönetmeye yardımcı olacak servisleri sağlayan tarafsız geliştirme ve uygulama ortamlarını içerir. Programlama dillerinin entegrasyonu (language integration), güvenlik (security), bellek (memory), süreç (process) ve iş parçacığı (thread) yönetimi çalışma zamanı servislerindendir.

Visual Studio .NET Microsoft yazılım şirketi tarafından; Visual Basic, Visual C#, C++ gibi programlama dillerinin destekleyen, Windows ve web uygulamalarını geliştirmeye olanak tanıyan bir tümleşik geliştirme ortamıdır. Burada yer alan tümleşik geliştirme ortamından kasıt bilgisayar programcılarının hızlı ve rahat bir şekilde yazılım geliştirebilmesini amaçlayan, geliştirme sürecini organize edebilen birçok araç ile birlikte geliştirme sürecinin verimli kullanılmasına katkıda bulunan araçların tamamını içerisinde barındıran bir yazılım türü olmasıdır. Tümleşik geliştirme ortamlarının ortak özellikleri; programlama diline göre sözdizimi renklendirmesi yapabilen kod yazım editörü, kod dosyalarının hiyerarşik olarak görülebilmesi amacıyla hazırlanmış gerçek zamanlı bir dizelge, tümleşik bir derleyici, yorumlayıcı ve hata ayıklayıcı ve yazılımın derlenmesi, bağlanması, çalışmaya tümüyle hazır hale gelmesi ve daha birçok ek işi otomatik olarak yapma amacıyla küçük inşa araçları sunmalarıdır.

5.2 Uygulamada Kullanılan Veriler

5.2.1 İSG verileri

Risk değerlendirme çalışmaları; tehlikelerin belirlenmesi, risklerin analizi ve değerlendirilmesi, kontrol önlemlerinin belirlenmesi adımlarından oluşmaktadır.

Risk değerlemede kullanılan tehlike kaynakları Avrupa Birliği'nin İSG ile ilgili direktifleri ile uyumlu İngiliz; Management Of Health & Safety At Work Regulations 1999 (MHSW, 1999), Health And Safety At Work Act 1974 (HASAW, 1974), Safe Use Of Lifting Equipment (Loler, 1998), Construction (Health, Safety And Welfare) Regulations 1996 (CHSW, 1996) ile Amerikan Yapı İşlerinde İSG Uygulama Yönetmeliği 29CFR1926 düzenlemeleri temel alınarak aktivite bazlı

olarak hazırlanmıştır. Bu çalışma örnek bir petrol boru hattı yapım projesinde gerçekleştirilen aktiviteler esas alınarak gerçekleştirilmiştir.

Risk analizi ve değerlendirmesi; İngiliz Standartları Enstitüsü BSI, İSG kuruluştur HSE ile Amerikan İSG kurumu OSHA tarafından kullanılması önerilen risk değerlendirme karar matris yöntemine ve üç değişkenli matris esasına göre düzenlenmiştir. Bu yöntemle göre risk, tehdidin olma olasılığı ile tehdidin etkisinin nicel değerlerinin çarpımına eşittir. Bir olayın gerçekleşme olasılığını göstermek için aşağıda Çizelge 5.1’de verilen olasılık çizelgesi kullanılmıştır.

Çizelge 5.1 : Olasılık çizelgesi.

Olasılığın Nicel Değeri	Olasılığın Nitel Değeri	Ortaya Çıkma Sıklığı
1	Düşük	Yılda bir
2	Orta	Ayda bir
3	Yüksek	Hergün

Olası bir olay sonrası beklenen zarar veya hasarın dercelendirilmesi için aşağıda Çizelge 5.1’de gösterilen sonuç değerlendirme çizelgesi kullanılmıştır.

Çizelge 5.2 : Sonuç değerlendirme çizelgesi.

Sonuç\Etki Nicel Değeri	Sonuç\Etki Nitel Değeri	Sonuç\Etki Derecesi
1	Hafif	İş günü kaybı < 3 gün ilk yardım gerekir
2	Ciddi	İş günü kaybı > 3 gün Hafif yaralanma tedavi gerekir
3	Çok Ciddi	Ölüm, Ciddi yaralanma, Meslek hastalığı

Olasılık çizelgesi ve sonuç değerlendirme çizelgesinde yer alan değerlerden Şekil 5.3’te gösterilen risk matrisi elde edilmiştir.

Sonuç Olasılık	1	2	3
1	1	2	3
2	2	4	6
3	3	6	9

Şekil 5.2 : Risk değerlendirme matrisi.

Risk değerlendirme matrisinin her bir elemanının çarpımından elde edilen değer risk skoru olarak adlandırılmakta ve skora göre yapılacak eyleme karar verilmektedir. Risk skorlarına göre yapılacak eylemler aşağıda yer alan izelge 5.3'te verilmiştir.

Çizelge 5.3 : Risk skoru eylem tablosu.

Risk Skoru	Yapılacak Eylem
1	Eylem gerektirmez
2	Düşük öncelikli eylem
3-4	Orta öncelikli eylem
6	Yüksek öncelikli eylem
9	Acil eylem

Yukarıda genel erevesi açıklanan risk değerlemesi verileri İngiliz; Health And Safety At Work Act 1974 (HASAW, 1974), Safe Use Of Lifting Equipment (Loler, 1998), Construction (Health, Safety And Welfare) Regulations 1996 (CHSW, 1996) ile Amerikan Yapı İşlerinde İSG Uygulama Yönetmeliği 29CFR1926 yer alan esaslar çerçevesinde, petrol boru hattı yapım projesinde gerçekleştirilen aktivitelere göre hazırlanmıştır.

Bu aktiviteler Bölüm 4.2'de ele alındığı üzere; temel üretim birimleri olan inşaat, mekanik ve elektrik ve enstrümantasyon işlerinden seçilen sıyırma tesviye, dizgi, eğme, kaynak, kaplama, kanal açma, yataklama örtü, indirme, geri dolgu, test, eski haline getirme işleridir. Örnek olarak, aşağıda, izelge 5.4 ile 5.5'te petrol boru hattı inşaatında gerçekleştirilen iki aktiviteye ilişkin risk değerleme izelge örneği verilmiştir.

Bu çizelgelerde risk değerlendirmesi yapılan her bir aktivite için; tehlike, risk ve değerlemeden elde edilen risk skoru ile riskin ortadan kaldırılması veya gerçekleşmesi durumunda etkisinin en az düzeyde tutulması için alınması gereken kontrol önlemleri yer almaktadır.

Çizelge 5.4 : Kanal açma risk değerlendirme çizelge örneği.

No	Tehlike	Risk	Risk Skoru	Kontrol Önlemi
	Kanal Açma			
1	Yeraltı tesislerine temas	Yaralanma, elektrik şoku, yanma	9	Çalışma alanının çizimlerinin kontrolü Çalışma öncesi yer altı tesislerinin yerlerinin arazide işaretlenmesi Güvenli çalışma sınırlarını (klerans) gösterir en kesitlerin hazırlanması
2	Kazı alanına güvensiz erişim ve düşme	Yaralanma	4	Kazı derinliğinin en az 1m. üzerine çıkacak şekilde yeterli sayıda merdiven yerleştirilmesi Kazı alanının 4m. dışına tel çit veya uyarıcı bariyer tesis edilmesi
3	Kazı çökmesi	Yaralanma	4	Makine ve ekipmanın kazı duvarlarından uzak tutulması Kazı alanı çevresine geçici koruma alanı oluşturulması Kazı derinliğinin en az 1m. üzerine çıkacak şekilde en az iki adet merdiven konması Zemin durumunun kazı süresince sürekli izlenmesi Gerekli olması halinde kazı duvarlarına destek payanda tesisi
4	Arazide mevcut yapıların yakınında ve/veya altında kazı yapılması	Yaralanma, yapının zarar görmesi, zayıflaması veya yıkılması.	4	Kazı öncesi geçici çalışma tasarımı yapılmalı, yapının durumuna ilişkin risk değerlemesi yapılması Zemin bilgilerinin toplanması buna uygun kazı yöntemi seçimi
5	Ekipmanın elektrik direğine çarpması	Yaralanma	3	Yetkisiz işgörenlerin çalışan makine ve ekipmandan uzak tutulması
6	Havai elektrik hattı kablosu ile temas	Yaralanma, ekipmanın zarar görmesi	3	Çalışma öncesi sahada bilgilendirme konuşması yapılması Havai elektrik hattının her iki yanına kale direği tesis edilmesi Uyarı işaret ve işaretçisi tesisi
7	Hareket eden makine ve ekipmanın çalışanı ezmesi, sıkıştırması	Yaralanma	4	Sertifikalı ve deneyimli operatör seçimi Kişisel koruyucu ekipman kullanımı Çalışma öncesi sahada bilgilendirme konuşması yapılması
8	Hidrolik ekskavatör kullanımı	Yanlış kullanım İnstabilite Ekskavatör dönüş alanına girme ve temas	3	Sertifikalı ve deneyimli operatör seçimi Ekipmanın operatör tarafından her çalışma öncesi kontrolü, İşlem sırasında makinenin sağlam zeminde olduğuna dikkat edilmesi İşgörenlerin çalışma sırasında ekskavatör dönüş alanının dışında tutulması Dönüş alanı içerisinde çalışma yapma zorunlu ise operatörle sürekli koordinasyon ve iletişim halinde olmak

Çizelge 5.5 : Geri dolgu risk değerlendirme çizelge örneği.

No	Tehlike	Risk	Risk Skoru	Kontrol Önlemi
	Geri dolgu			
1	Yeraltı tesislerine temas	Yaralanma, elektrik şoku, yanma	3	Çalışma alanının çizimlerinin kontrolü Çalışma öncesi yer altı tesislerinin yerlerinin arazide işaretlenmesi Güvenli çalışma sınırlarını (klerans) gösterir en kesitlerin hazırlanması
2	Kazı alanına güvensiz erişim ve düşme	Yaralanma	4	Kazı derinliğinin en az 1m. üzerine çıkacak şekilde yeterli sayıda merdiven yerleştirilmesi Kazı alanının 4m. dışına tel çit veya uyarıcı bariyer tesis edilmesi
3	Kazı çökmesi	Yaralanma	4	Makine ve ekipmanın kazı duvarlarından uzak tutulması Kazı alanı çevresine geçici koruma alanı oluşturulması Kazı derinliğinin en az 1m. üzerine çıkacak şekilde en az iki adet merdiven konması Zemin durumunun kazı süresince sürekli izlenmesi Gerekli olması halinde kazı duvarlarına destek payanda tesisi
4	Sahadaki geçici tesislerin kaldırılması	Yaralanma, yapının zarar görmesi, zayıflaması veya yıkılması..	4	Kazı öncesi geçici çalışma tasarımı yapılmalı, yapının durumuna ilişkin risk değerlemesi yapılması Zemin bilgilerinin toplanması buna uygun eski haline getirme yöntemi seçimi
5	Makine çarpması	Yaralanma	3	Yetkisiz personelin çalışan makinelerden uzak tutulması
6	Havai elektrik hattı kablosu ile temas	Yaralanma, ekipmanın zarar görmesi	3	Çalışma öncesi sahada bilgilendirme konuşması yapılması Havai elektrik hattının her iki yanına kale direği tesis edilmesi Uyarı işaret ve işaretçisi tesisi
7	Hareket eden makine ve ekipmanın çalışanı ezmesi, sıkıştırması	Yaralanma	4	Sertifikalı ve deneyimli operatör seçimi Kişisel koruyucu ekipman kullanımı Çalışma öncesi sahada bilgilendirme konuşması yapılması
8	Hidrolik ekskavatör, geri dolgu ve kırma makinesi kullanımı	Yanlış kullanım İnstabilite Ekskavatör dönüş alanına girme ve temas	3	Sertifikalı ve deneyimli operatör seçimi Ekipmanın operatör tarafından her çalışma öncesi kontrolü, İşlem sırasında makinenin sağlam zeminde olduğuna dikkat edilmesi İşgörenlerin çalışma sırasında ekskavatör dönüş alanının dışında tutulması Dönüş alanı içerisinde çalışma yapma zorunlu ise operatörle sürekli koordinasyon ve iletişim halinde olmak

5.2.2 Mekansal veriler

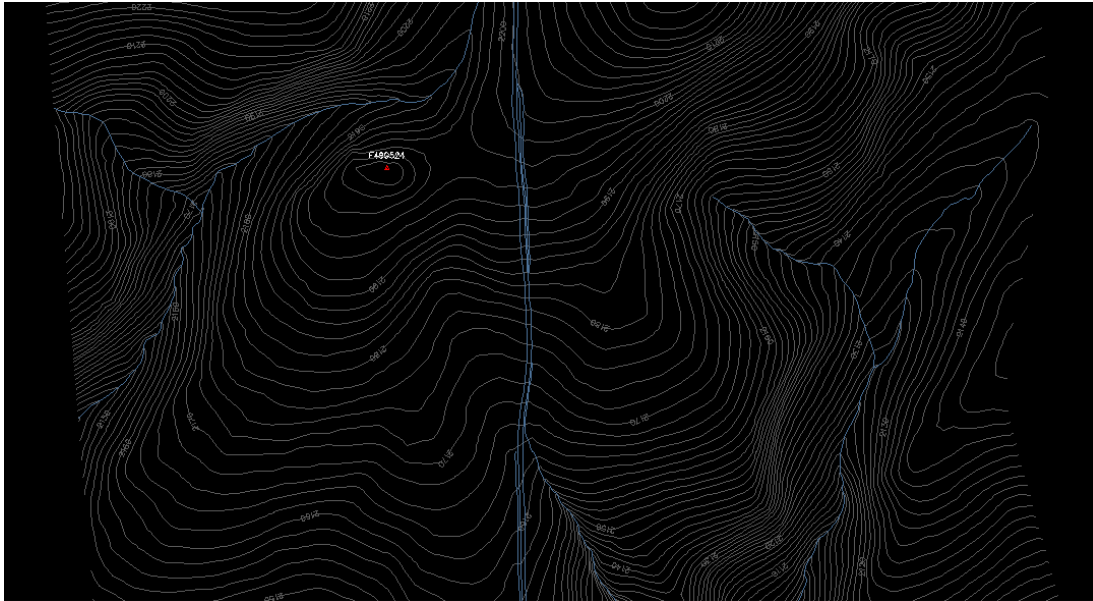
5.2.2.1 Geometrik veriler

Uygulama kapsamında 1.00 metre ϕ ında ϕ elik borulardan oluşan 17.800 metre uzunluğunda petrol boru hattına ilişkin veriler kullanılmıştır.

Geometrik veri kaynağı olarak; petrol boru hattı güzergahının 1:5000 ölçekli sayısal halihazır haritaları ve 1:5000 ölçekli yapım projeleri kullanılmıştır.

Çalışma kapsamında kullanılan sayısal halihazır haritalar; hava fotoğraflarından sayısallaştırma yoluyla elde edilen 1:5000 ölçekli, 3 derece dilim genişlikli Gauss-Kruger (Transversal Mercator) Projeksiyon sisteminde, ED50 Datumu'nda (Avrupa Datumu 1950 - European Datum 1950) tanımlanmıştır.

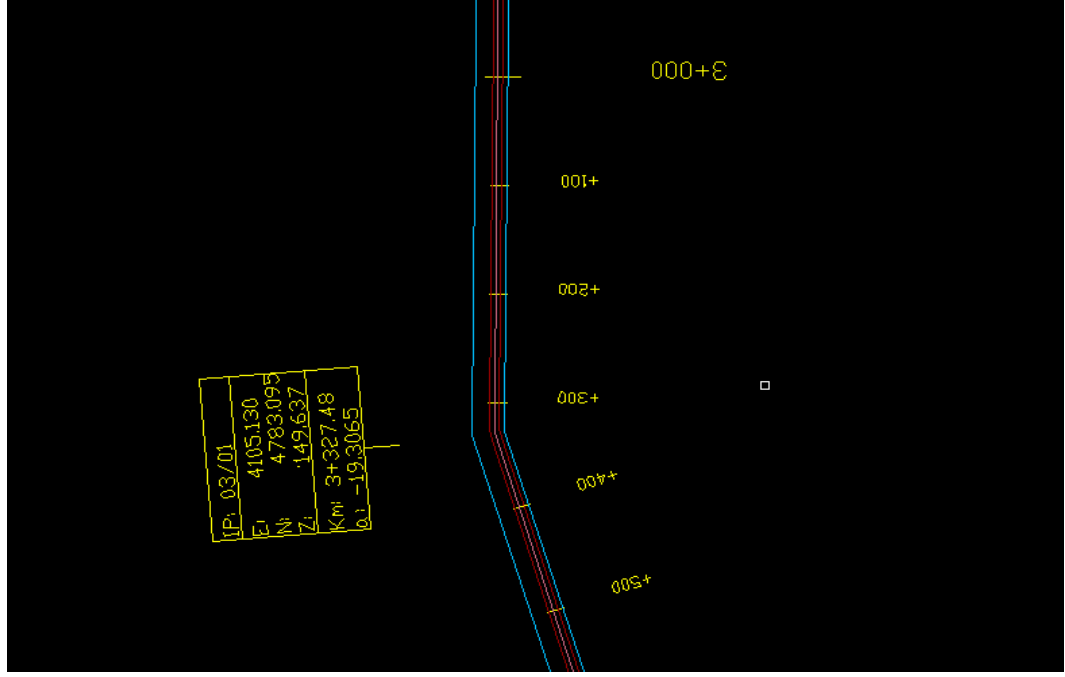
1:5000 ölçekli sayısal halihazır haritalar, 20.000 metre uzunluğunda ve yer yer değişmekle beraber yaklaşık 1.500 metre genişliğinde hazırlanmış şekil 5.3'de bir bölümü gösterilen şeritvari halihazır haritalardır.



şekil 5.3 : 1/5000 ölçekli halihazır harita.

şekil 5.4'te örneği gösterilen yapım projeleri yapım işlemlerinin gerçekteştirileceği alanı gösteren geçici kamulaştırma sınırları, boruların gömüleceği alanı gösteren kalıcı kamulaştırma sınırları, boru hattı ekseni, eksen geometrisinin değiştiği some noktaları ve kilometre değişim noktalarına ilişkin veriler içermektedir.

Geometrik veriler, mekânsal veri tabanı bölümünde detayları ile ele alınacaktır.



Şekil 5.4 : 1/5000 ölçekli yapım projesi.

5.2.2.2 Öznitelik verileri

Çalışmada boru hattı güzergâhı ile kesişen yollar, nehirler, enerji nakil hatları, sulama kanalları, yeraltı boru hatlarının öznitelik verileri kullanılmıştır. Öznitelik verileri; tesis sahibi, malzeme verisi, tipi, eğer boru hattı ise çap verisi, enerji iletim hatları için güvenli çalışma aralığını gösterir klerans bilgisi ile gerilim miktarı, ilgili geçişe ait detay çizim numaralarını içermektedir. Örnek öznitelik veri tablosu Şekil 5.4'te verilmiştir.

Attributes of Obstacle_List_2 Events																
Rkey	Geo_Code	C_Code	İlame	KP	Easting	Northing	Elevation	Owner	Material	Type	Radius	Clearance	Voltage	TM_ZONE	Ref_Drawing	F17
ABH	1000	1	Kp_point	17600	7641.323	62.024	<Null>	<Null>	<Null>	<Null>	<Null>	<Null>	<Null>	42	<Null>	<Null>
ABH	602	4	IN04-014	<Null>	4090.891	8103.154	60.648	<Null>	<Null>	<Null>	<Null>	<Null>	<Null>	42	<Null>	<Null>
ABH	603	5	IN05-903	3517.	4160.2	4602.487	29.577	<Null>	<Null>	<Null>	<Null>	<Null>	<Null>	42	<Null>	<Null>
ABH	612	<Null>	SK04-906	2253.	4112.692	5855.087	96.151	DSI	BETON	Trapez	<Null>	<Null>	<Null>	42	<Null>	<Null>
ABH	602	4	IN04-015	4343.	4451.789	3839.945	78.216	<Null>	<Null>	<Null>	<Null>	<Null>	<Null>	42	<Null>	<Null>
ABH	602	4	IN04-176	8639.	7140.691	560.195	99.279	<Null>	<Null>	<Null>	<Null>	<Null>	<Null>	42	<Null>	<Null>
ABH	612	<Null>	SK04-951	13370	7914.221	6168.444	10.251	DSI	BETON	Trapez	<Null>	<Null>	<Null>	42	<Null>	<Null>
ABH	602	3	IN03-951	13423	7888.142	8121.762	09.624	<Null>	<Null>	<Null>	<Null>	<Null>	<Null>	42	<Null>	<Null>
ABH	601	2	IN02-016	13458	7871.51	6091.233	09.752	<Null>	<Null>	<Null>	<Null>	<Null>	<Null>	42	RC-014	<Null>
ABH	602	3	IN03-071	14699	7341.892	5003.781	10.968	<Null>	<Null>	<Null>	<Null>	<Null>	<Null>	42	RC-015	<Null>
ABH	602	3	IN03-952	14819	7371.65	4887.829	10.246	<Null>	<Null>	<Null>	<Null>	<Null>	<Null>	42	<Null>	<Null>
ABH	806	1	YB01-001	9419.	7531.991	9892.927	97.139	TEDAS	<Null>	<Null>	40	<Null>	<Null>	42	<Null>	<Null>
ABH	203	5	Y05-244	73.28	4149.472	7943.489	85.393	KHGM	<Null>	<Null>	<Null>	<Null>	<Null>	42	<Null>	<Null>
ABH	202	4	Y04-015	1149.	4328.361	6929.714	40.688	KHGM	<Null>	<Null>	<Null>	<Null>	<Null>	42	<Null>	<Null>
ABH	202	4	Y04-017	2019.	4124.534	6086.965	10.365	KHGM	<Null>	<Null>	<Null>	<Null>	<Null>	42	<Null>	<Null>
ABH	203	5	Y05-904	1598.	4222.82	6495.058	42.529	KHGM	<Null>	<Null>	<Null>	<Null>	<Null>	42	<Null>	<Null>
ABH	203	6	Y06-905	4913.	4712.756	3451.499	59.717	KHGM	<Null>	<Null>	<Null>	<Null>	<Null>	42	<Null>	<Null>
ABH	202	4	Y04-018	5030.	4833.715	3271.469	49.301	KHGM	<Null>	<Null>	<Null>	<Null>	<Null>	42	<Null>	<Null>
ABH	203	6	Y06-019	5082.	4863.535	3229.094	49.598	KHGM	<Null>	<Null>	<Null>	<Null>	<Null>	42	<Null>	<Null>
ABH	203	6	Y06-906	7593.	6615.043	1457.028	24.563	KHGM	<Null>	<Null>	<Null>	<Null>	<Null>	42	<Null>	<Null>
ABH	203	5	Y05-020	10032	7846.527	9366.91	80.048	KHGM	<Null>	<Null>	<Null>	<Null>	<Null>	42	<Null>	<Null>
ABH	203	5	Y05-021	11591	8059.171	7872.541	76.953	KHGM	<Null>	<Null>	<Null>	<Null>	<Null>	42	<Null>	<Null>
ABH	203	5	Y05-907	11342	8020.032	8117.882	91.388	KHGM	<Null>	<Null>	<Null>	<Null>	<Null>	42	<Null>	<Null>
ABH	202	4	Y04-022	14443	7387.526	5236.316	20.178	KHGM	<Null>	<Null>	<Null>	<Null>	<Null>	42	<Null>	<Null>
ABH	203	5	Y05-023	15073	7433.612	4641.653	22.865	KHGM	<Null>	<Null>	<Null>	<Null>	<Null>	42	<Null>	<Null>
ABH	202	4	Y04-024	16232	7723.88	3523.128	80.479	KHGM	<Null>	<Null>	<Null>	<Null>	<Null>	42	<Null>	<Null>
ABH	203	6	Y06-245	17628	7639.275	2133.804	28.101	KHGM	<Null>	<Null>	<Null>	<Null>	<Null>	42	<Null>	<Null>
ABH	805	2	EL02-017	4977.	4748.426	3388.364	55.742	TEDAS	<Null>	Concret	<Null>	8	40	42	<Null>	<Null>
ABH	805	1	EL01-018	9939.	7795.05	9444.56	86.101	TEDAS	<Null>	Iron	<Null>	10	120	42	<Null>	<Null>
ABH	805	1	EL01-019	11745	8082.167	7720.542	86.942	TEDAS	<Null>	Iron	<Null>	10	120	42	<Null>	<Null>
ABH	805	1	EL01-020	13632	7787.389	5940.395	18.250	TEDAS	<Null>	Iron	<Null>	10	120	42	<Null>	<Null>

Şekil 5.5 : Öznitelik veri tablosu.

5.3 Uygulama adımları

Uygulama adımları bölümünde; kavramsal tasarım başlığı altında İSG mekan ilişkilerinin değerlendirildiği mekana dayalı İSG modeli, KDS kavramsal modeli, sistem tasarımı ve çözüm mimarisi, veritabanlarının tasarımı ve fiziksel gerçekleştirilmeleri, harita servisinin oluşturulması ve web uygulamasının oluşturulması konuları incelenmektedir.

5.3.1 Kavramsal tasarım

Kavramsal tasarım evresinde, ilk olarak İSG kaza oluş nedenleri ve mekansal ilişkiler araştırılmış ve bu konuda bir model geliştirilerek önerilmiştir. Daha sonraki aşamada bu model temelinde karar destek sistemi tasarlanmıştır.

5.3.1.1 Mekana dayalı İSG modeli

CBS'ne dayalı bir karar destek sistemi tasarlayabilmek için öncelikle İSG tehlikelerinin mekânla olan ilişkisini belirleyebilmek ve buna ilişkin bir sınıflandırma yapmak gerekliliği ortaya çıkmıştır.

Mekâna dayalı bir İSG modeli geliştirme sürecinde kazaların oluş nedenlerine yönelik Hinze ve diğ. (1998) tarafından 1994 ve 1995 yılları arasında yapılan araştırmalar sonucunda geliştirilen ve daha sonra Amerikan İSG standartlarına yansıtılan yirmili gruplandırma temel alınmıştır.

Bu sınıflandırmaya göre kazaların oluş nedenleri; yüksekten düşme, yer seviyesinde düşme, bina elektriği kaynaklı elektrik çarpması, iletim hatları kaynaklı elektrik çarpması, kablolama kaynaklı elektrik çarpması, el aletleri kaynaklı elektrik çarpması, diğer elektrik çarpmaları, ekipman vurması (çarpması), malzeme vurması (çarpması), düşen malzemenin vurması (çarpması), malzeme arasında kalma, ekipman arasında kalma, yıkıntı altında kalma, patlama, yangın, patlama ve yangın, asfeksi (solunum yollarının herhangi bir nedenle tıkanması sonucu boğulma), suda boğulma, doğal nedenler ve diğer nedenler olarak sınıflandırılmaktadır.

Hinze ve diğerlerinin geliştirdiği sistematığe dayalı olarak kazaların oluş nedenlerinin mekânla ilişkilendirilmesi için bir sınıflandırma geliştirilmiştir. Buna göre; kaza nedenlerinden; yüksekten düşme, elektrik çarpması, bina elektriği kaynaklı elektrik çarpması, iletim hatları kaynaklı elektrik çarpması, patlama, yangın,

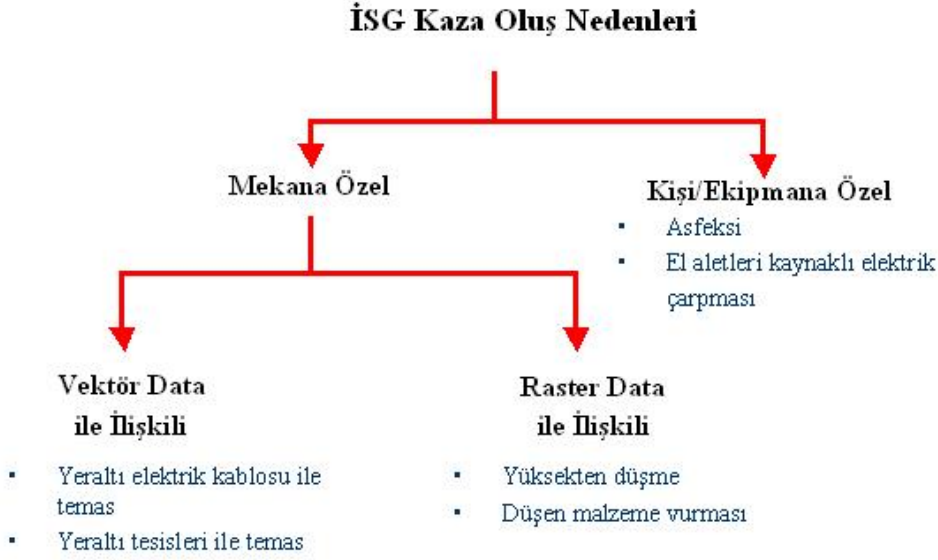
patlama ve yangın, suda boğulma ile diğer nedenler arasında değerlendirilebilecek trafik kazaları, yüksek rakıma seyahat, yüksek rakımda çalışma gibi nedenler mekânla doğrudan ilişkilendirilmektedir. Bu ilişki temelinde gerçekleştirilen kaza oluş nedenlerinin mekana bağlılığı Çizelge 5.7’de gösterildiği şekilde ele alınmıştır.

Çizelge 5.6 : Kaza oluş nedeni mekan ilişkisi.

Kaza Oluş Nedeni	Mekana Özel	Kişi/Ekipman Özel
Yüksekten düşme	√	
Yer seviyesinde düşme		√
Elektrik çarpması (Bina elektriği)		√
Elektrik çarpması (İletim hatları)	√	
Elektrik çarpması (Kablolama)		√
Elektrik çarpması (El aletleri)		√
Elektrik çarpması (Diğer)		√
Ekipman vurması&çarpması	√	
Malzeme vurması&çarpması	√	
Düşen malzeme vurması&çarpması	√	
Malzeme arasında kalma		√
Ekipman arasında kalma		√
Yıkıntı altında kalma	√	
Patlama	√	
Yangın	√	
Patlama ve yangın	√	
Asfeksi		√
Suda boğulma	√	
Doğal nedenler	√	√
Diğer nedenler	√	√

Bu sınıflandırmadan hareketle mekana özel kaza oluş nedenlerini CBS’leri ile modelleyebilmek için Bölüm 4.2’de açıklanan CBS veri modelleri ve bunlara ilişkin mekansal analiz yöntemleri ile arasındaki bağlantılar araştırılmıştır. Bunun sonucunda iletim hatları ile ilgili elektrik çarpması, suda boğulma, patlama, yangın, patlama ve yangın nedeni ile oluşan kazalar ve bunlara ilişkin tehlike ve riskler; nokta, çizgi ve alan olarak sınıflandırılan vektör veriler ile doğrudan ilişkilendirilirken yüksekten düşme kaza oluş nedeni de üçüncü boyut bilgisini taşıyan raster veriler ile ilişkilendirilmiştir.

Kaza oluş nedenlerinin mekana dayalı sınıflandırılmasını oluşturan bu ayırım özetle Şekil 5.6’da gösterilmektedir.



Şekil 5.6 : Kaza oluş nedeni mekân sınıflandırması (Atay ve diğ., 2010).

5.3.1.2 Karar destek sistemi kavramsal modeli

Kavramsal modelin araştırılması; problemin tanımından hareket ile ihtiyacın ne olduğu, bu ihtiyacı karşılayacak sistemin önerilen işleri nasıl yapacağı ve sistemin nasıl tasarlanması gerektiği sorularına yanıt arandığı aşama olmuştur.

Mekana Dayalı İSG Karar Destek Sistemi tasarımında bir yazılım mimari ve tasarım modeli olarak kabul gören ve katmanlı mimari özelliklerini taşıyan üç katmanlı model kullanılmıştır. Katmanlı mimarinin en temel özelliği her bir katmanın farklı bir yapısal işi farklı makinelerde gerçekleştirebilir olmasıdır.

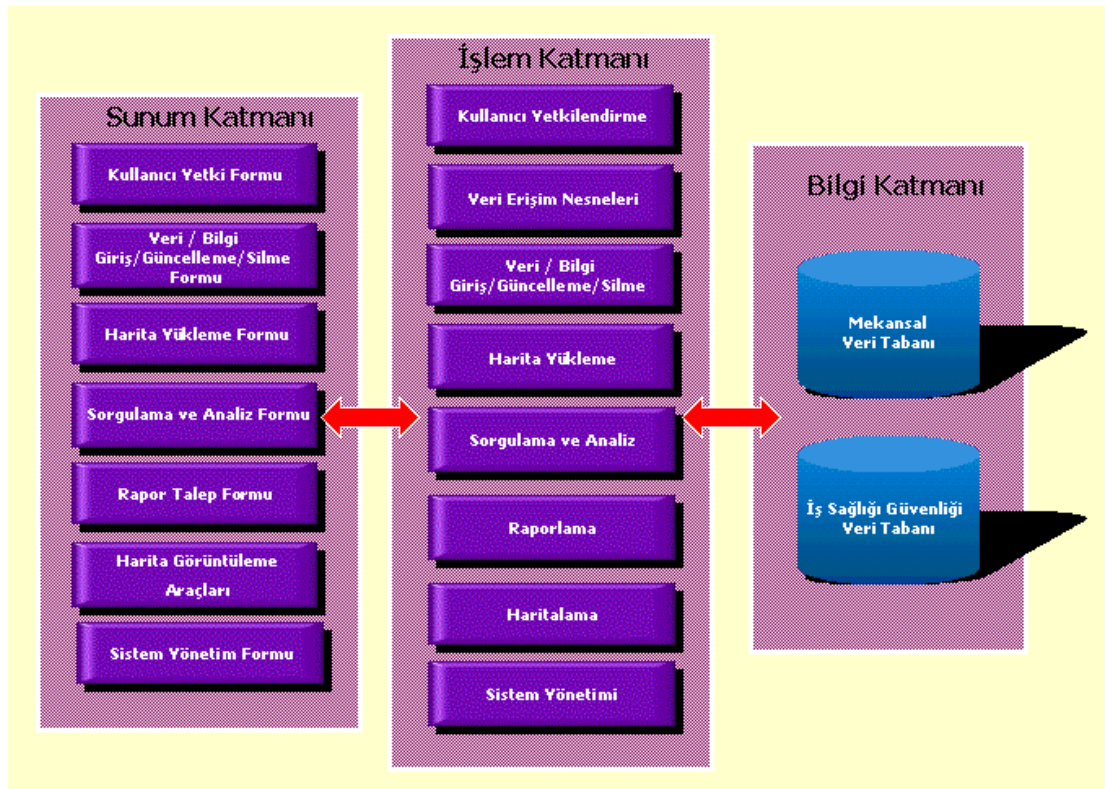
Üç katmalı yapı; istemci olan kullanıcı arabiriminin bulunduğu sunum katmanı, fonksiyonel süreç mantığı diğer bir deyiş ile iş kurallarının bulunduğu işlem katmanı ve veri depolama ve erişiminin sağlandığı veri katmanından oluşmaktadır. Her bir katman kendi iş süreçlerini bağımsız bir yapıda gerçekleştirirken uygulamanın sunduğu çözüm uyarınca birbirleri ile iletişim halinde bulunmaktadır.

Kullanıcı arabiriminin bulunduğu katman en üstte yer almakta ve uygulama ile kullanıcının doğrudan etkileşime girdiği bu katman sunum katmanını oluşturmaktadır. Uygulamanın çözümü olan, ayrıntılı işlemlerin gerçekleştirildiği ve işlevselliğin sağlandığı katman; İş Mantığı/Orta Katmanı oluşturur. Bu katman uygulamanın ilgili probleme sunduğu çözümün gerçekleştirildiği katmandır. En alt katman olarakta veri tabanı sunucularının bulunduğu, verilerin depolanma, işleme

ve erişiminin sağlandığı veri katmanı yer almaktadır. Bu katman, uygulama sunucuları ve iş katmanından bağımsız olup kendi başına ölçeklenebilir ve performans değerlendirmelerine uygulanabilir özelliktedir.

Her bir katmanın, uygulamanın genelini etkilemeden güncellenebilir, bağımsız bir bütün olarak değiştirilebilir olması özelliği ile sürdürülebilir olması, mimarinin katmanlardan oluşması yönü ile ölçeklenebilirliği arttırması, her katman bağımsız olarak yönetilebilmesi özelliği ile esnek bir yapı sunması katmanlı mimari yapının sağladığı temel avantajlar olarak öne çıkmaktadır.

Uygulamadaki ihtiyaçlar göz önüne alınarak model üç katmanlı mimari özellikte Şekil:5.5’de gösterildiği şekilde modellenmiştir.



Şekil 5.7 : Mekana dayalı İSG KDS kavramsal modeli (Atay ve diğ., 2010).

Veri katmanı, mekânsal veri tabanı ve İSG veritabanlarından oluşmaktadır. Bu yapıya göre İSG veri tabanı ile mekânsal veri tabanı diğer yönetim sistemleri ile birlikte çalışabilmesi ve farklı uygulamalar tarafından da kullanılabilmesi amacı ile ayrı ayrı modellenmiştir. İSG yönetim sistemlerinin diğer yönetim sistemleri ile bütünleştirilmesi problemine katkı yapacak bir model tasarlanmıştır. Bu modelin detayları veri tabanı tasarımı başlığı altında alınacaktır. İkinci bölümde aktarıldığı

üzere İSG uygulamalarının diğer yönetim planlarıyla bütünleştirilmesine yönelik araştırmalar yapı işlerinde İSG güncel araştırma konularından biridir.

İşlem katmanında; birden çok kullanıcıya yönelik olarak kullanıcı yetkilendirme, veri ve bilgi, girişi güncellenmesi gerektiğinde silinmesini olanaklı kılacak işlemler, harita yükleme, sorgulama ve analizleri yapmaya imkân sağlayacak işlemler, sonuçların görüntüleneceği harita görüntüleme işlemleri, raporlama, veri erişim işlemleri ve sistem bakım işlemleri gerçekleştirilmesi tasarlanmıştır.

Sunum katmanında ise tüm bu işlemlerin gerçekleştirilmesini sağlayacak formlar yer almaktadır.

5.3.2 Sistem tasarımı ve çözüm mimarisi

CBS'ne dayalı İSG karar destek sistemi için, boru hattı yapım projelerinde yürütülen aktivitelerin aynı anda farklı farklı yerlerde farklı ekipler tarafından gerçekleştiriliyor olmasından dolayı, sistem kavramsal modelde ele alınan işlevleri yerine getirmek üzere internet üzerinde çalışacak şekilde tasarlanmış ve bundan hareketle çözüm mimarisi bu yaklaşıma göre geliştirilmiştir.

Web tabanlı CBS uygulamaları gerek kullanıcılar gerekse sistem geliştirenlere sağladığı avantajlar nedeni ile yaygın olarak kullanılmakta ve geliştirilmesi için araştırmalar yapılmaktadır (Green ve Bossomaier, 2002).

Kullanıcı ve/veya kullanıcı grupları, internet teknolojisi sayesinde, web tarayıcıları ile dünyanın herhangi bir yerinden yayınlanan harita servisine erişebilmekte bu sayede farklı harita ve bunlarla ilişkili veri setlerini eş zamanlı olarak kullanabilmektedirler.

Kullanıcılar bu servis ve veri setlerine dayalı geliştirilen sistemlere, bulundukları yerden bağımsız olarak, etkin şekilde ulaşabilmektedirler. Bunun yanı sıra internet CBS kullanıcısı, ek yazılım veya donanım gereksinimi olmaksızın, düşük maliyette, dilediği zamanda dilediği yerden güncel veriye ulaşabilmektedir.

Merkezi veya dağıtık yapıda tasarlanarak geliştirilen veritabanları sürekli olarak güncellenebilmekte istemci/sunucu mimarisi sayesinde gelişmiş performans, kolay kullanım, veri yönetimi ve ölçeklenebilirlik sağlanmaktadır (Rinner, 1998; Kraak ve Brown, 2001; Green ve Bossomaier, 2002).

Yukarıda ele alınan erişim kolaylığı, standart arayüz kullanımı gibi üstünlüklerin yanı sıra web tabanlı sistemler hızlı ve daha ekonomik bakım yönü ile de ön plana çıkmaktadırlar. Kullanıcılar bilgiye kaynağından ulaşabilmektedir. Sunucu üzerinde herhangi bir problemle karşılaşıldığı zaman, sadece sunucu bilgisayarına bakım yapılması gerekmektedir. Bütün kullanıcıların bakım yapmasına gerek kalmamaktadır. Ayrıca bütün sistemin güncellenmesi de sadece sunucu bilgisayarındaki sistemin güncellenmesi ile sağlanabilmektedir. Bakım ve güncelleme işlemlerinin hepsi sadece bir bilgisayarda yapıldığı için ekonomik bir yöntemdir (Erbaş ve Alkış, 2005).

Yukarıda ele alınan nedenlerden ötürü sistemin internet tabanlı olması öngörülmüş ve çözüm bu kapsamda ele alınarak gerçekleştirilmiştir.

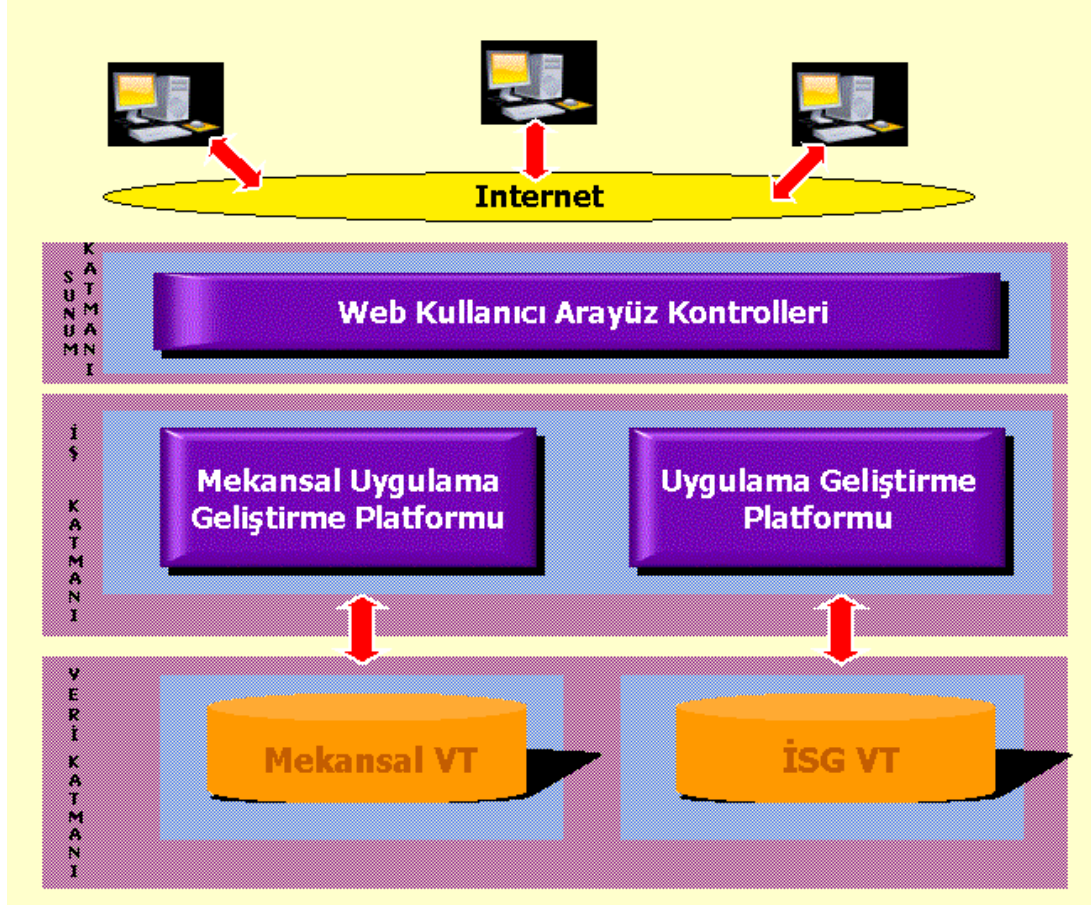
İnternet üzerinden çalışan bir CBS'nin işleyişini anlamak için genel çalışma ilkelerinin bilinmesi gereklidir.

İstemci/sunucu mimarisinde, istemci ve sunucu arasındaki iletişim, TCP/IP (Transmission Control Protocol/Internet Protocol) tabanlı ağlarda, internet veya intranet üzerinden, HTTP protokolünü kullanarak gerçekleştirilmektedir. İstemci diğer bir deyiş ile CBS kullanıcısı bir web tarayıcı program kullanarak sunucuya komut göndermektedir. Sunucu tarafında ise gelen komuta ilişkin cevap, bir takım işlevler yürütülerek üretilmekte ve istemciye URL (Uniform Resource Locator) adreslemesi aracılığıyla geri gönderilmektedir (Green ve Bossomaier, 2002; Zhong Ren ve Ming Hsiang, 2003)

Gönderilen komuta ilişkin cevabın verilmesi ile ilgili gerçekleştirilen işlevlerin gerçekleştirildikleri yere dair iki farklı yöntem bulunmaktadır. Sunucu taraflı ilk yöntemde; istemci sunucuya komutu gönderir, sunucu komutu işler ve uzaktaki istemciye cevabı harita veya veri olarak gönderir. İstemci taraflı yöntemde ise kullanıcının bazı veri işleme ve analiz işlevlerini lokal olarak istemcinin kendi makinesinde yürütmesine izin verilmektedir. Bu iki yöntemin dışında her iki yöntemin de kullanıldığı hibrit yöntemler de bulunmaktadır (Foote ve Kirvan, 1998).

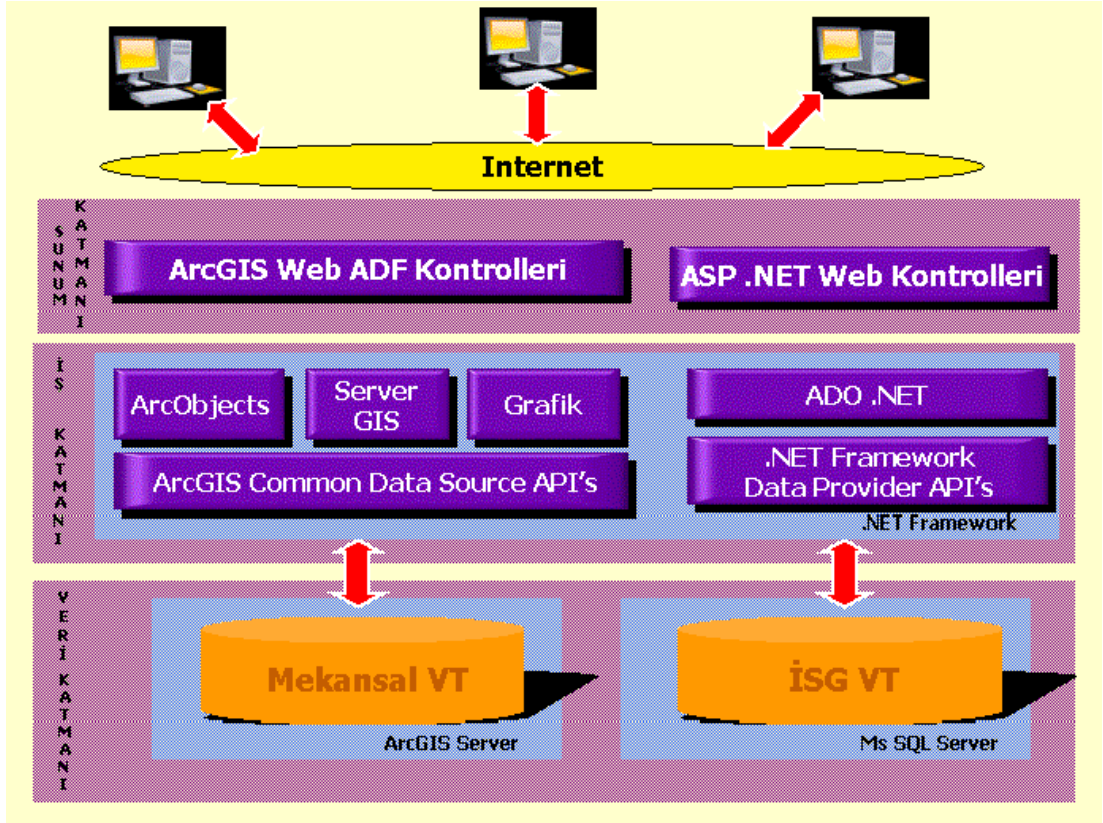
Bu uygulama sunucu taraflı yöntem benimsenerek kavramsal tasarım bölümünde ele alındığı üzere üç katmanlı mimari yapı üzerinde gerçekleştirilmiştir. Şekil 5.8'de gösterildiği üzere; birbirinden ayrı olarak tasarlanan mekansal ve İSG veritabanları veri katmanını oluşturmaktadır. Benzer şekilde; kullanıcı taleplerinin işlenerek

gerçekleştirilmesi için işlem katmanında, mekânsal verilerin kullanımı, sorgulama ve analizler için mekânsal uygulama geliştirme platformu, İSG verilerinin işlenmesi ve buna ilişkin sorgulama ve analizlerin yapılabilmesi için ayrı bir uygulama geliştirme platformunun kullanılması tasarlanmıştır. Sunum katmanında; kullanıcının ihtiyaçları doğrultusunda web sayfası üzerinden sisteme komut gönderebilmesini sağlayan kontrollerin yer aldığı bir ara yüz olması tasarlanmıştır.



Şekil 5.8 : Sistem mimarisi (Atay ve diğ., 2010).

Yukarıda ele alınan sistem mimarisi üzerinden gerçekleştirilen çözüm için Şekil 5.9'da gösterilen çözüm mimarisi kullanılmıştır. Bu yapıya göre mekansal veri tabanında bulunan veriler ArcGIS server üzerinden, İSG veri tabanında yeralan veriler Ms SQL server üzerinden servis edilmektedir. Mekansal uygulama geliştirme platformu olarak mekansal sorgulama ve analizler için ArcGIS teknolojilerinin .NET tabanlı uygulama geliştirme çatısı altında yer alan mevcut fonksiyonları oluşturan API'ler kullanılmaktadır.



Şekil 5.9 : Çözüm mimarisi (Atay ve diğ., 2010).

5.3.3 Verilerin düzenlenmesi

Sayısal hâlihazır haritalar boru hattı güzergahını içeren 17.800 metre uzunluğunda ve ortalama 1500 metre genişliğinde bir alanı kaplayacak şekilde üretilmiş şeritvari haritalardır. Bu haritalarda ormanlık bölgeler, yerleşim yerleri sistemde kullanılmak üzere alan olarak düzenlenmiştir.

Sayısal yükseklik verilerinin bulunduğu eşyükseklik eğrileri katmanında başka çizgi ile kesişen, kendini kesen çizgi ve çakışma hatasına rastlanmış ve bunlar düzeltilmiştir.

5.3.4 Veri tabanı tasarımı ve gerçekleştirilmesi

Uygulama çalışması kapsamında birincisi İSG verilerini saklamak için MS SQL Server'da diğeri de mekânsal verileri ve özniteliklerini saklamak üzere ArcGIS coğrafi veri tabanında olmak üzere iki adet veri tabanı tasarlanmış ve gerçekleştirilmiştir.

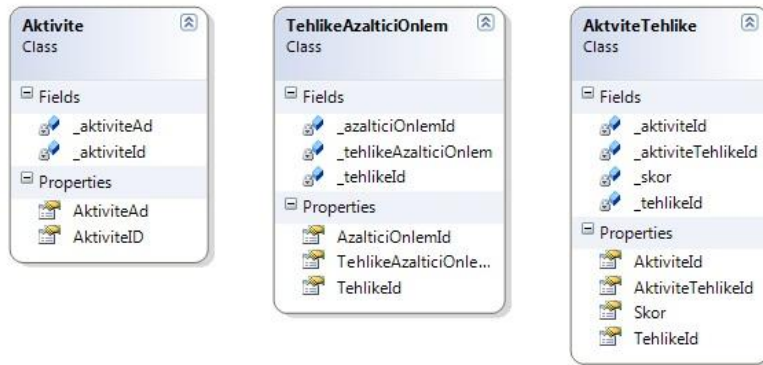
Veri tabanı tasarımında uygulamaların ortak gereksinimleri doğrultusunda hangi varlıkların kullanılacağı diğeri bir deyiş ile hakkında veri tutulacak nesnelere, o

varlıkların özelliklerinin ne olduğuna ve bu varlıklar arasındaki ilişkilerin nasıl olduğuna karar verilmektedir.

İlişkisel veri modelinin; veri bütünlüğünün sağlanması, veri tekrarının önlenmesi, verilerin doğru ve etkin biçimde kullanımını kolaylıkla sağlaması ve şu anda kullanılan veri tabanlarının büyük çoğunluğunun ilişkisel veri modeline daha çok destek vermesinden dolayı veriler ilişkisel veri yapısında modellenmişlerdir. Bu modelde ilgili veriler tablolar içinde saklanır. Ayrıca tablolar arasında değişik türde ilişki kurulur. İlişkiler kurulurken birincil anahtar (Primary key) ve yabancı anahtarlar (Foreign Key) kullanılır. Anahtar alanlar sayesinde indeksleme yapma olanağı sunan ilişkisel veri tabanlarında erişim ve işlemler daha hızlı yapılmaktadır.

5.3.4.1 İSG veri tabanı

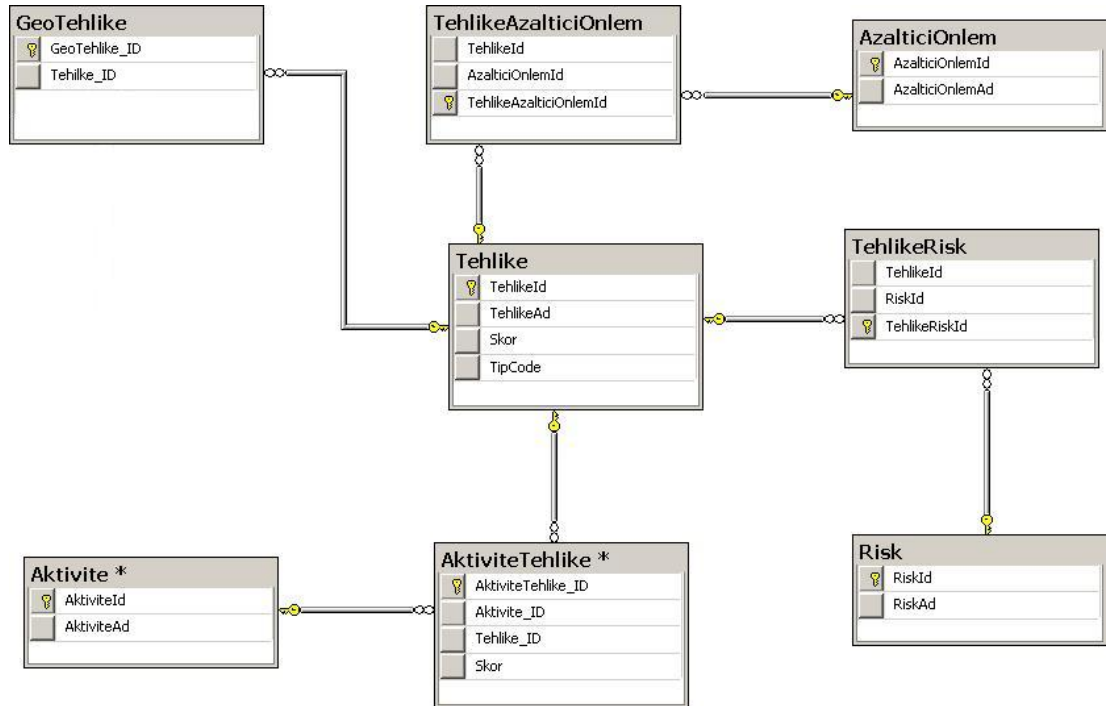
İSG veri tabanı tasarlanırken; yapım projesinde gerçekleştirilen iş kalemlerini ifade eden aktiviteler, bu aktivitelerin gerçekleştirilmesinde ortaya çıkması olası tehlikeler, tehlikelere ilişkin riskler, her bir riskin skoru ve gerçekleşmesini önlemek için alınması gereken tedbirleri içeren azaltıcı önlemler birer nesne olarak tanımlanmıştır. Bu nesnelere ilişkin sınıf diyagramları Şekil 5.10'da gösterilmiştir. Risk değerlemesinde yer alan her bir nesne için bir tablo tanımlanmış ve veriler bu tablolarda saklanmıştır. Verilere hızlı erişimin sağlanması ve veri tabanı optimizasyonu için her bir veri ait olduğu nesnenin sınıfına ilişkin bilgi taşıyan tekil bir kod numarası ile veri tabanına kaydedilmiştir. Şöyle ki; her bir aktivite 8, tehlike 1, risk 2, azaltıcı önlem 3 sayısı ile başlayan birer kod ile tanımlanmıştır. Bu sayede veri tabanına yeni veri girilmesinde yaşanabilecek olası problemlerin tasarım evresinde önüne geçilmesi sağlanmıştır. Bunun yanı sıra kodlama yöntemi kullanılarak diğer yapım yönetim sistemleri ile bütünleştirme olanağı yaratılmıştır.



Şekil 5.10 : İSG veri tabanı sınıf diyagramları.

Uygulamada kullanılacak verilerin birden fazla tabloda tutulması tablolar arası anlamlı bağlantıların kurulmasını zorunlu kılmıştır. Her bir tehlikenin, birden çok aktivite ile aynı şekilde bir aktivitenin birden çok tehlike ile ilişkili olması aynı durumun risk, ve azaltıcı önlem tabloları için de geçerli olmasından ötürü tablolar arası bağlantılar birçoğa-birçok (n-n) ilişki türünde tasarlanmıştır. Birçoğa-birçok ilişki türünde gerçekleştirilen bağlantılar veri tabanının gerçekleştirilmesi ve sorguların denenmesi aşamasında sıkıntılar yaratmış bu nedenle tabloları birbirine bağlamak amacı ile ilişkileri temsil eden ayırt edici özellik taşıyan bağlantı tabloları oluşturulmuştur. Bu sayede tablolar arası ilişkiler birçoğa-birçoktan bire-çok (1-n) ilişki modeline dönüştürülmüştür.

Şekil 5.10'da yer alan İSG veri tabanı UML diyagramında gösterildiği üzere; aktivite tablosunda; aktivite ID ve aktivite adı; tehlike tablosunda tehlike ID ve tehlike adı, risk tablosunda; risk ID ve risk adı, azaltıcı önlem tablosunda azaltıcı önlem ID ve azaltıcı önlem adı sütunları yer almaktadır. Bu tabloları birbirine bağlamak ve birçoğa-birçok ilişkiyi modellemek için oluşturulan aktivite-tehlike, tehlike-azaltıcı önlem ve tehlike-risk bağlantı tablolarında ilişki kurdukları tabloların ID'leri yer almaktadır.



Şekil 5.11 : İSG veri tabanı UML diyagramı.

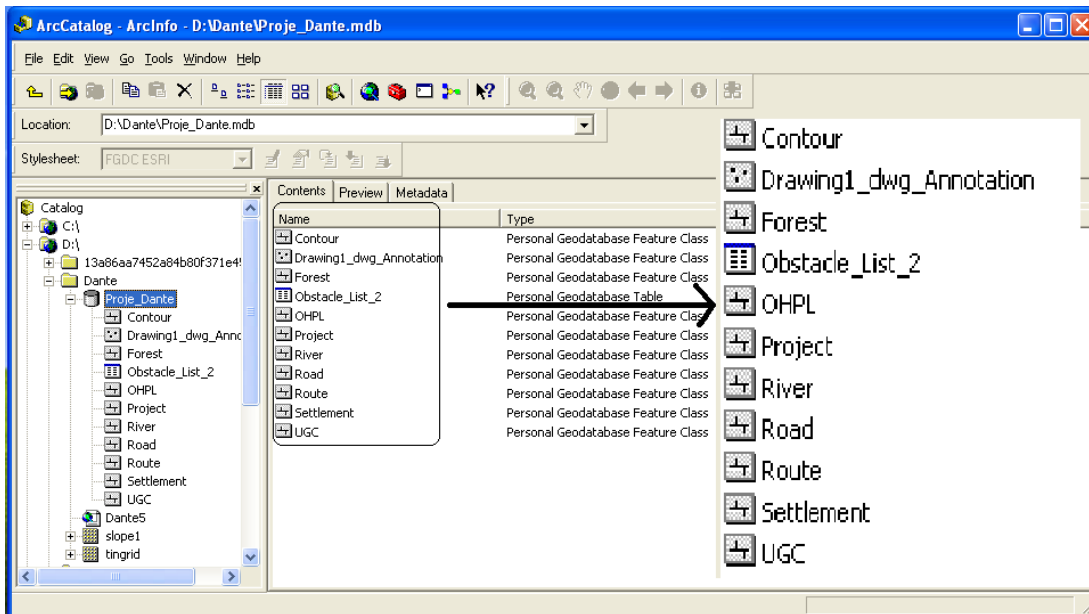
5.3.4.2 Mekansal veri tabanı

Mekansal veri tabanı tasarımı Bölüm 5.2.2’de açıklandığı üzere geometrik veri kaynağı olarak 1:5000 ölçekli halihazır haritalar ile uygulama projeleri kullanılmıştır.

Coğrafi veriler bölüm 5.3.1.1’de irdelenen kazaların oluş nedenleri ve mekânsal ilişkilerin irdelendiği model ve sınıflandırma kapsamında ele alınmıştır. Bu model çerçevesinde kazaların oluş nedenleri ve bunlara bağlı tehlikeler ilişkili oldukları mekânsal nesne ve özelliklere göre ele alınmıştır. Şöyle ki; iletim hatları kaynaklı elektrik çarpması enerji nakil hattının varlığı ile doğrudan ilişkilidir, benzer şekilde patlama, yangın suda boğulma gibi nedenler tehlikeyi yaratan mekânsal nesnelerle doğrudan ilişkilidir. Buna ek olarak yüksekten düşme, malzeme vurması ve çarpması, ekipman vurması ve çarpması, düşen malzeme vurması çarpması gibi kaza oluş nedenleri de eğim, yükseklik gibi mekânsal özelliklerle doğrudan ilişkilidir.

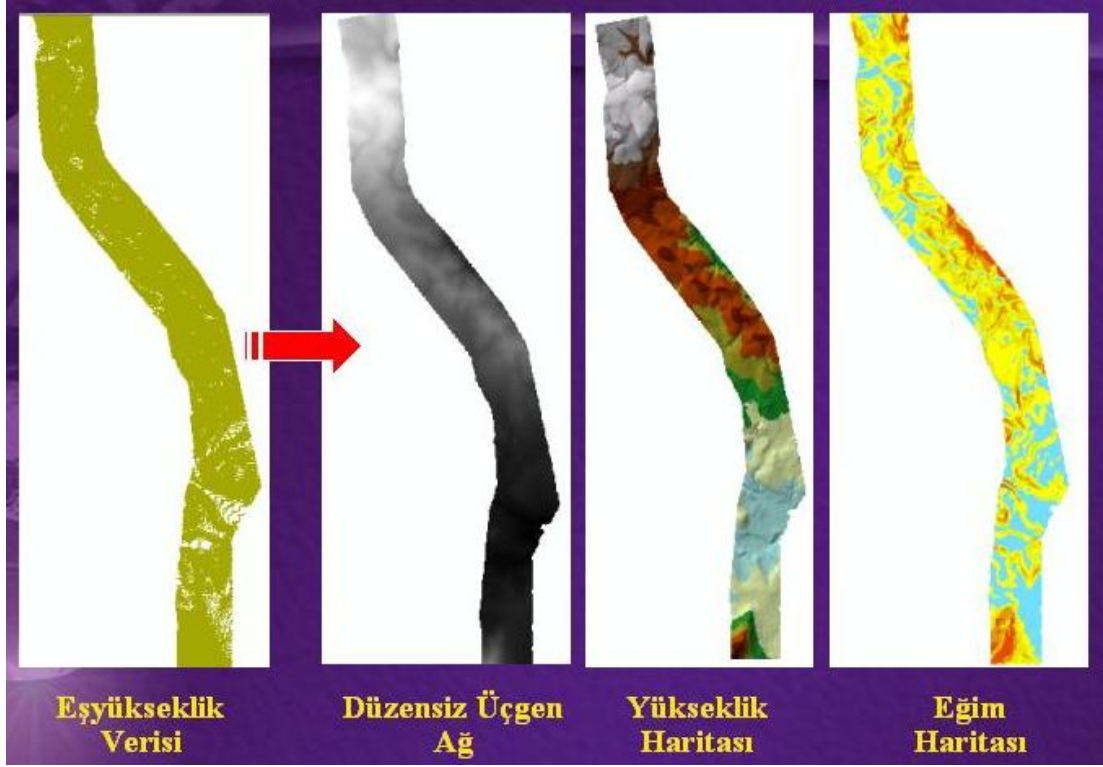
Mekânsal veri tabanı modellenirken bu esaslar çerçevesinde tehlikelere yol açacak mekânsal nesneleri kapsayacak şekilde tasarlanmıştır. Bunun örnek bir çalışma olması nedeni ile veri tabanı yalnızca test verisinin içeriği göz önünde bulundurularak oluşturulmuştur.

Mekânsal veri tabanı test verisinin içerdiği yol, nehir, yerleşim, orman, enerji nakil hatları, eşyükseklik eğrileri, uygulama projesi ve güzergâh verilerinden oluşturulmuştur. Bu verilerden Şekil 5.12’de gösterilen yol, nehir, yerleşim, orman, enerji nakil hatları, uygulama projesi ve güzergâh verileri vektör verilerdir.

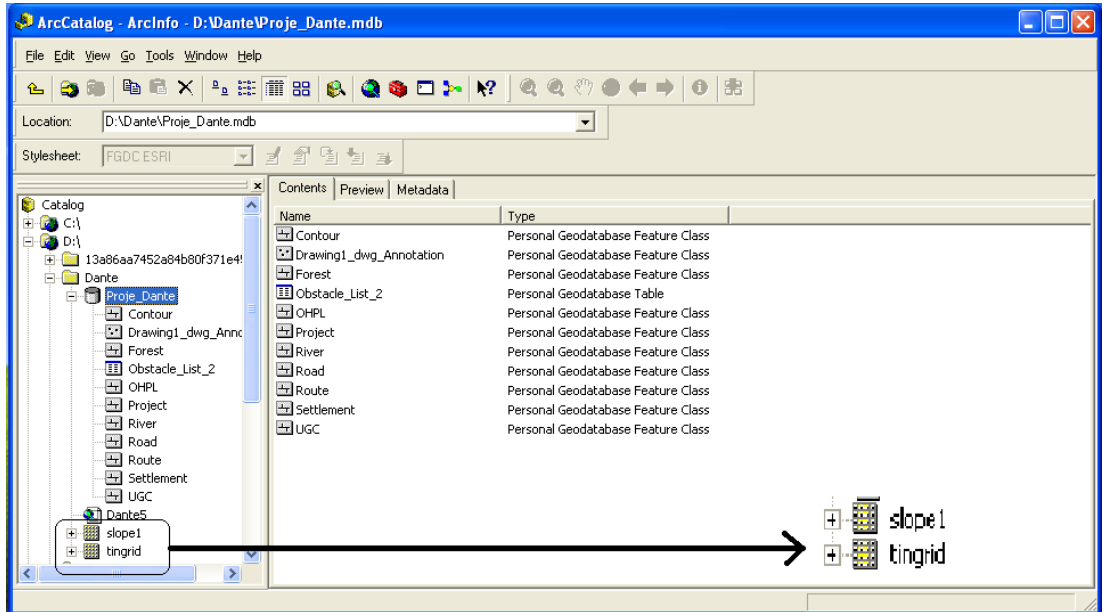


Şekil 5.12 : Mekânsal veri tabanı-vektör veriler.

Üçüncü boyuta ilişkin mekânsal analizlerinin yapılabilmesi için eş yükseklik eğrilerinden üretilen eğim ve yükseklik verileri ise veri tabanında raster formatta tutulmaktadırlar. Bu üretilmiş raster veriler Şekil 5.13’de Veri tabanında yer alan raster veriler aşağıda Şekil 5.14’de gösterilmiştir.

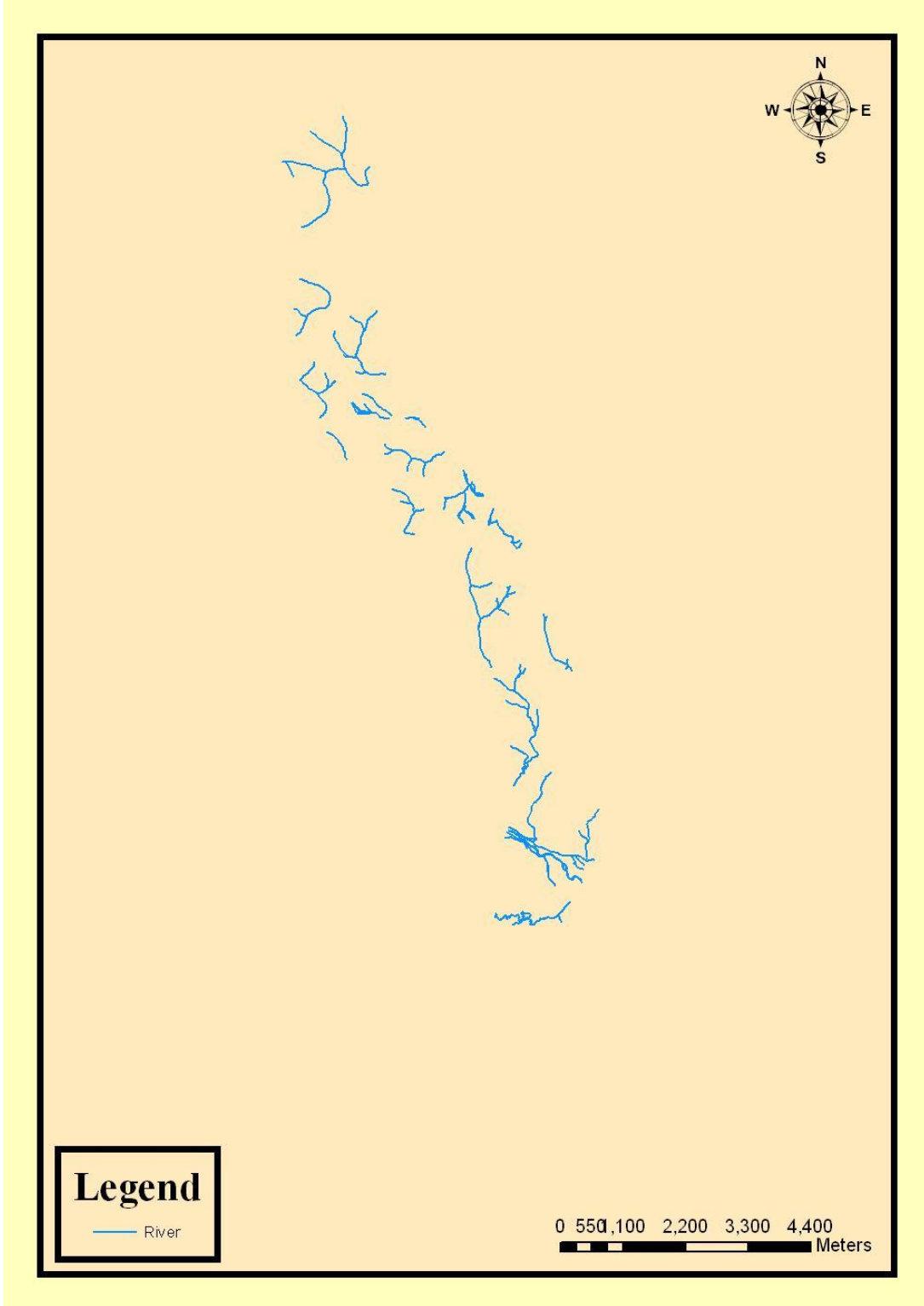


Şekil 5.13 : Üretilmiş geometrik veriler.



Şekil 5.14 : Mekânsal veri tabanı - raster veriler.

Test verisi içerisinde yer alan akarsu verileri ile üretilmiş raster verilerden eğim rasteri örnek olarak Şekil.5.15 ile 5.16’da gösterilmiştir.



Şekil 5.15 : Vektör veriler-Akarsu.



Şekil 5.16 : Raster veriler-Eğim.

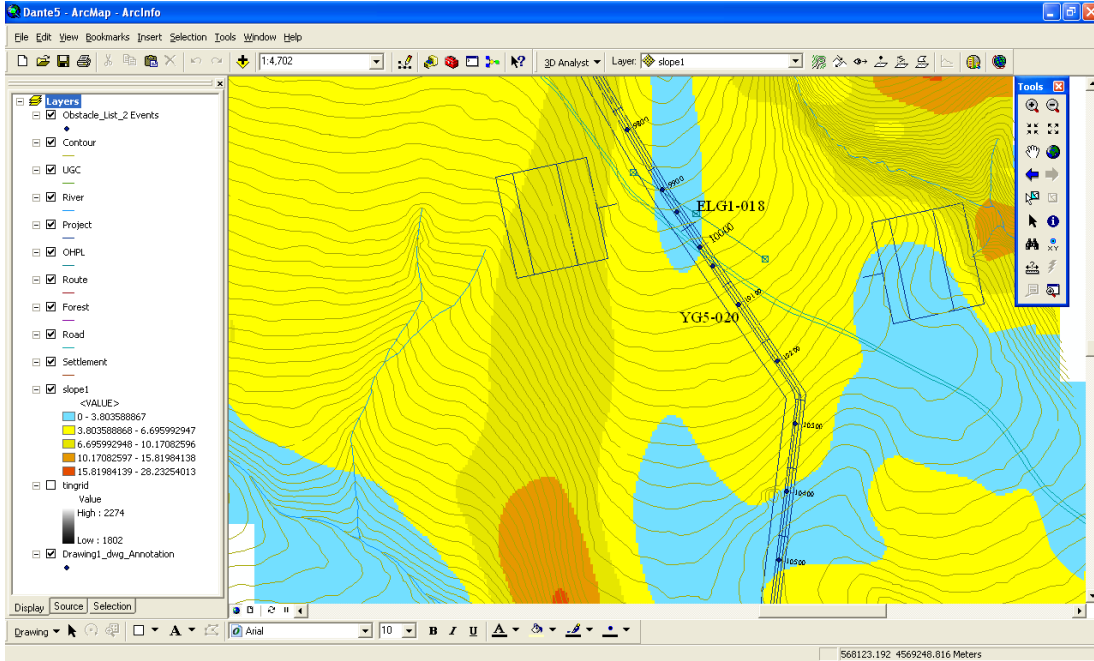
5.3.5 Harita servisinin oluşturulması

Harita Servisi, en genel anlamıyla web sunucusundan yayınlanan bir web servsidir. Diğer web servislerinden temel farkı ise, özelleşmiş altyapısı ile internet üzerinde mekânsal nesnelere ilişkin geometrik veriler ile özniteliklerine ilişkin sözel veriler

barındıran harita görüntüleri yayınlaması ve bu görüntülere dinamik bir şekilde erişim sağlayarak sorgulama ve analizlerin yapılmasını olanaklı kılmaktadır.

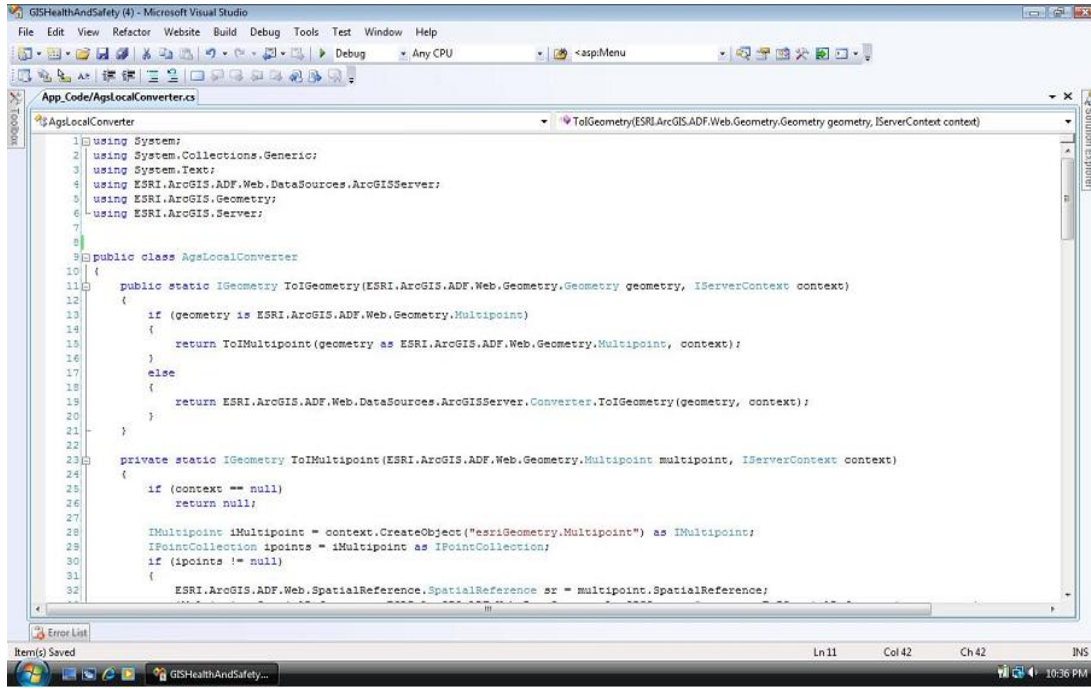
Harita servisi; istemci uygulamalar tarafından kullanılabilir bir şekilde bir sunucu üzerinde konumlanmış, harita ve/veya bir coğrafi veri tabanı gibi bir kaynağı ifade etmektedir. Servisler, kaynakların istemciler tarafından kullanımının paylaştırılmasını kolaylaştırmaktadır. Sunucu kaynakları saklayarak, servisler ev sahipliği yapar, istenen işlerini gerçekleştirir ve sonuçları istemcilerle görüntü ve/veya metin gibi ortak bir formatta sunmaktadır.

Bu uygulama kapsamında mekânsal veri tabanı ArcGIS Desktop uygulamalarından ArcCatalog yardımı ile oluşturulmuştur. Bu verilere ilişkin CBS uygulaması ArcMap üzerinden proje oluşturularak gerçekleştirilmiştir. Gerçekleştirilen proje Şekil 5.17’de gösterilmiştir.



Şekil 5.17 : ArcMap ortamında CBS Projesinin oluşturulması.

Oluşturulan bu kaynaklar, Şekil 5.18’de gösterildiği gibi, ArcCatalog içerisinde yer alan ArcGIS Server üzerinden bir harita servisi olarak yayınlanmıştır. Ayrıca bu işlemin ArcGIS server manager kullanılarak da yapılması olanaklıdır.



Şekil 5.19 : .NET üzerinde web uygulama ara yüzünün kodlanması.

Geliştirilen bu web uygulama ara yüzleri ve gerçekleştirdikleri işlevler Web Tabanlı CBS’ne dayalı İSG KDS bölümünde detayları ile ele alınmıştır.

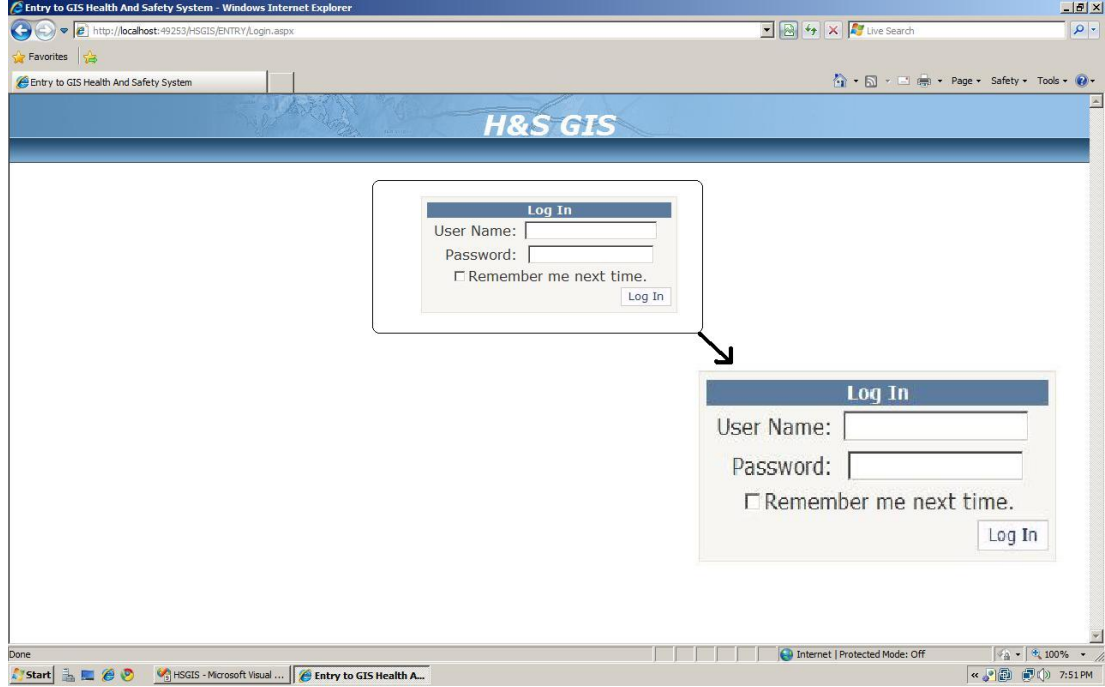
5.4 Web Tabanlı CBS’ne dayalı İSG KDS

Web tabanlı CBS’ne dayalı İSG Karar Destek Sistemi’nin tasarımı petrol boru hattı yapım projelerinde çalışan iki ayrı kullanıcı grubunun ihtiyaçları göz önünde bulundurularak yapılmıştır. Bu kullanıcı gruplarından ilkinin İSG uzmanları oluşturmaktadır. Bu kişiler gerektiğinde yeni aktivite, tehlike, risk ve azaltıcı önlem kayıtlarını sisteme girebilen, yeni risk değerlendirmelerini yapabilen risk değerlendirmelerini mekânla ilişkilendiren uzman kişilerden oluşmaktadır. Diğer kullanıcı grubu ise yapım işlerini yürüten uzmanlardan oluşmaktadır. Bu grup sahada gerçekleştirecekleri aktiviteye bağlı tehlike risk ve azaltıcı önlemleri sorgulayabilen ve risk haritalarını görüntüleyebilen kullanıcılardan oluşmaktadır.

5.4.1 Sisteme giriş

Yukarıda açıklanan gruplara ait kullanıcıların sisteme erişimleri şifre koruması ile gerçekleştirilmektedir. Her kullanıcı, bir kullanıcı grubuna dahil olup bu kullanıcı grupları sayesinde o gruba dahil olan tüm kullanıcıların yetki seviyeleri belirlenmiştir. Büyük kurumsal ağlardaki sunucular düşünüldüğünde, veri

güvenliğini sağlamak ve yetkisiz kullanıcıların erişimlerini engellemek konusunda şifreli erişim büyük önem taşımaktadır. Sisteme kullanıcı giriş ara yüzü ekran görüntüsü Şekil 5.20’de görülmektedir.

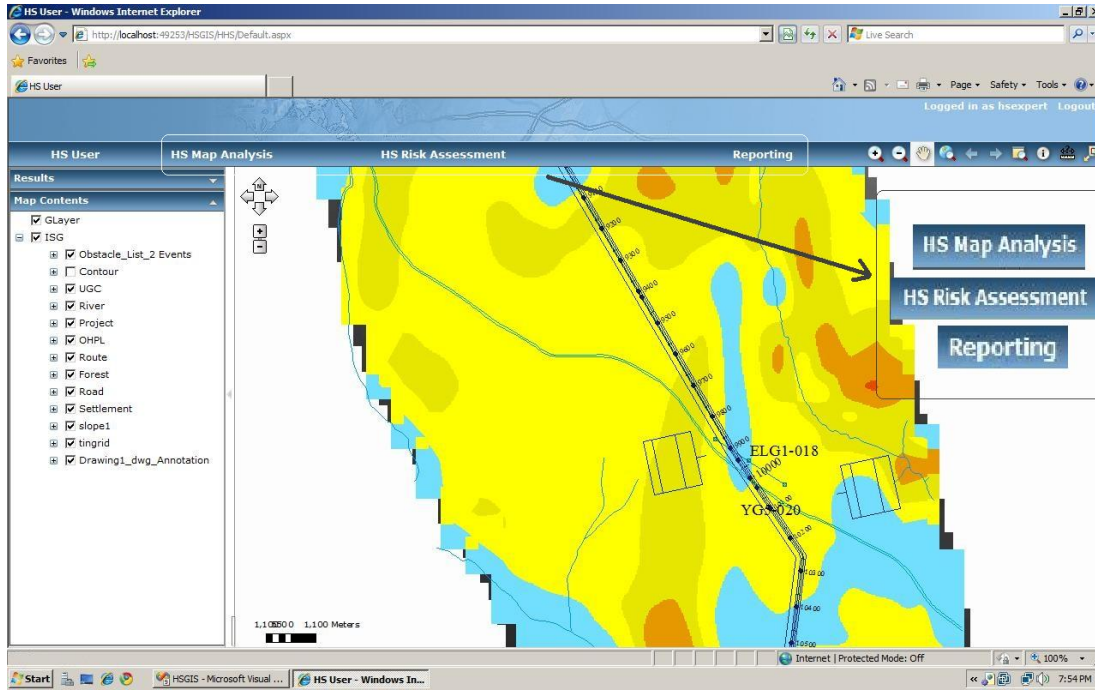


Şekil 5.20 : Kullanıcı giriş ara yüzü ekran görüntüsü.

5.4.2 İSG uzmanı arayüzü

İSG uzmanlarının temel görevi, projede gerçekleştirilen tüm faaliyetlerin; İSG standartlarına uygun şekilde yürütülmesini sağlamaktır. Bu kapsamda; proje için İSG politikasının oluşturulması, proje faaliyetlerinin her biri için risk değerlemelerinin yapılması, önleyici tedbirleri belirlenmesi, çalışanları İSG konularında bilgilendirilmesi ve eğitilmesi İSG uzmanın temel görevleri arasında yer almaktadır. Bunun yanı sıra kaza v.b. gibi istenmeyen durumlarda; analiz yapılması, raporlamak ve kayıt altına alarak benzer durumların yeniden gerçekleşmesini önlemek için tedbirler önerilmesi konuları da bu çerçevede değerlendirilmektedir.

Gerçekleştirilen KDS’de İSG uzmanı ara yüzünde tanımlı harita analizi, risk değerlendirme ve raporlamadan oluşan üç adet temel işlev bulunmaktadır. Bu işlevlerin ara yüz görünümü Şekil5.21’de gösterilmektedir.

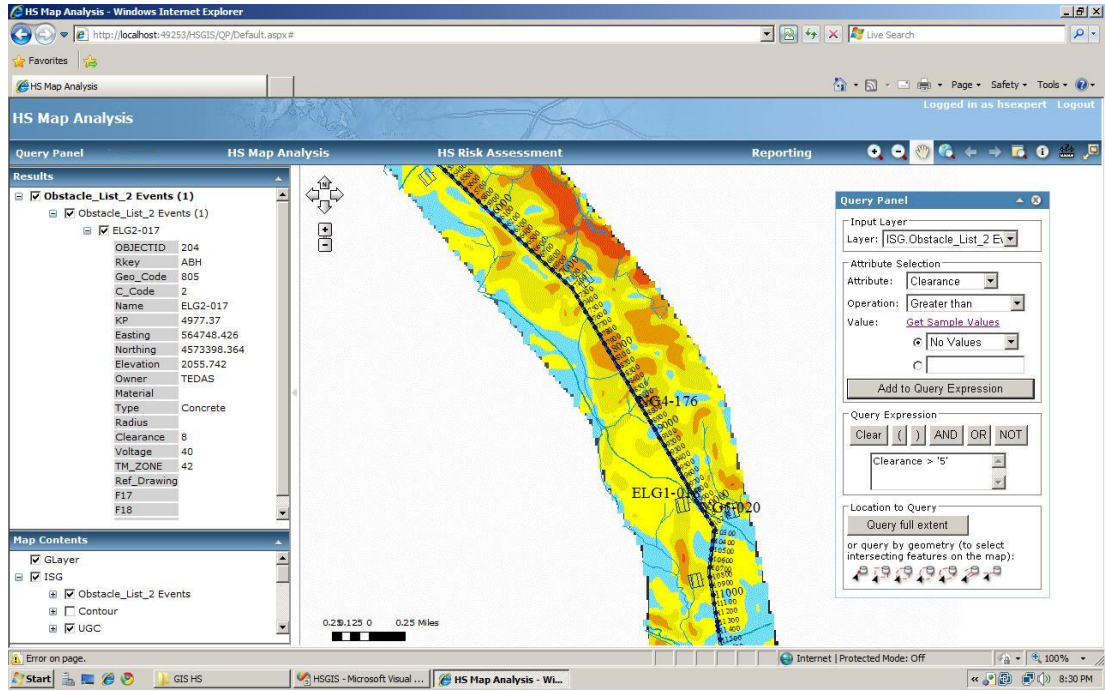


Şekil 5.21 : İSG uzmanı ara yüzü genel ekran görüntüsü.

5.4.2.1 Harita analizi işlevi

Harita analizi işlevi çalışma bölgesi içerisinde yer alan mekânsal nesnelere ilişkin sorgular yazılmasını sağlamaktadır. Bu işlev ile çalışma alanı içerisinde yer alan tehlike yaratma potansiyeline sahip nesnelere ilişkin özelleştirilmiş sorgu yapılabilmesi ve bu yolla detaylı bilgi edinilmesi amaçlanmıştır. Örneğin çalışma bölgesinde yer alan yüksek gerilim hattı için güvenli çalışma aralığını ifade eden klerans öznitelik verisine ilişkin yapılmış bir sorgu ve sorgu sonucunun sonuç penceresinde görüntüsü Şekil 5.22’de gösterilmektedir.

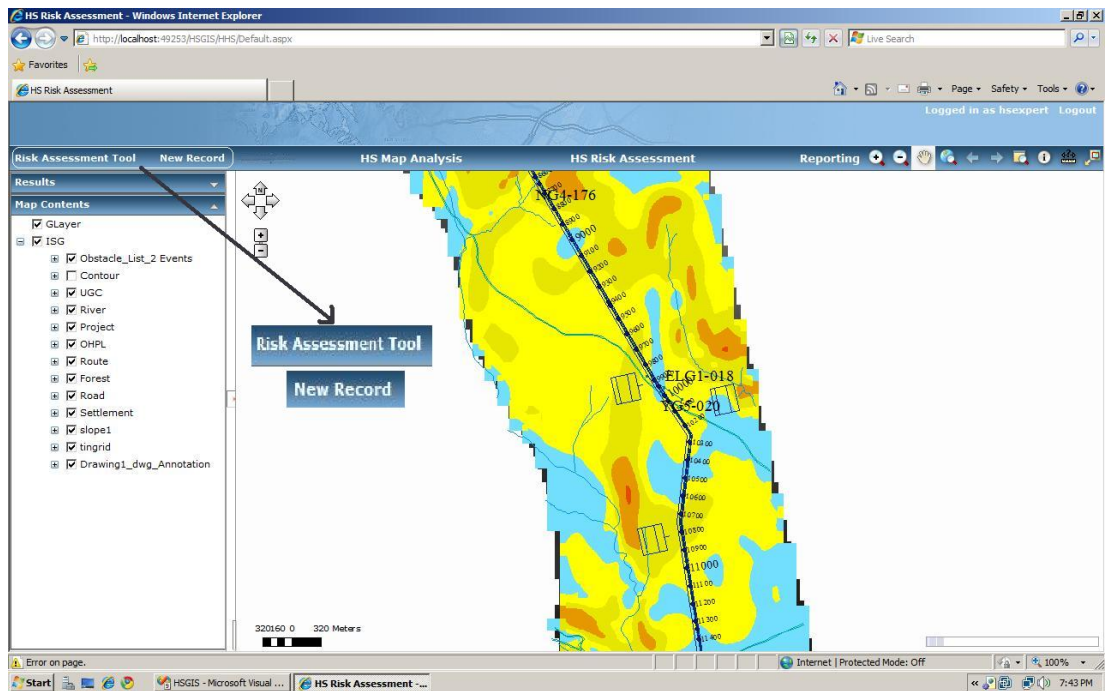
Oluşturulan sorgulama panelinden sorgulama yapılacak katman seçilmekte, bu katmandaki mekânsal verilere ilişkin sorgulamaya esas olacak öznitelik verisi öznitelik sekmesinden seçilmektedir. Seçilen verilere ilişkin işlemler (büyük, küçük, eşit, gibi) işlem sekmesinden seçilerek sorgu oluştur butonuna basılarak sorgu oluşturulmaktadır. Sorgu oluşturma panelinde; istenirse ilgili veri katmanında yer alan verilerden sorgulama oluşturmada kullanılmak üzere örnek veri getirilmesini sağlayacak buton da kullanıcılar için seçenek olarak sunulmuştur. Bunun yanısıra sorgu sonucunun harita üzerinde görüntülenebilmesi de ayrı bir buton ile sağlanmıştır. Gerçekleşen sorgunun sonucu ekranın sol üst kısmında yer alan sonuç bölümünde görüntülenmektedir.



Şekil 5.22 : İSG uzmanı harita analiz fonksiyonu ekran görüntüsü.

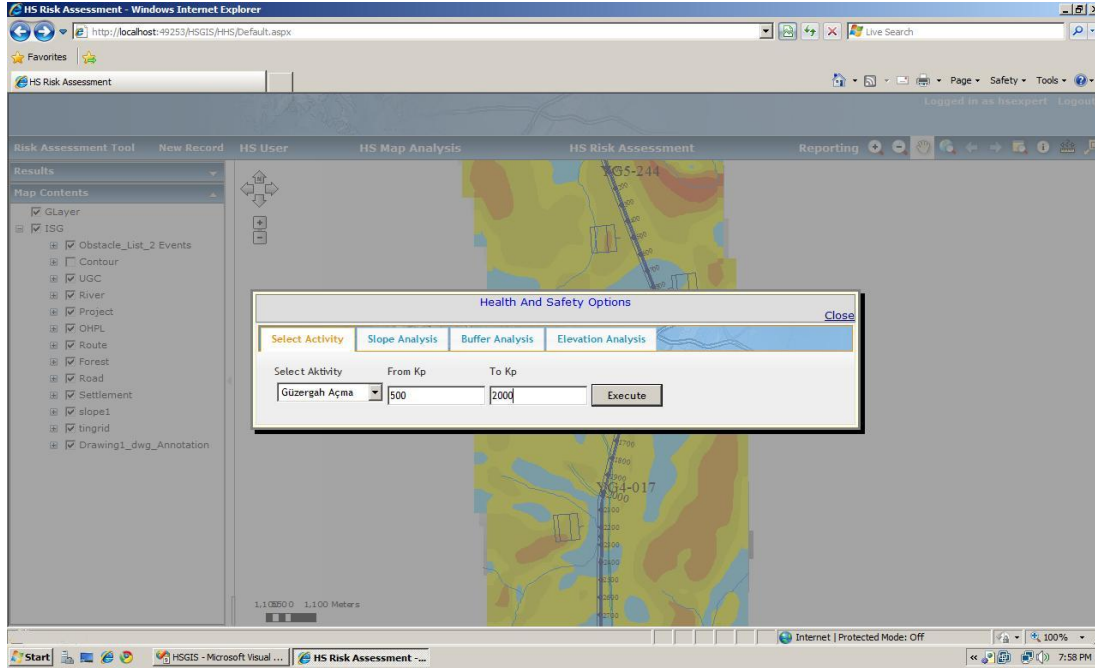
5.4.2.2 Risk değerlendirme işlevi

Risk değerlendirme işlevinin altında Şekil 5.23’de görüldüğü şekilde risk değerlendirme araçları ve yeni kayıt girişinden oluşan ikili bir işlev bulunmaktadır.



Şekil 5.23 : İSG uzmanı risk değerlendirme ara yüzü ekran görüntüsü.

Bunlardan risk değeri ölçme araçları işlevinin altında Şekil 5.24’de görüldüğü üzere dört sekmede dört farklı işlem gerçekleştirilmektedir.



Şekil 5.24 : İSG uzmanı risk değeri ölçme işlevleri ekran görüntüsü.

Bu işlemler, temel olarak, mekânsal sorgulamalar ve mekânsal analizlerin İSG risk değeri ölçmesi alanında kullanılması üzerine tasarlanmışlardır. İlk işlev, çalışma aralığında yer alan mekânsal nesnelere ilişkin risk değeri ölçmelerini yapmaya yarayan sekmedir. Bu işlem, her bir aktivite için ayrı ayrı olmak üzere, çalışma bölgesinde yer alan mekânsal nesneler üzerinde gerçekleştirilecek risklerin değeri ölçmesi için kullanılmaktadır. Mekânsal nesneler ve öz niteliklerine göre tehlike ve riskler belirlenmektedir. Mekânsal nesneler ve buna ilişkin tehlike örneklerinin yer aldığı örnek bir çizelge Çizelge 5.7’de gösterilmiştir.

Çizelge 5.7 : Mekânsal nesne tehlike ilişkisi.

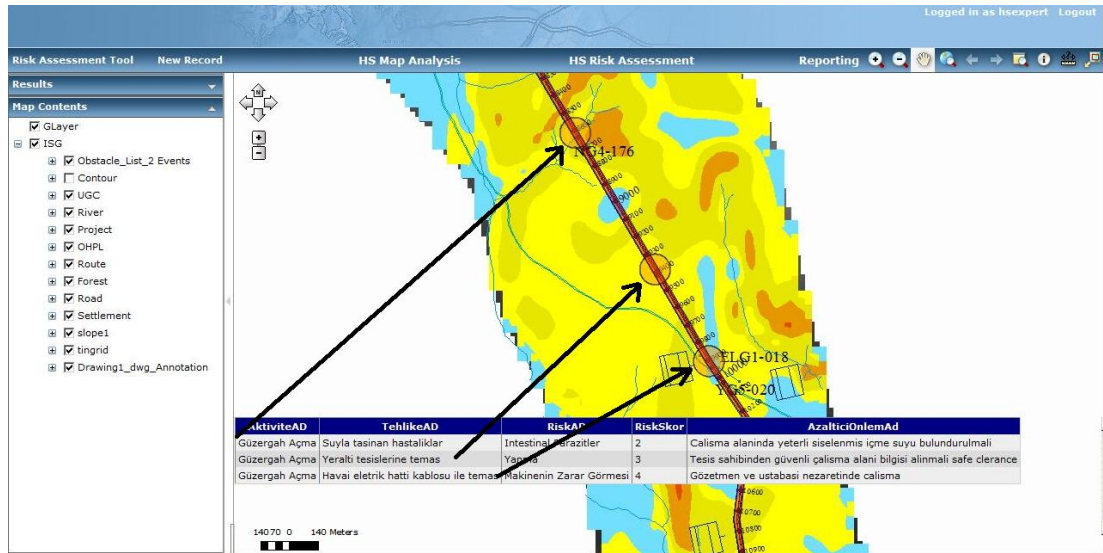
Tehlike	Mekânsal Nesne
Yer altı tesisleri ile temas	Yer altı kablo, boruhattı..
Havai elektrik hattı kablo ile temas	Yerüstü yüksek gerilim hattı
Nehir yakınında çalışma	Nehir, dere, çay
Derin durgun su yakınında çalışma	Göl, gölet, nehir, dere, çay
Suyla taşınan hastalıklar	Göl, gölet, nehir, dere, çay
Anayol yakınında çalışma	Otoyol, karayolu, yol, patika
Hayvan saldırısı	Orman
Kamuya açık alanlarda çalışma	İl, ilçe, kasaba, köy
Yasaklı kısıtlanmalı alanlarda çalışma	Askeri alanlar

Diğer sekmeler ise çalışma bölgesinin üretilmiş geometrik verilerin mekânsal analizi ile riskler belirlenmesi esasına göre çalışmaktadır.

Eğim analizi ile ilişkili risk değerlendirmelerini yapmayı sağlayan sekme, eğimli arazide güzergâh açımı, eğimli arazide kanal kazısı, eğimli arazide malzeme ekipman taşınması, güzergah açımında eğimli arazide vinç kullanımı gibi arazinin eğimi ile ilişkili risklerin analizinde kullanılmaktadır. Benzer şekilde yükseklik analizi ile ilişkili risk değerlendirmelerini yapmayı sağlayan sekme de yüksek rakıma seyahat, yüksek rakımda yaşam ve çalışma gibi yükseklik verisi ile doğrudan ilişkili risklerin analizinde kullanılmaktadır. Son işlev tampon analizi ile ilişkili risk değerlendirmelerini yapmayı sağlayan sekmedir. Bu analiz yardımı ile kazı alanına düşme, kazı alanına güvensiz erişim, kazı alanından güvensiz çıkış gibi belirli bir tampon bölge içerisinde oluşabilecek tehlikelere ilişkin risklerin değerlendirmesinde kullanılmaktadır.

Tüm bu analiz araçlarında ara yüzlerde; tüm aktivitelerin yer aldığı aktivite seçim sekmesi, işlemin yürütüleceği çalışma bölgesi sınırlarını belirlemek için başlangıç kilometre noktası ile bitiş kilometre noktasının girildiği alan ve işlemi yürütmeyi sağlayan düğme bulunmaktadır.

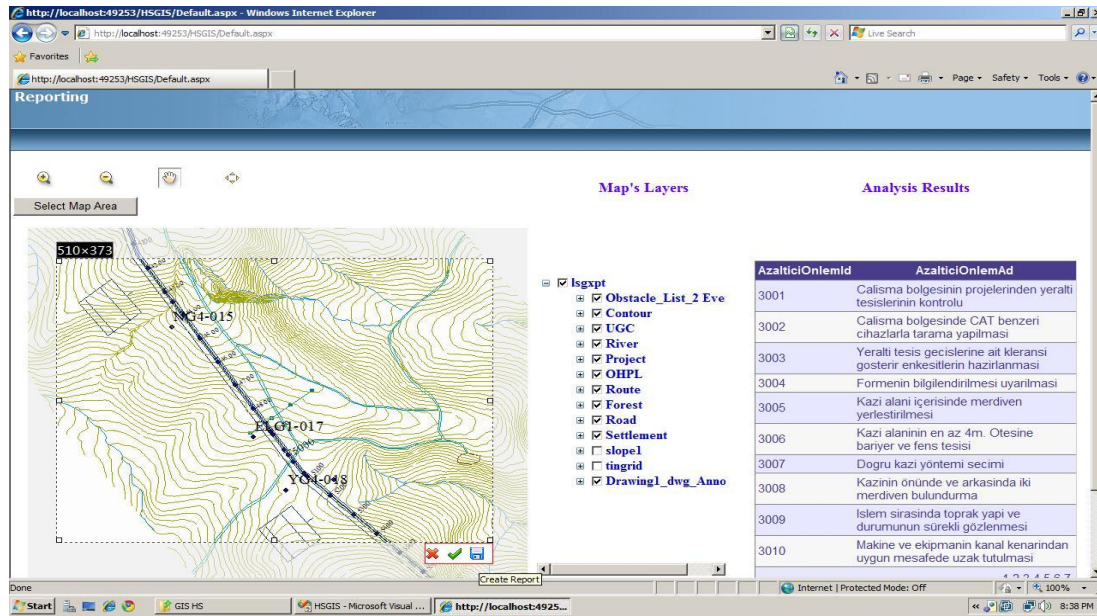
Yukarıda açıklanan analiz ve sorgulamalar yardımı ile İSG uzmanı tarafından risk haritası oluşturulmaktadır. Çalışma verileri üzerinden gerçekleştirilen değerlendirme sonucu oluşturulan risk haritasına ilişkin bir görüntü Şekil 5.25’de gösterilmektedir.



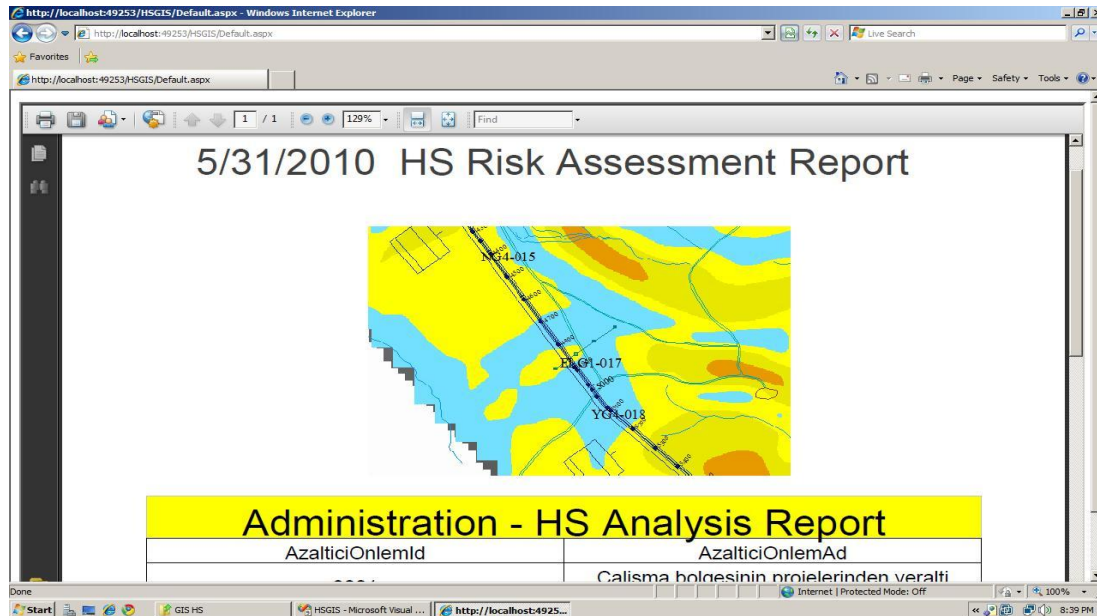
Şekil 5.25 : Risk değerlendirme sonuç ekran görüntüsü.

5.4.2.3 Raporlama işlevi

Bu işlev altında İSG uzmanının ihtiyaç duyduğu raporlama aracı yer almaktadır. Raporlar; İSG veri tabanından getirilecek sonuçlar ile harita üzerinde seçilen bölgeden oluşacak şekilde tasarlanmıştır. Harita seçimi sırasında istenen katmanların açılıp kapatılabilmesini sağlayacak seçenek kullanıcının seçimine bırakılmıştır. Aşağıda Şekil 5.26 ve Şekil 5.27’de raporlama sayfası ve .pdf formatında örnek sonuç rapora ilişkin ekran görüntüleri yer almaktadır.



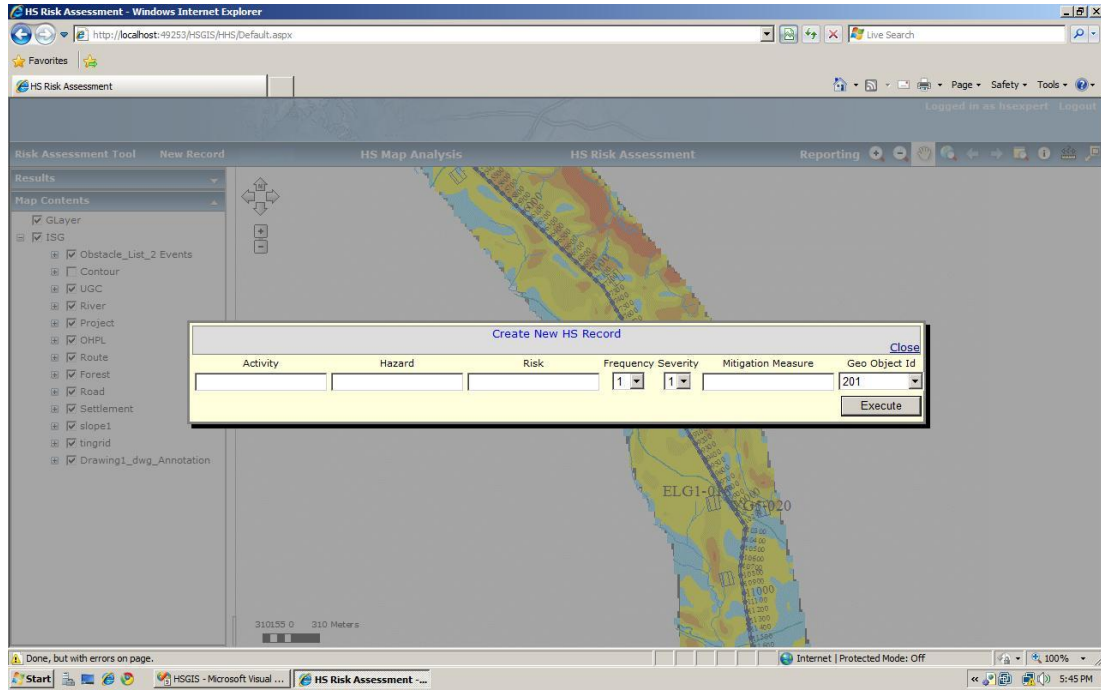
Şekil 5.26 : İSG uzmanı raporlama işlevi ekran görüntüsü.



Şekil 5.27 : İSG uzmanı örnek rapor ekran görüntüsü.

5.4.2.4 Yeni kayıt ekleme işlevi

Yeni kayıt ekleme İSG uzmanı menüsünde yer alan bir diğer işlevdir. bu işlev, yapım projesi gerekliliklerinde gerçekleşen değişimler sonucunda; yeni aktivite, tehlike, risk, azaltıcı önlem tanımlanmasını sağlamaktadır. Bu ara yüz Şekil 5.28’de gösterilmiştir.



Şekil 5.28 : İSG uzmanı yeni kayıt giriş ara yüzü.

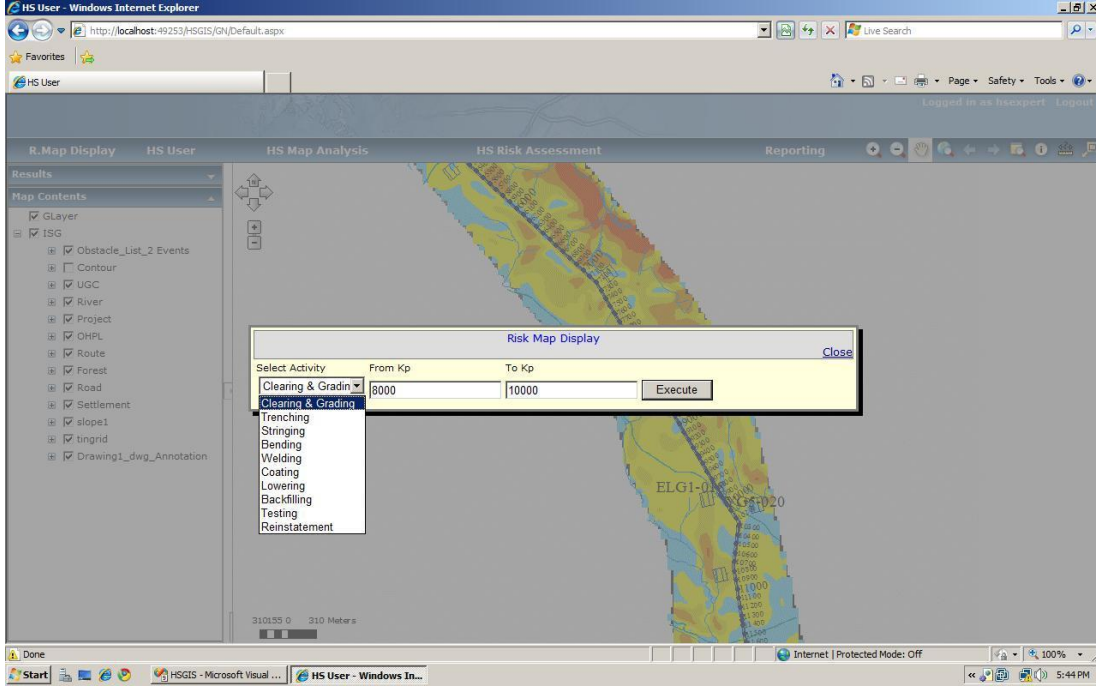
Bu arayüz üzerinden yeni tanımlanan her bir risk için sıklık ve şiddet değerleri sekmelerden seçilerek risk değerlemesi yapılabilmekte ve bunlar mekânsal nesnelerle ilişkilendirilmektedir.

Bu aşamada sistem sadece mekânsal nesnelere ilişkin yeni tehlike ve risk tanımlaması yapabilmekte, eğim yükseklik gibi mekânsal özelliklere ilişkin yeni kayıt girişi üzerinde çalışmalar devam etmektedir

5.4.3 Genel kullanıcı arayüzü

Genel kullanıcı grubu yapım işlerini yürüten uzmanlardan oluşmaktadır. Boru hattı yapım projelerindeki organizasyonel yapı düşünüldüğünde bu kullanıcı grubu sahada uzmanlık alanları dahilinde yer alan işleri organize ederek yürüten mühendis ve teknikerlerden oluşmaktadır. Proaktif İSG anlayışı gereği proje yapım sürecinde her bir çalışan kendi sorumluluğunun yanı sıra bir İSG uzmanı gibi kendi çalışma alanı içerisinde İSG konularının sorumluluğunu taşımaktadır.

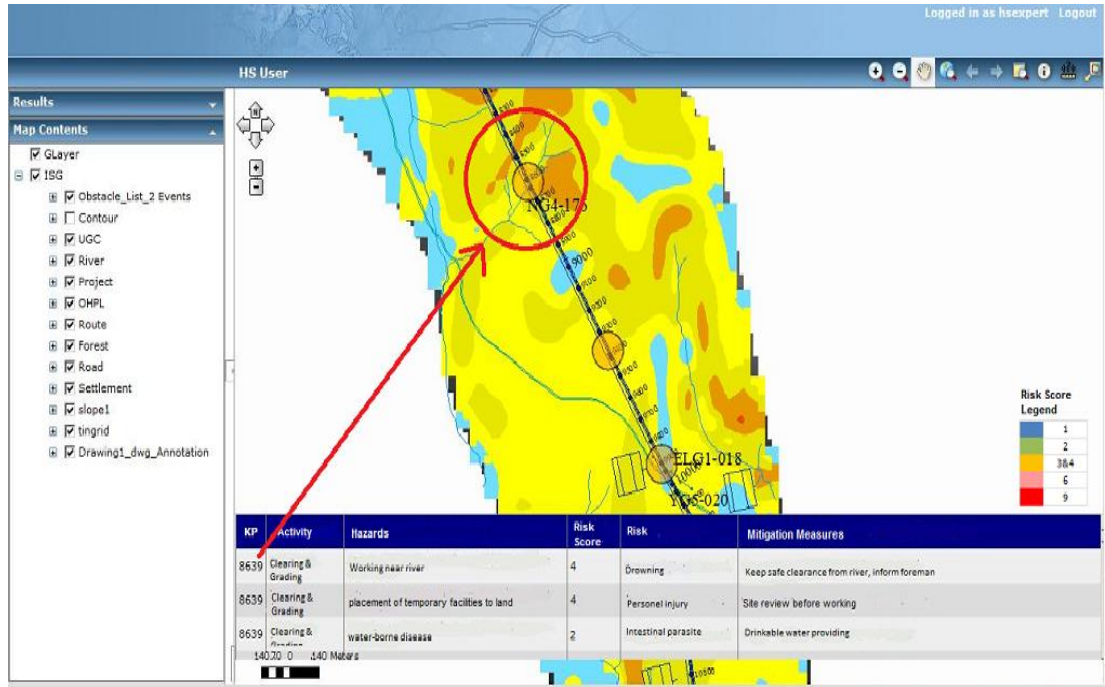
Bu noktadan hareketle tasarlanan bu sistemde genel kullanıcı çalıştığı aktiviteyi seçecek ve çalışma aralığının sınırlarını belirten kilometre noktalarını sisteme girecektir. Bu ara yüz Şekil 5.29’da gösterilmektedir.



Şekil 5.29 : Genel kullanıcı veri giriş ara yüzü ekran görüntüsü.

Sisteme girilen parametrelere göre; sistem çalışma bölgesinde yer alan tehlikeleri bunların oluşturduğu riskleri ve bu risklerin ortadan kaldırılması veya gerçekleşme olasılıklarının azaltılması için yapılması gerekenleri ifade eden azaltıcı önlemleri kullanıcıya sunmaktadır. Şekil 5.30’da da görüldüğü üzere tehlike, risk ve azaltıcı önlemlere ilişkin sonuçlar ekran üzerinde tablo şeklinde getirilirken, riskli alanlar risk skorları doğrultusunda grafikleştirilerek tematik bir harita oluşturulmaktadır. Bu tematik harita üzerindeki tehlikeli bölgeler risk skorlarına göre renklendirilmektedir. Buna göre; risk skoru bir olanlar mavi, iki olanlar yeşil, üç ve dört olanlar turuncu, altı olanlar pembe ve dokuz olanlar kırmızı renkte gösterilmektedir. Uygulama; aynı noktada birden fazla tehlike varsa bu grafikleştirme işlemi en yüksek risk skoruna sahip tehlikeye göre yapılacak şekilde tasarlanmıştır.

Bu sonuç ekranı üzerinde kullanıcı ara yüzün sol tarafındaki bölümden istediği katmanları açıp kapatarak istediği verileri görebilme olanağına sahiptir.



Şekil 5.30 : Genel kullanıcı sonuç görüntüleme ekran görüntüsü.

6. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Bu çalışma kapsamında; doğrusal inşaat projeleri içerisinde değerlendirilen petrol boru hattı projelerinde CBS kullanım alanları ele alınarak hâlihazırdaki durum ve araştırmalar irdelenmiştir. Bunun sonucunda CBS'ne dayalı bütünleşik proje yönetim sistemleri incelenerek araştırma ve geliştirme alanları değerlendirilmiştir. Bu bağlamda mevcut sistemlerde bulunmayan ve üzerinde çalışılmayan İSG Risk değerlemeleri ve CBS konusunda araştırma çalışması yürütülmüştür. Bu çalışma sonucunda; İSG kaza oluş nedenleri ile mekân ilişkisi irdelenmiş, veri tabanı tasarımı ve İSG ile mekansal veritabanlarının birlikte çalışabilirlik olanakları değerlendirilmiştir. Bu araştırmaların sonucunda web tabanlı CBS'ne dayalı bir karar destek sistemi tasarlanarak gerçekleştirilmiştir.

CBS ve petrol boru hattı projelerine ilişkin olarak bu çalışma kapsamında; yapılan literatür çalışmaları sonucunda petrol boru hattı projelerinde gerçekleştirilen CBS uygulamaları araştırılarak proje yönetim anlayışı çerçevesinde, ön tasarım ve tasarım, yapım ve yapım sonrası aşamaları kapsamında incelenmiştir. Bu konu dördüncü bölümde detayları ile ele alınmıştır.

İSG ve CBS ile ilgili yapılan literatür çalışması sonucunda bu alanda yapılan araştırmaların çoğunlukla İSG kapsamında gerçekleşen iş kazalarının mekânsal dağılımını inceleyerek istatistiksel değerlendirmeler yapmak amacıyla gerçekleştirildiği görülmüştür. Bunun yanı sıra; CBS'lerinin karar destek aracı olarak kullanımı ile ilgili yapılmış çok az sayıda çalışmaya rastlanmıştır. İlk olarak 1995 yılında (1995) tarafından yürütülen Çevresel CBS'nin endüstriyel uygulamaları konulu, Environmental GIS: Applications to Industrial Facility adlı çalışmada bu eksikliğe değinilmiştir. Ardından Heinrich ve Stewart (2005) GIS in Occupational Health and Safety Service adlı çalışmada, Lacey ve diğ. (2006) endüstriyel hijyen konusundaki çalışmalarında; Westhuizen (2006) İSG verilerinin CBS yolu ile modellenmesi çalışmalarında bu konuya değinmişlerdir. Bansal 2010 yılında yaptığı araştırma ile planlamasında CBS uygulamalarının kullanılması ilk olarak

gerçekleştirilmiştir. Bu çalışma doğrusal inşaat projelerinde web üzerinden çalışan CBS tabanlı İSG karar destek sistemi olması özelliği ile bu alanda bir ilk olmuştur.

6.1 Yaratılan Fayda ve Katkılar

6.1.1 İSG planlaması ve riskleri ile mekân ilişkisi

İSG planlaması ve riskleri ile mekân ilişkisinin araştırılması kapsamında; İSG kaza oluş nedenleri ile mekân ilişkisi incelenmiş ve İSG risklerinin CBS yardımı ile modellenmesini sağlamak amacı ile bir sınıflandırma geliştirilmiştir. Bu sınıflandırma; Hinze ve diğ. (1998) tarafından 1994 ve 1995 yılları arasında yapılan araştırmalar sonucunda geliştirilen ve daha sonra Amerikan İSG standartlarına yansıtılan yirmili gruplandırma temel alınarak yapılmıştır. Geliştirilen sınıflandırma; Hinze ve diğ. tanımladığı kaza oluş nedenlerinin mekana özel ve kişi ve/veya ekipmana özel olmak üzere iki grupta ele alınması temelinde gerçekleştirilmiştir. Bundan sonraki aşamada mekana özel kaza oluş nedenlerine yönelik Amerikan ve İngiliz İSG yönetmeliklerinde bulunan önlemler incelenmiş burada yer alan mekansal özelliklere ilişkin kısıtlara göre kazaların oluş nedenleri mekânsal veri tipleri ve mekânsal özellikler ile ilişkilendirilmiştir. Buna göre mekana ilişkin kaza oluş nedenleri mekansal nesnelerden kaynaklı tehlikeler ve mekansal özelliklere ilişkin tehlikeler olarak ele alınmıştır. İletim hatları kaynaklı elektrik çarpması, suda boğulma gibi doğrudan mekansal bir nesnenin varlığına dayalı tehlikeler ilk grupta ele alınmış ve nokta çizgi ve alan olarak sınıflandırılan geometrik verileriyle doğrudan ilişkilendirilmiştir. Yüksekten düşme, ekipman düşmesi ve çarpması gibi kaza oluş nedenleri de yükseklik ve eğim bilgisi gibi mekansal özelliklerle doğrudan ilişkili olduğu için raster veri tipi ile ilişkilendirilmiştir. Bu sayede tehlike ve riskler, mekânsal sorgulama ve mekânsal analizler kullanılarak modellenabilmektedir. Geliştirilen bu model ve sınıflandırma beşinci bölümde ayrıntıları ile ele alınmıştır.

6.1.2 İSG VT tasarımı ve birlikte çalışabilirlik

İSG veri tabanı tasarımı ve birlikte çalışabilirlik olanaklarının irdelenmesi amacı ile İSG ve CBS literatürleri incelenerek CBS'lerinin İSG planlaması ve risk değerlendirme verilerinin yönetimi için doğrusal projeler özelinde ihtiyaç duyulan geçerli bir yöntem olduğu ortaya konmuştur. Bu bağlamda İSG Risk değerlemesi için veri tabanı tasarlanmış ve fiziksel olarak gerçekleştirilmiştir. İSG risk

değerlendirmesinin temelini oluşturan tehlike ve riskler bunlara ilişkin alınması gereken azaltıcı önlemler ile ilgili aktivitelerin yer aldığı bir İSG veri tabanı tasarlanmış ve gerçekleştirilmiştir. Veri tabanı tasarımı; İSG verilerinin diğer proje yönetim sistemleri ile bütünleştirilmesi esası gözetilerek yapılmıştır. Bu anlamda İSG araştırmalarının temel konularından biri olan bütünleştirme problemi için bir katkı yaratılmıştır. Kartam (1997) yaptığı çalışmadan esinlenerek geliştirilen yapı ile İSG tehlike risk ve azaltıcı önlemleri ve her bir aktivite tekil birer numarası ile kodlanmıştır. Tekil ve benzersiz bu kod numaraları yardımı ile aktiviteler ve risk değerlendirme verileri ilişkisel veri tabanı yapısı içerisinde modellenmiştir. Mekansal veri tabanı tasarlanırken, İSG veri tabanındakine benzer bir kodlama sistemi kullanılmıştır. Buna göre her bir coğrafi nesneye birer kod numarası verilmiştir. Tasarlanan veri tabanlarının bütünleştirilmesi; mekan İSG modeli kapsamında değerlendirilen tehlike yaratan mekansal nesnelerin yarattığı tehlikelerin kodlarının eşleştirilmesi yoluyla yapılmıştır.

6.1.3 Mekansal analiz, proje yönetimi ve İSG planlaması

Mekansal analiz işlevlerinin proje yönetiminde ve İSG planlamasında kullanım olanaklarının araştırılması kapsamında; CBS'lerinin, sunduğu teknolojik olanaklar ile petrol boru hattı yapım projelerinin; tasarım, yapım ve işletilmesi evrelerinde; karar verme süreçlerinde yönetim ve denetim amacıyla kullanılabilen etkin bir yöntem olduğunu gösteren çalışmalar literatürde yer almaktadır. bulunmaktadır. Ancak, yapılan bu çalışmalarda CBS yalnızca veri yönetimi ve görselleştirme amacıyla kullanılan bir araç olması yönü ile ele alınmaktadır.

Bu çalışma ile mekânsal sorgulamaların yanı sıra CBS'lerinin sunduğu mekansal analiz fonksiyonlarının da proje yönetiminde kullanılabileceği gösterilmektedir. Bu kapsamda; mekânsal sorgulamaların yanı sıra lineer referanslama ve dinamik segmentasyon, eğim analizi, yükseklik analizi işlevleri kullanılarak İSG tehlike ve riskleri modellenmiştir. Mekânsal sorgulamalar ile İSG açısından tehlike yaratma potansiyeline sahip olan enerji nakil hattı, yer altı kablo geçişi gibi coğrafi nesneler ve öznitelikleri yardımı ile İSG tehlikeleri bunlara ilişkin riskler ve azaltıcı önlemlerin ilişkilendirilebileceği gösterilmiştir.

6.1.4 PYS ile bütünleşik KDS modeli

Bu çalışma kapsamında proje yönetim sistemlerine (PYS) bütünleşik İSG planlaması ve risk değerlemesi için karar destek sistem modeli geliştirilmiştir. Bu model, temelde, Web tabanlı CBS dayalı İSG planlama ve risk değerlendirme çalışmaları için karar destek sistemi olma niteliğindedir. Bu çalışmada; CBS teknolojilerinin, sadece inşaat üretimine dair veriler ve bunların görselleştirilmesiyle sınırlı olmaksızın, İSG, çevre, kalite kontrol ve güvence gibi diğer birimlere ve onların gereksinimlerine cevap verecek sistemlerin tasarlanması için uygun bir platform olduğu düşüncesinden hareket ile inşaat proje yönetim sistemi çerçevesinde doğrusal inşaat projelerinde İSG yönetimi özelinde, bir sistem tasarlanmış ve gerçekleştirilmiştir.

Sistem tasarımı gerçekleştirilirken üç katmanlı yazılım mimarisi yapısında olacak şekilde değerlendirilmiştir. Bunun nedeni katmanlı yazılım mimarisinin yazılımın yayılması, bakımı, geliştirilebilirliği ve ölçeklenebilirliği açısından sunduğu üstünlüklerdir. Bu yapı sayesinde kullanıcı, daima uygulama sunucusunda yüklü olan yazılımı kullandığından, yazılımın güncellenmesinin gerekli olduğu durumlarda yeni sürüm yalnızca uygulama sunucusuna yüklenmekte ve sistem kolaylıkla güncellenmektedir. Kullanıcı sayısının çokluğu ve yayıldığı coğrafya bu anlamda bir dezavantaj olmaktan çıkarılmıştır. Buna ek olarak; bu yapıda kullanıcılar doğrudan veritabanlarına ulaşamadıkları için gerekli olduğu hallerde ek güvenlik önlemleri kolaylıkla alınabilmekte, belirli kullanıcı ve kullanıcı gruplarının sisteme ve veritabanlarına erişimleri kısıtlanabilmekte ve/veya ortadan kaldırılabilir. Üç katmanlı mimaride, uygulama katmanı diğer iki katmandan tamamen bağımsız olduğu için sistemin iş yükü paylaştırılmakta dolayısı ile hafiflemektedir.

Sistem tasarımı web tabanlı olacak şekilde gerçekleştirilmiştir. Bu sayede internet, veriye erişim ortamı olarak kullanılmış veri iletimini bu yolla sağlanmıştır. Bu yapı yardımı ile sistem; mekânsal veriye ve analiz fonksiyonlarına erişimde, analizlerin yapılmasında ve analiz sonuçlarının görüntülenmesinde interneti kullanacak şekilde gerçekleştirilmiştir. Bu uygulamada kullanıcı, bilgisayarında CBS yazılımı olmadan da web tarayıcısı yardımı ile etkileşimli olarak mekânsal veri ile işlem yapabilmekte ve etkileşimli olarak harita oluşturabilmektedir. Bunun yanı sıra kullanıcıların değişik veri kaynaklarındaki verilere kolay erişimleri, internet üzerinden CBS analiz fonksiyonlarına ulaşabilmeleri ve paylaşabilmeleri sağlanmaktadır.

CBS tabanlı İSG KDS dağıtık sistem olarak tasarlanmış ve gerçekleştirilmiştir. İSG verileri ile mekânsal veriler ayrı veri tabanlarında tutularak sisteme esnek ve genişleyebilir bir özellik kazandırılmış buna ek olarak diğer yönetim bilişim sistemleri ile bütünleştirilmeyi kolaylaştıracak bir yapı kazandırılmıştır. Bu dağıtık yapıdan dolayı, veriler ve uygulamalar sunucu bilgisayarda bulunmakta ve kaynağından güncel veriler geldikçe güncellemeler bu bilgisayarda yapılmaktadır. Bu da veri ve fonksiyonların kullanıcıya dinamik olarak güncel bir şekilde sunulmasını sağlamaktadır.

Bu sistem yardımı ile normal koşullarda iş yapım yöntemlerinin ekinde bir doküman olarak yer alan İSG risk değerlemeleri, web tabanlı yapı ile istenilen her yerden istenilen zamanda erişilebilen bir kaynağa dönüştürülmüştür. Bu sayede sahada çalışan mühendis ve süpervizörlerin etkin kullanımı sağlanarak proaktif ve katılımcı bir İSG yönetimine katkı sağlanmaktadır.

Gerçekleştirilen sistemde iki kullanıcı grubu tanımlanmış ve yetkilendirme yapılmıştır. İlk grup olarak İSG uzmanları değerlendirilmiştir. Bu grup sistem yardımı ile mekânsal sorgulama ve analizleri yapabilmekte ve risk haritası bu analizlere sistem tarafından göre otomatik olarak oluşturulmaktadır, risk haritasının oluşturulduğu aralıkta yer alan mekânsal nesne ve özelliklere göre sistem İSG veri tabanından ilgili tehlike risk ve azaltıcı önlemleri getirmektedir. Bunun yanı sıra sistem, İSG uzmanları mevcut İSG veri tabanına yeni tehlike, risk, azaltıcı önlem verisi ekleyebilmekte bunların sıklık ve şiddet değerlerini seçerek risk değerlemesi yapabilecek şekilde tasarlanmıştır. İkinci grup kullanıcılar ise sahada görevli olan mühendis ve süpervizör gibi doğrudan üretimle ilgilenen kişilerdir. Bu grup günlük iş planı yaparken çalışma aralığını ve aktiviteyi seçerek, ilgili alanda bulunan İSG tehlike risklerini hem tabloda sözel veri olarak hem de harita üzerinde grafik olarak görebilmektedir. Bu seçime göre sistem, çalışma bölgesinde yer alan tehlike ve risklere ilişkin azaltıcı önlemleri kullanıcıya önermektedir.

6.2 Karşılaşılan Sorunlar ve Çözüm Önerileri

Yukarıda ele alınan katkı ve yaratılan faydalara ek olarak bu araştırma çalışmasının gerçekleştirilmesi sırasında karşılaşılan bazı sorunlar ve çözüm önerileri aşağıda ele alınmaktadır.

İSG verilerinin, doğaları gereği, çoka-çok (n-n) ilişki yapısında olmaları İSG veri tabanının modellenmesinde güçlük yaratmıştır. Bu bağlamda veri tabanı çoka-çok ilişki türleri bire-çok yapıya dönüştürülerek modellenmiş ve gerçekleştirilmiştir.

Web tabanlı uygulamaların en önemli sorunlarından birisi olan güvenlik problemi ile bu uygulamada da karşılaşmıştır. Uygulama bütün kullanıcılar tarafından kullanıldığı için her zaman kötü niyetli kişilerin olabileceği göz ardı edilmemeli ve gerekli güvenlik önlemlerinin alınması gerekmektedir. Bu noktadan hareketle kullanıcı profilleri belirlenerek yetkilendirme yapılmış, erişim ve kullanım buna göre sınırlandırılmıştır.

Harita servisinin oluşturulmasında; servisi oluşturan katmanların nasıl görüneceği sorunu dikkat edilmesi gereken önemli bir nokta olarak karşımıza çıkmıştır. Web tabanlı uygulamalarda grafik tasarım olanakları masaüstü uygulamalara göre daha kısıtlı olmaktadır. Bundan dolayı objelerin farklı ölçeklerde birbirinin üstüne binmesinden ve yoğunluğundan dolayı anlaşılabilir bir görüntü ortaya çıkabilmektedir. Bu nedenle proje ArcGIS Desktop uygulamasında tasarlanırken bir takım görsel ayarların yapılması gerekli olmuştur.

Sistem tasarımında ilk olarak, mekânsal analizlere dayalı tehlike ve risklerin belirlenmesi sırasında eğim tampon ve yükseklik analizlerinin sorgu ile eş zamanlı yapılması düşünülmüş ancak fiziksel gerçekleştirme evresinde veri boyutları fazla olmasından dolayı işlem süreleri uzamıştır. Bunun üzerine eğim ve yükseklik verileri harita servisine birer katman olarak eklenip proje yayınlanmıştır. Bu şekilde bu veri gruplarına ilişkin sorgulamalar ve işlemler bu katmanlar üzerinden yürütülerek sorunun üstesinden gelinmiştir. Bu evreden sonra mekânsal analize dayalı sorguların internet üzerinden gerçekleştirilmesi sırasında veri boyutlarının fazla olmasından dolayı zorluklar yaşanmış uygulama yapılan bilgisayarların kapasiteleri artırılarak sorun çözümlenmiştir. Ayrık olan veri tabanlarının bütünleştirilmesi aşamasında uygulamada sorunlar yaşanmıştır. Sorgu sonuçlarının ekrana getirilmesi noktasında veri miktarının fazla olmasından dolayı görselleştirmede problemler yaşanmıştır.

Sorgulama ve analizler sonucunda ekranda görüntülenen tehlike, risk ve azaltıcı önlem verileri sayıca çok olmalarından dolayı ekranda tek bir seferde görüntülenememişlerdir. Ekran harita ile sonuç tablosuna ayrılmış olması ve çok-

çok veri yapısından dolayı çok sayıda sonucun gelmesi bu noktada etkili olmuştur. Ekran tasarımındaki kısıtlardan dolayı bu sorun aşılammıştır.

6.3 Gelecek Çalışmalar

Bu çalışma kapsamında gelecekte gerçekleştirilmesi planlanan konular özetle aşağıdaki şekilde değerlendirilmiştir.

Öncelikle, gerçekleştirilen sistemin veri modelinin bir inşaat yönetim sistemi ile bütünleştirilmesi bu sayede gerçekleştirilen üretime İSG tehlike ve risklerinin etkilerinin araştırılması planlanmaktadır.

Tez uygulaması kapsamında geliştirilen karar destek sistemi yazılımının CBS en kısa yol analizlerine dayalı olarak acil durum yönetimini içerecek şekilde genişletilmesi planlanmaktadır. Bu kapsamda; iş kazası, personel yaralanması gibi olası bir acil durumda, aktivitelerin gerçekleştirildiği yerlere en yakın sağlık kuruluşlarının ve/veya acil durum noktalarının alternatifli olarak analiz edilebilmesini sağlayacak modüllerin geliştirilmesi gelecek çalışmalar içerisinde planlanmaktadır.

Mobil yani taşınabilir bilgisayarların kullanımlarının yaygınlaşması hız ve bellek kapasitelerinin artmasıyla birlikte CBS kullanıcıları uygulamalarını sabit bir ortama bağlı kalmaksızın gerçekleştirme olanağını bulmuşlardır. Geliştirilen sistemin sabit bir ortamdan bağımsız, sahada anlık olarak kullanımını sağlayabilecek PDA tabanlı akıllı telefonlarda, PDA'lerde, cep veya tablet bilgisayarlarda kullanılabilmesine olanak sağlayan mobil bir uygulamaya dönüştürülmesinin gerek hak ve sorumluluklar kapsamında kullanıcılar için gerekse proaktif ve katılımcı bir İSG yönetimi gerçekleştirilmesi açısından şirketler için olumlu katkı yapması düşünülmektedir.

Dikkate alınması gereken noktalardan biri de uygulamanın maliyetidir. Sistemin gerçekleştirilmesi sırasında kullanılan CBS yazılım maliyetinin yüksek olması açık kaynak kodlu CBS sistemleri yardımı ile gerçekleştirilme olanaklarının araştırılmasını zorunlu kılmaktadır. Bu sayede yatırım maliyetlerinin düşürülerek bu tür sistemlerin kullanım alanlarının yaygınlaştırılmasının olanaklı hale geleceği düşünülmektedir. Bu anlamda konunun bu boyutunu içeren araştırmaların gelecek çalışmalar arasında yer almalıdır.

KAYNAKLAR

- Acar, B.**, 2007. Risk Değerlendirmesi Temelli Yönetim Anlayışının Denizcilikte Uygulanması Ve Türk Deniz Ticaret Filosunun Risk Değerlendirmesi Yöntemi İle Analizi, *Yayınlanmamış Doktora Tezi*, Dokuz Eylül Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İzmir.
- Adams, F.**, 2009. *Airs, Waters and Places. Translation of Hippocrates' Circa 400 BC.* Retrieved 04.07. 2009, from <http://classics.mit.edu/Hippocrates/airwatpl.mb.txt>.
- Ağar, T.**, 1974. *İnsan-Bilinç- Sistem Sevk ve İdare İkilemleri*, Sistem Yayıncılık, Ankara.
- Akyüz, N.**, 1980. *İş Güvenliği Mevzuatı*, Ciltut Matbaası, İstanbul.
- Altan M.O., Toz F.G. & Külür S.**, 1996. Bilgi sistemindeki gelişmeler ve Fotogrametri, *CBS Sempozyumu*, S.63-66, İstanbul.
- Altan, M.O., Toz, F.G., Can, Z., & Taştan, H.**, 1991. Jeodezi ve Fotogrametri Mühendisliğinde *Veri tabanı ve Bilgi Sistemleri*, İTÜ Dergisi, Cilt 49, Sayı 4, Sayfa 35-44, İstanbul.
- Antaki, G.A.**, 2003. *Piping and Pipeline Engineering: Design, Construction, Maintenance, Integrity, and Repair*, Marcel Dekker Inc, South Carolina, USA.
- Arditi, D., & Albulak, M.Z.**, 1986. Line-of-Balance in Pavement Construction, *Journal of Construction Engineering and Management*, ASCE, Vol.112, No.3, pp.411-424.
- Atay, H., Ergen E., & Toz G.**, 2010. GIS based decision support system for health and safety management in linear projects, *The International Conference on Computing in Civil and Building Engineering*, Nottingham, UK, 30.June - 02.July (CD-ROM).
- Bansal, V.K. & Pal, M.**, 2007. Discussion of Construction Scheduling and Progress Control Using Geographical Information Systems. *Journal of Computing in Civil Engineering*, ASCE, 21(6), pp.478-479.
- Bansal, V.K., & Pal, M.**, 2006. GIS based projects information system for construction management. *Asian Journal of Civil Engineering (Building and Housing)*, Vol.7, Issue.2, pp.115-124.
- Bartelme, N.**, 1989. *GIS Technologie - Geoinformationssysteme und ihre Grundlagen*, Springer Verlag, Berlin-Heidelberg.
- Barutçugil, İ.**, 2008. *Proje Yönetimi*, Kariyer Yayıncılık, İstanbul.
- Batuk, G., Külür, S., Sarbanoğlu, H. & Toz, G.F.**, 1996. Veriden Bilgiye: Coğrafi Bilgi Sistemleri, *CBS Sempozyumu*, İstanbul, Türkiye, Eylül 26-28.

- Behm, M.**, 2008. Rapporteur's Report Construction Sector, *Journal of Safety Research*, Vol. 39, pp. 175-178.
- Blanchard, B.S.**, 1998. *System Engineering Management*, 3rd Edition, John Wiley & Sons, New York.
- BLS**, 2009. *Census of Fatal Occupational Injuries Summary Report 2009* Retrieved 20.08.2010 from <http://www.bls.gov/news.release/cfoi.t02.htm>.
- Burrough, P.A.**, 1986. *Principles of Geographic Information Systems for Land Resources Assessment*, Clarendon Press, Oxford, UK.
- Cameron I., & Duff, R.**, 2004. Integration of Safety Planning and the Communication of Risk Information within Existing Construction Project Structures, CHAPTER 11 An Overview of Safety Management Systems, Spon Press, London.
- Carter, T.**, 2004. British Occupational Hygiene Practice 1720–1920. *Occupational Hygiene Annual*, Vol. 48, pp.299-307.
- Ceran, C.**, 1997. Türk Ve Alman İş Teftiş Sistemlerinin Karşılaştırması, *Yüksek Lisans Tezi*, Uludağ Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Bursa, s.3.
- Chand, A., & Gloven, M.**, 2009. Using GIS to support new pipeline construction and material procurement, *P&G Journal*, Vol.236, No.1, pp.40-49.
- Chang, Y., Yonghua Wang, Y., & Fan W.**, 2009. The applied research of embedded GIS in the corrosion inspection system of urban underground pipeline, *International Conference on Pipelines and Trenchless Technology*, ASCE, Shangai, China, October 19-21.
- CHSW**, 1996, *Construction Health, Safety And Welfare Regulations 1996*, UK.
- Chuvieco, E., Aguado, I., Yebra, M., Nieto, H., Salas, J., Martin, M.P., Vilar, L., Martinez, J., Martin, S., Ibarra, P., Riva, J., Baeza, J., Rodriguez, F., Molina, J.R., Herrera, M.A. & Zamora R.**, 2010. Development of a framework for fire risk assessment using remote sensing and geographic information system technologies, *International Journal on Ecological Modeling and Systems Ecology*, Vol.221, Issue.1, pp 46-58.
- Clarke, K.C.**, 1995. *Analytical and Computer Cartography*, 2nd Edition, Prentice Hall, New Jersey, USA.
- Clarke, K.C.**, 2002. *Getting Started With GIS*, Prentice Hall, USA.
- Cleland, I.D.**, 1999. *Project Management Strategic Design and Imlementation*, Mc Graw Hill, USA.
- Cobbs, D.**, 2006. GIS-An Invaluable Tool For Oil & Gas, *P&G Journal*; Vol.233, No.8, pp. 48-54.
- Confer, R.G., & Confer, T.R.**, 1994. *Occupational Health and Safety: Terms, Definitions and Abbreviations*. Lewis Publications, Florida.
- ÇSGB İSİG Genel Müdürlüğü**, 2007. *5 Adımda Risk Değerlendirmesi*, ÇSGB Genel Yayın No:140, Ankara.

- De La Garza, J.M., Hancher, D.E., & Decker, L.,** 1998. Analysis of safety indicators in construction, *J. Constr. Eng. Manag.*, ASCE 124 (4), pp.312-314.
- De Mers, M.,** 2002. *GIS Modeling in Raster*, New Mexico University, John Willey & Sons Inc, USA.
- Delevar, R.M., & Naghibi, F.,** 2003. Pipeline Routing Using Geospatial Information System Analysis, Retrieved 10.01.2010 from <http://www.scangis.org/scangis2003/papers/12.pdf>.
- Demir, F.,** 2005. *Anayasa Hukukuna Giriş*, Dokuz Eylül Üniversitesi, 6. Basım, İzmir s. 187.
- Demirbilek, S.,** 1999. *Türkiye’de Sağlık Hizmetleri*, İlkem Ofset, İzmir.
- Demirbilek, T.,** 2005. *İş Güvenliği Kültürü*, Dokuz Eylül Yayınları, 1.Baskı, İzmir.
- Demircioğlu, A.M.,** 1997. Karşılaştırmalı Hukukta ve Türkiye’de İşçi Sağlığı ve İşyeri Hekimliği, *Kamu-İş İş Hukuku ve İktisat Dergisi*, Cilt: 4, Sayı: 2, s.193.
- Demircioğlu, M., & Centel, T.,** 2007. *İş Hukuku*, 12. Bası, Beta Yayınları, İstanbul.
- Deniz, V.,** 2006. Boru hatları yapımının teknik esasları ve tedarikte güvenlik, Avrupa ve Asya arasındaki Enerji Köprüsü Türkiye, *Uluslararası Avrupa-Asya Enerji Köprüsü: Türkiye Sempozyumu*, Kocaeli.
- Dey, P.K., & Gupta S.S.,** 1999. Decision Support System for Pipeline Route Selection. *International Journal of Project Management*, Vol.41, Issue.10, pp 29-35.
- Diamond, J.,** 2002. *Tüfek, Mikrop ve Çelik*, Çev. İnce, Ü., Tübitak Yayınları, Ankara.
- Dizdar, E.N.,** 2000. *İş Güvenliği*, Alver Yayın, Ankara.
- Doğru, A.G.,** 2009. *CBS Ders Notları*, Boğaziçi Üniversitesi Kandilli Deprem Araştırma Enstitüsü, İstanbul.
- Douglas, J.W.,** 1995. *Environmental GIS: Applications to Industrial Facilities*, CRC Press Inc., Boca Raton, Florida, USA.
- Duecker, K.J.,** 1979. *Land resource information systems: a review of fifteen years experience*, Geo-processing, Vol.1, No.2, pp. 105-128
- Duff, A.R., Robertson, I.T., Phillips, R.A., & Cooper, M.D.,** 1994. Improving safety by the modification of behaviour, *Constr. Manag. Econ.* Vol.12, pp.67-78.
- Ebrahimipoor, A.R., Alimohamadi, A., Alesheikh A.A., & Aghighi, H.,** 2009. Routing of Water Pipeline Using GIS and Genetic Algorithm, *Journal of Applied Science*, Vol.9, Issue 23, pp.4137-4145.
- El-Rayes, K., & Moselhi. O.,** 1998. Resource-driven scheduling for repetitive activities, *Construction Management and Economics*, Vol. 16, No.4, pp. 433-446.

- El-Rayes, K.**, 2001. Object-oriented model for repetitive construction scheduling, *Journal of Construction Engineering and Management*, Vol.127, No.3, pp. 199-205.
- Englehart, J.P.**, 1994. A historical look at risk management. *Risk Management* Vol.94, March, pp.65-71.
- Erbaş M. & Alkış, Z.**, 2005. Web tabanlı veri düzenleme ve etkileşimli harita sunumu uygulaması, *Hrt.Gn.K.lığı, Harita Dergisi* Sayı: 133, s.43-52
- ESRI**, 1990. *Understanding GIS - The ARC/INFO Method*, Environmental Systems Research Institute (ESRI), California, USA.
- European Agency for Safety and Health at Work**, 2007. *Risk Assessment Tools*, Germany.
- Everett, J.G., & Frank, P.B.**, 1996. Cost of accidents and injuries to the construction industry, *J. Constr. Eng. Manag.*, ASCE Vol.122 Issue.2, pp.158-164.
- Feldman R.P., Goodrich J.T.** 1999. The Edwin Smith Surgical Papyrus. *Childs Nerv. System*. 1999;Vol.15, pp.281–284.
- Felton, J. S.**, 1997. The heritage of Bernardino Ramazzini. *Occupational Medicine*. Vol. 47, pp.167–179.
- Fisher, M., & Nijkamp, P.** 1992. *GIS and Spatial Modelling*, EGIS '92 Conference Proceedings, Vol.1, pp. 214-225, Netherlands.
- Fişek, A.G.**, 2002. İş Sağlığı ve Güvenliğinin temel ilkeleri, http://www.isguvenligi.net/index.php?option=com_content&task=view&id=20.
- Foote, F.E., Kirvan, A.P.**, 1998. *WebGIS, NCGIA Core Curriculum in GIScience*, Retrieved 13.04.2009 from <http://www.ncgia.ucsb.edu/giscc/units/u133/u133.html>.
- Fung, I.W.H., Tam, V.W.Y., Lo, T.Y. & Lu, L.L.H.**, 2009. Developing a risk assessment model for construction safety, *International Journal of Project Management*, Vol.28, Issue.6, pp.593-600.
- Furuholmen, M., Kyrre Glette, K., Hovin, M., & Torresen, J.**, 2010. An Indirect Approach to the Three-Dimensional Multi-pipe Routing Problem, *LNCS*, Vol. 6021/2010, Springer, Berlin.
- Gallo M.A.**, 2001. History and scope of toxicology. In: Klaassen CD, ed: Casarett & Doull's Toxicology: The Basic Science of Poisons. 6th ed. New York: McGraw Hill; pp.3-10.
- Gambatese, J., & Hinze, J.**, 1999. Designing for construction worker safety, *Automation in Construction* Vol. 8, pp.643-649.
- Goldwater, L.J.**, 1984. The history of occupational medicine, *Clinical Podiatry Medical Surgery*, Vol. 4. pp.523-527.
- Gökçen, H.**, 2007. *Yönetim Bilgi Sistemleri*, Palme Yayıncılık, Ankara
- Gökpinar, S.**, 2004. İş Güvenliğinin Boyutları, *İş Sağlığı ve Güvenliği Dergisi*, Yıl: 4, Sayı:19, s.18.

- Gökpınar, S.,** 2004. İşçi Sağlığı İş Güvenliğinin Temel İlkeleri, *İş Sağlığı Ve Güvenliği Dergisi*, Yıl:4, Sayı:20, s.20.
- Göpfert, W.,** 1987. *Raumbezogene Informationssysteme*, Herbert Wichmann Verlag, Karlsruhe.
- Green D., & Bossomaier T.,** 2002. *Online GIS And Spatial Metadata*, Taylor&Francis, London and New York.
- Gürcanli, E. G., & Müngen, U.,** 2009. An occupational safety risk analysis method at construction sites using fuzzy sets, *International Journal of Industrial Ergonomics* Volume 39, Issue 2, 371-387.
- Güzel, A., & Okur, A.R.,** 2003. *Sosyal Güvenlik Hukuku* 9. Basım, Beta Yayınları, İstanbul.
- Hammer, W.,** 1981. *Occupational Safety Management and Engineering*. Prentice Hall: New Jersey.
- Harmon, J.E., & Anderson, S.J.** 2003. *Geographic Information Systems*, Wiley, New Jersey, USA.
- Harms-Ringdahl, L.,** 1993. *Safety Analysis: Principles and Practice in Occupational Safety*. Elsevier, London.
- HASAW,** 1974, Health And Safety At Work Act 1974, UK.
- Hegazy, T., Elhakeem, A., & Elbeltagi, E.,** 2004. Distributed scheduling model for infrastructure networks, *Journal of Construction Engineering and Management*, Vol. 130, No. 2, pp.160-167.
- Henricy, S., & Stewart, E.,** 2005. GIS in Occupational Health and Safety Service, *Twenty-Fifth Annual ESRI User Conference*, Florida, USA.
- Hinze, J., & Appelgate, L.L.,** 1991. Costs of construction injuries, *J. Constr. Eng. Manag.*, ASCE 117 (3), pp. 537-550.
- Hinze, J., Bren, D.C., & Piepho, N.,** 1995. Experience modification rating as measure of safety performance, *J. Constr. Eng. Manag.*, ASCE 121 (4), pp. 455-458.
- Hinze, J., Pederson, C., & Fredley, J.,** 1998. Identifying root causes of construction injuries, *Journal of Construction Engineering Management*, ASCE 124 (1), pp.67-71.
- HSE,** 2008. *Successful health and safety management HSG65*, UK.
- HSE,** 2009. <<http://www.hse.gov.uk/statistics/industry/construction/days-lost.htm>> alındığı tarih:08.07.2009.
- HSE,** 2009. Work-related injuries and ill health in construction in 2008/09, *Technical Report*, London, UK.
- Huges, P., & Ferrett, E.,** 2007. *Introduction to Health and Safety in Construction*, Butterworth Heinemann, UK.
- Hunter, D.,** 1974. *The Diseases of Occupations*. 5th ed. Engling Universities Press Ltd, London.

- Hyari, K., & El-Rayes, K.,** 2006. Optimal planning and scheduling for repetitive construction projects, *Journal of Management in Engineering*, Vol.22, No.1, pp.11-19.
- ILO,** 1983. *Encyclopaedia of Occupational Safety and Health*, ILO, Geneva.
- ILO,** 1993. Prevention of major industrial accidents, Convention No.174, Geneva <http://www.ilo.org/ilolex/cgi-lex/convde.pl?C174> alındığı tarih 10.09.2009.
- Ivan K. W. Lai, Frankie K. S. Lam,** 2010. Perception of various performance criteria by stakeholders in the construction sector in Hong Kong, *Construction Management and Economics*, Vol. 28, Issue. 4, April 2010, pp. 377-391.
- Jaselskis, E.J., & Suazo, G.A.R.,** 1994. A survey of construction site safety in Honduras, *Constr. Manag. Econ.* 12, pp. 245-255.
- Jaselskis, E.J., Anderson, S.D., & Russell, J.S.,** 1996. Strategies for achieving excellence in construction safety performance, *J. Constr. Eng. Manag.*, ASCE 122 (1), pp. 61-70.
- Kaplan, S., & Garrick, B.J.,** 1981. On the quantitative definition of risk, *Risk Analysis Journal*, Vol 1., No. 1.; pp.11-27.
- Kartam, N.A.,** 1997. Integrating safety and health performance into construction CPM, *J. Constr. Eng. Manag.*, ASCE 123 (2), pp.121-126.
- Kesim, H.,** 2009. Kişisel görüşme.
- Kincal, C., Koca, M.Y., Yilmaz, H.R., Akgün, M., Özyalin, S., Eskişar, T., Akçığ, Z. & Van Loon, A.J.,** 2010. Engineering-geological and geotechnical investigations for risk assessment of the University Olympic Village in Izmir (Turkey), *Geologos Journal*, Vol.16, No.1, pp.43-57.
- Kocakulak, M.,** 1997. Proje Yönetim Danışmanlığı Yapan Firma Bakışıyla Proje Yönetim Sistemi ve Uygulama Örneği, *Yüksek Lisans Tezi*, İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Köseoğlu, K.,** 2009. *Veri Tabanı Mantığı*, 5. Baskı, Pusula Yayıncılık, İstanbul.
- Kraak, M.J., & Brown, A.,** 2001. *Web Cartography*, Taylor&Francis, London and New York
- Kroenke, D.M.,** 1992. *Management Information Systems*, 2nd Edition, McGraw Hill, CA, USA.
- Kumamoto, H., & Henley, E.J.,** 1996. *Probabilistic Risk Assessment and Management for Engineers and Scientists* (2nd edn.), IEEE Press, New York.
- Kuru, O.,** 2000. İş Sağlığı ve Güvenliğinde Yeni Oluşumlar, *TİSK İşveren Dergisi*, Mayıs.
- Kutal, M.,** 1996. 1475 Sayılı İş Kanunu, *Türkiye Sendikacılık Ansiklopedisi*, Kültür Bakanlığı ve Tarih Vakfı Yayını, Birinci Cilt, İstanbul 1996, s.178.

- Lacey, S., Espinosa, R., Esmen, N., & Kennedy, K.,** 2006. Development of a geospatial time dependent information system for industrial hygiene. *2006 American Industrial Hygiene Conference & Exposition (AIHce)*, USA.
- Laudon, K.C., & Laudon, J.P.,** 2002. *Management Information System: Managing the Digital Firm*, 7th Edition, Prentice Hall, New Jersey, USA.
- Laufer, A., & Ledbetter, W.B.,** 1986. Assessment of safety performance measures at construction sites, *J. Construction Engineering Management*, ASCE Vol.112 Issue 4 pp.530-542.
- Leahey, R.E.,** 1981. *The Making of Mankind*, Michael Joseph Ltd, London, UK.
- Leung, S., Mak, S., & Lee, B.L.P.,** 2008. Using a real-time integrated communication system to monitor the progress and quality of construction works, *Automation in Construction*, Vol.17, Issue.6, pp.749-757.
- Liao, C.W., & Perng, Y.H.,** 2008. Data mining for occupational injuries in the Taiwan construction industry, *Safety Science* Vol.46 Issue.7, pp.1091-1102.
- Lientz, B.P., & Rea, K.P.,** 2001. *Project Management for the 21 st Century*, Academic Press, USA.
- Lingard, H., & Rowlinson, S.,** 2005. *Occupational Health and safety in Construction Project Management*, Spon Press, New York.
- Liu, H.,** 2003. *Pipeline Engineering*, CRC Press, Florida, USA.
- LOLER,** 1998. *Safe Use Of Lifting Equipment Regulations*, UK.
- Luettingear, J., & Clark, T.,** 2005. Geographic Information System-Based Pipeline Route Selection Process, *Journal of Water Resources Planning and Management*, Vol. 131, No.3, ASCE.
- Makal, A.,** 2002. *Türkiyede Çok Partili Dönemde Çalışma İlişkileri: 1946-1963*, 1. Baskı, Ankara.
- McAllister, E.W.,** 2002. *Pipeline Rules Of Thumb Handbook*, Gulf Professional Publishing, MA, USA.
- McMullin, R., Hill, J., Smith, C., & Chow, J.,** 2009. Coming down the Pipeline: Asset Management of PCCP Conveyance Systems, *Pipelines 2009: Infrastructure's Hidden Assets Proceedings of the Pipelines 2009 Conference*, ASCE, San Diego, California, USA, August 15-19.
- McWilliams, G., Rechnitzer, G., Deveson, N., Fox, B., Clayton, A., Larsson, T. & Cruickshank, L.,** 2001. Reducing serious injury risk in the construction industry, *Policy Research Report No. 9*, Monash University Accident Research Centre, Melbourne, Australia.
- Mert, V.R.,** 2002. İş Sağlığı ve Güvenliği Hizmetlerinde Yeni Hedefler; *TİSK İşveren Dergisi*
http://www.tisk.org.tr/isveren_sayfa.asp?yazi_id=518&id=31: alındığı tarih 05.07.2009.
- MHSW,** 1999, *Management Of Health & Safety At Work Regulations 1999*, UK.

- Modarres, M.**, 1993. *What Every Engineer Should Know about Reliability and Risk Analysis*, Marcel Dekker Inc, New York, pp. 3-6.
- Moghaddam, H.K., & Delavar, M.R.**, 2007. A GIS - Based Pipelining Using Fuzzy Logic and Statistical Models, *IJCSNS International Journal of Computer Science and Network Security*, Vol.7 No.2, pp.45-52.
- Mohamed, S.**, 2003. Scorecard Approach to Benchmarking Organizational Safety Culture in Construction, *J. Construction Engineering Management*, Vol.129, Issue.1, pp.80-87.
- Molak, V.**, 1997. *Fundamentals of Risk Analysis and Risk Management*, CRC Press, Lewis Publishers, Boca Raton, Florida, USA.
- Montemurro, D., Barnett S., & Gale T.**, 1998. GIS-Based Process Helps TransCanada Select Best Route for Expansion Line. *Oil & Gas Journal*, Vol.96 Issue.25, pp.63-71.
- Nielsen, Y., & Erdogan, B.**, 2007. Level of visualization support for project communication in the Turkish construction industry: A quality function deployment approach, *Canadian Journal of Civil Engineering*, No.34, pp.19-36.
- Niza, C., Silva, S., & Lima, M.L.**, 2008. Occupational accident experience association with workers' accident explanation and definition, *Safety Science* Vol.46 Issue.4, pp.959-971.
- OSHA 1990**, 1990. The Occupational Safety and Health Administration (OSHA) Database 1985-1989 Analysis of Construction Fatalities, *U.S Department of Labor*, Occupational Safety and Health Administration, Washington D.C.
- Özdemir, N.K.**, 2008. *İş Sağlığı ve İş Güvenliği Yasa Tasarısı- Akademik Görüşler & Eleştiriler*, İstanbul Barosu Yayınları, İstanbul.
- Özdemir, N.K.**, 2009. Kişisel görüşme.
- Özkılıç, Ö.**, 2005. *İş Sağlığı ve Güvenliği, Yönetim Sistemleri ve Risk Değerlendirme Metodolojileri*, TİSK Yayınları, İstanbul.
- Palmer, J.**, 2004. GIS plays critical role in data management and pipeline integrity, *P&G Journal* , Vol.231, No.1, pp. 26-29.
- Pope, H.M.**, 2004. Bernardino Ramazzini: the father of occupational medicine. *Spine*, Vol:29 Issue.:20 p. 2335–2338.
- Powell, R.**, 2009. The measurement of safety performance, *Occupational health and safety practitioner*, Safetyline Institute Works Safe, Australia.
- Project Management Institute Standards Committee**, 2004. *A Guide to the Project Management Body of Knowledge (PMBOK)*, Project Management Institute, USA.
- Ramazzinni, B.**, 1940. *De Morbis artificum diatriba*.1700–1713 Translated by W.C. Wright. Chicago: University of Chicago Press.
- Raouf, A., & Dhillon B.S.**, 1994. *Safety Assessment: A Quantitative Approach*, Lewis Publishers, Boca Raton, USA.

- Reda, R.M.**, 1990. RPM: Repetitive project modeling, *Journal of Construction Engineering and Management*, ASCE, Vol.116, No.2, pp.316-330.
- Redja, G.E.**, 1992. *Principles of risk management and insurance* (4th ed.). Harper Collins, London, UK.
- Rinner, C.**, 1998. Internet Mapping, Online GIS end Their Application in Collaborative Decision-Making. *Proceedings of International Conference on Geographic Information (GIS PlaNET)*, Lisbon, Portugal, September.
- Rosen, G.**, 1943. *The History of Miners' Diseases*, Schuman, New York.
- Rowe, W.D.**, 1977. *An Anatomy of Risk*. John Wiley & Sons, New York.
- Rowe, W.D.**, 1982. *Corporate risk assessment, strategies and technologies: How to limit the risk in industry*. Dekker, New York.
- Rowlinson, S.**, 2004. *Construction Safety Management Systems: CHAPTER 6 An Overview of Safety Management Systems*, Spon Press, London.
- Sabuncu, H.**, 2005. İşyerlerinde Birincil Sağlık Hizmetleri, *Legal İş Hukuku ve Sosyal Güvenlik Hukuku Dergisi*, Cilt:2, Sayı:7, s.1094.
- Sage, A. P. & White, E. B.**, 1980. Methodologies for Risk and Hazard Assessment: A Survey and Status Report, *IEEE Transactions on Systems, Man and Cybernetics*, SMC-10(8), pp. 425-445.
- Sala, S. & Vighi, M.**, 2008. GIS-based procedure for site-specific risk assessment of pesticides for aquatic ecosystems, *Ecotoxicology and Environmental Safety*, Vol. 69, Issue. 1, pp.1-12.
- Salminen, S.**, 1995. Serious occupational accidents in the construction industry, *Constr. Manag. Econ.* 13, pp.299-306.
- Sanders, M.S. & Mc Cormick, E.**, 1993. *Human Factors in Engineering and Design*, Seventh Edition, McGraw-Hill Inc, Singapore.
- Saurin, T.A., Formoso, C.T., & Guimaraes, L.B.M.**, 2004. Safety and production: an integrated planning and control model, *Constr. Manag. Econ.* 22, pp.159-169.
- Sawacha, E., Naoum S., & Fong, D.**, 1999. Factors affecting safety performance on construction sites, *International Journal of Project Management*, Vol.17, Issue.5, pp.309-315.
- SGK**, 2007. *Sosyal Güvenlik Kurumu İstatistik Yıllığı 2007*, ÇSGB, Ankara.
- Snider, W.H.**, 1991. Risk management: A retrospective view, *Risk Management*, Vol. 91, April, pp.47-54.
- Sorguç, D., & Kuruoğlu, M.**, 2002. *İnşaat (Proje) Yönetiminin Hizmet ve Uygulama Standartları*, IMO-Istanbul Şubesi, İstanbul.
- Sönmez, B.**, 2009. Kişisel Görüşme.
- Sönmez, N.K. & Sarı, M.**, 2004. Coğrafi Bilgi Sistemleri Temel Esasları ve Uygulama Alanları, *Derim*, 21(1), s.54-68.
- Star, J., & Estes, J.E.**, 1990. *Geographic Information System An Introduction*, Prentice Hall, New Jersey, USA.

- Stefanakis, E. & Kavouras, M.,** 1995. Determination of the Optimum Path on the Earth Surface, *European Conference on Spatial Information Theory: A Theoretical Basis for GIS*, Springer-Verlag, Germany.
- Stevenson, W.J.,** 1993. *Production/Operations Management*, Richard D Inc., New York.
- Stillman, J. M.,** 1924. *The Story of Early Chemistry*, D. Appleton & Co., New York.
- Stranks, J.,** 2002. *Health and safety at works: key terms*, BH Publishing, UK.
- Strasser, M.K., Aaron, J.E., Bohn R.C. & Eulea, J.R.,** 1973. *Fundamentals of Safety Education*, Macmillan, New York, USA.
- Süzek, S.,** 2008. *İş Hukuku*, Yenilenmiş 4.Baskı, Beta Yayınları, İstanbul.
- Symyrnew, J.M.,** 1990. Trends in GIS Technology, *Journal of Surveying*, Vol.16, Issue.2, pp. 105-110.
- Talas, C.,** 1992. *Türkiye'nin Açıklamalı Sosyal Politika Tarihi*, Birinci Basım, Bilgi Yayınevi, Ankara.
- Tan, O.,** 2007. Şantiyelerde oluşan risklerin değerlendirilmesi, *İsgiad İş Güvenliği Dergisi*, Yıl 3 Sayı 9, s.45-53.
- Taştan, H., & Bank, E.** 1994. Coğrafi Bilgi Sistemlerinde Konuma Bağlı Analizler, *1 nci Ulusal Coğrafi Bilgi Sistemleri Sempozyumu - Bildiriler Kitabı*, s. 33-52, Trabzon.
- Taştan, T.,** 1991. Coğrafi Bilgi Sistemleri -Bir Coğrafi Bilgi Sisteminin Tasarımı ve Gerçekleştirilmesi, *Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi*, İstanbul Teknik Üniversitesi, İstanbul.
- Tekinşen, O.C.,** 1989. İşçi Sağlığı ve İş Güvenliği Paneli Açılış Konuşması, Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı, İşçi Sağlığı Daire Başkanlığı, *İşçi Sağlığı ve İş Güvenliği Sempozyumu*, Ankara, s.226.
- Teleky, L.,** 1948. *History of Factory and Mine Hygiene*, Columbia Univ. Press, New York.
- Tingsanchali, T., & Karim, F.,** 2010. Flood-hazard assessment and risk-based zoning of a tropical flood plain: case study of the Yom River, Thailand, *Hydrological Sciences Journal*, Vol.55, Issue 2, pp.145-161.
- Tubb, R.,** 2009. P&GJ's worldwide pipeline construction report: picture looks clear for pipeline construction through 2010, *P&G Journal*, Vol.12, Issue.2, pp.18-24.
- U.S. Bureau of Labor Statistics,** 2009. *U.S. Department of Labor*, Washington D.C.
- Uğurkaya, C.,** 2008. *SQL Server 2008*, Papatya Yayıncılık, İstanbul.
- Url-1** <<http://www.isguvenligi.net/index.php?option=co&task=view&id=20>> alındığı tarih 05.07.2009.
- Url-2** <<http://www.ilo.org/public/english/about/history.htm>> alındığı tarih:10.07.2009.

- Url-3** Internet: Emre, M, Visual Studio 2008'in yazılım dünyasına getirdiği yenilikler:
<http://www.microsoft.com.tr/sunum/serverlansman/VisualStudio2008YeniNesilYazilimPlatformu.pdf>, alındığı tarih 10.09.2009.
- Valsamakis, A.C., Vivian, R.W., & Du Toit, G.S.,** 2004. *Risk management, Managing Enterprise Risks*, 3rd Edition, Sandton: Heinemann.
- Van Steen, J.,** 1996. *Safety Performance Measurement*. Institute of Chemical Engineers, Warwickshire, UK.
- Vanhoucke, M.,** 2006, Work continuity constraints in project scheduling, *Journal of Construction Engineering and Management*, Vol.132, No.1, pp.14-25.
- Wang, W.C., Liu, J.J., & Chou, S.C.,** 2006. Simulation-based safety evaluation model integrated with network schedule, *Automation in Construction*, 15, pp.341-354.
- Westhuizen, H.,** 2005. Occupational health and safety data by way of a geographical information system, *International Occupational Hygiene Association 2005 IOHA Conference*, Pilanesberg, South Africa.
- Wysocki, K.R., & McGary, R.,** 2003. *Effective Project Management*, Third Edition, John Wiley & Sons, USA.
- Xiaoge, Z., & Wentong, D.,** 2005. GIS Technology and Application on Oil-gas Pipeline Construction, Retrieved 15.05.2010 from <http://ieeexplore.ieee.org/iel5/7719/21161/00982754.pdf>.
- Yalçın, Ö.,** 2009. *Veri Tabanı Sistemleri*, 2. Baskı, Alfa Yayınları, İstanbul.
- Yeğinboy, Y., & Taylan, B.,** 1993. *Ulusal Düzeyde Sağlık Sigortası*, (Editör: Ali Hikmet Tözün), Ververiler Sigortacılık Kültür Dizisi 1, s.15.
- Yeğinboy, Y.,** 1993. *Ulusal Düzeyde Sağlık Hizmetlerinin Değerlendirilmesi*, Doğruluk Maatbaacılık, İzmir, s.1.
- Yildirim, V., & Yomralioğlu, T.,** 2007. GIS-Based Pipeline Route Selection by ArcGIS in Turkey, *27th Annual ESRI International User Conference*, p.UC2015, San Diego, CA, USA.
- Yomralioğlu, T.,** 2000. *Coğrafi Bilgi Sistemleri: Temel Kavramlar ve Uygulamalar*, 3.Baskı (2005), Güven Yayın Dağıtım, İstanbul.
- Zhang, J., Liang, J., Liu, X.P. & Tong, Z.H.,** 2009. GIS-Based Risk Assessment of Ecological Disasters in Jilin Province, Northeast China, *Human and Ecological Risk Assessment: An International J.*, Vol.15, Issue 7, pp. 727-745.
- Zhong Ren, P. & Ming Hsiang, T.,** 2003. *Internet GIS: Distrubuted Geographic Information Services For The Internet and Wireless Network*, John Wiley, New Jersey.
- 29CFR1926,** 2005. *Federal Safety and Health Regulations for Construction*, USA.

EKLER

EK A : Uygulama Programı (DVD)

ÖZGEÇMİŞ

Ad Soyad: Hasan ATAY
Doğum Yeri ve Tarihi: Ayvalık, 1977
Adres: Karşıyaka/İzmir
Lisans Üniversitesi: İTÜ Jeodezi ve Fotogrametri Mühendisliği Bölümü

Yayın Listesi:

- **Atay H.,** Toz G., 2011. GIS as a planning tool for health and safety management in linear construction projects, *GI4DM 2011 Congress*, Antalya, Turkey, 3-8.05.2011
- **Atay H.,** Toz G., 2011. İSG risk yönetiminde doğrusal projeler için CBS'ne dayalı karar destek sistemi tasarımı, *TUFUAB 2011 VI. Teknik Sempozyumu*, Antalya, Türkiye, 23-26.02.2011
- **Atay H.,** Ergen E., Toz G., 2010. GIS based decision support system for health and safety management in linear projects, *The International Conference on Computing in Civil and Building Engineering*, Nottingham, UK, 30.06.2010 - 02.07.2010

