

Açık İşletme Kömür Madenciliğinde Lojistik Regresyon Analizi İle İş Kazalarının
Değerlendirilmesi

Mert Mutlu

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Maden Mühendisliği Anabilim Dalı

Aralık 2013

Evaluation of Occupational Accidents in Opencast Mining Enterprises by Using

Logistic Regression Analysis Method

Mert Mutlu

MASTER OF SCIENCE THESIS

Department of Mining Engineering

December 2013

Açık İşletme Kömür Madenciliğinde Lojistik Regresyon Analizi İle

İş Kazalarının Değerlendirilmesi

Mert Mutlu

Eskişehir Osmangazi Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Lisansüstü Yönetmeliği Uyarınca
Maden Mühendisliği Anabilim Dalı
Maden İşletme Bilim Dalında
YÜKSEK LİSANS TEZİ
Olarak Hazırlanmıştır

Danışman: Yrd. Doç. Dr. Seyhan Önder

Aralık 2013

ONAY

Maden Mühendisliği Anabilim Dalı Yüksek Lisans öğrencisi Mert Mutlu'nun YÜKSEK LİSANS tezi olarak hazırladığı "Açık İşletme Kömür Madenciliğinde Lojistik Regresyon Analizi İle İş Kazalarının Değerlendirilmesi" başlıklı bu çalışma, jürimizce lisansüstü yönetmeliğin ilgili maddeleri uyarınca değerlendirilerek kabul edilmiştir.

Danışman : Yrd. Doç. Dr. Seyhan ÖNDER

İkinci Danışman : -

Yüksek Lisans Tez Savunma Jürisi:

Üye : Yrd. Doç. Dr. Seyhan ÖNDER

Üye : Prof. Dr. Adnan KONUK

Üye : Doç. Dr. Özlem ALPU

Üye : Doç. Dr. Yaşar KASAP

Üye : Yrd. Doç. Dr. Osman AYTEKİN

Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu'nun tarih ve sayılı kararıyla onaylanmıştır.

Prof. Dr. Nimetullah BURNAK

Enstitü Müdürü

ÖZET

Madencilik çalışmaları iş kazalarının sık yaşandığı, İş Sağlığı ve Güvenliği Kanunu'na göre çok tehlikeli işler grubunda yer almaktadır. Yaşanabilecek iş kazalarının azaltılabilmesi için geçmişte yaşanan iş kazası kayıtlarının doğru bir şekilde tutulması ve analiz edilmesi önem kazanmaktadır.

Bu tez çalışmasında, Türkiye Kömür İşletmeleri, Ege Linyitleri İşletmesi Müessesesi'nin yerüstü işletmelerinde 2006-2011 yılları arasında meydana gelen yaralanmalı iş kazaları için SPSS 17.00 istatistik analiz paket programı kullanılarak lojistik regresyon modeli oluşturulmuştur. Modelde bağımsız değişkenler kaza yeri, nedeni, çalışanın mesleği, çalışanın yaşı, yaralanan uzuv ve vardiya saati olarak gruplandırılmıştır. Bağımlı değişken ise 3 günden az ve 3 günden fazla olarak iki düzeyli olarak gruplandırılmıştır.

Oluşturulan model 2012 yılında Ege Linyitleri İşletmesi'nde meydana gelen kazaların gün kayıplarını tahmin etmek için kullanılmıştır. Modelin doğru tahmin etme oranının %70 olduğu belirlenmiştir.

Anahtar kelimeler: Açık işletme kömür madenciliği, Gün kayıplı iş kazaları, Lojistik regresyon

SUMMARY

Mining operations are in the most dangerous occupational group according to the law of Occupational Health and Safety that occupational accidents occurred frequently. In order to reduce the occupational accidents, it is gaining importance to register occupational accidents properly and analyzed carefully.

In this thesis study, non-fatal occupational accidents that was occurred between 2006-2011 years at Aegean Lignite Enterprise of Turkish Coal Enterprises opencast coal mines, the logistic regression model was created by using SPSS 17.00 statistics program. In this model, independent variables have been categorized as accident area, reason, occupation, age, injured part of body, and shift hours. And dependent variable has been categorized in two levels as greater or less 3 lost workdays.

The created model was used to predict the probability of occupational accidents with lost days that occurred at Aegean Lignite Enterprise. It was determined that the model's estimating rate was 70%.

Keywords: Opencast coal mining, Occupational accidents with lost work days, Logistic regression

TEŞEKKÜR

Yüksek Lisans tez çalışmalarımnda, bana her türlü yardımı ve ilgiyi gösteren, tez konumu belirleyerek beni yönlendiren değerli hocam Yrd. Doç. Dr. Seyhan ÖNDER'e, benden desteklerini esirgemeyen Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Rektör Yardımcısı Prof. Dr. Adnan KONUK'a, Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Dekan Yardımcısı Doç. Dr. Mustafa ÖNDER'e ve tez çalışmamın model oluşturma aşamasında yanımda olup benden yardımlarını esirgemeyen Fen Edebiyat Fakültesi İstatistik Bölümü Öğretim Üyesi Doç. Dr. Özlem ALPU'ya içtenlikle teşekkür eder, saygılarımı sunarım.

Bu çalışmanın hazırlanmasındaki katkılarından dolayı TKİ çalışanlarına teşekkürü bir borç bilirim.

Tez çalışmalarım sırasında ve yaşamımın her aşamasında benden desteklerini esirgemeyen, bana emek veren sevgili aileme sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Mert MUTLU
Aralık 2013

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖZET	v
SUMMARY	vi
TEŞEKKÜR	vii
İÇİNDEKİLER	viii
ŞEKİLLER DİZİNİ	xi
ÇİZELGELER DİZİNİ	xiii
1. GİRİŞ	1
1.1. Madencilikte İş Sağlığı ve Güvenliği Konusu İle İlgili Yapılan Çalışmalar	2
1.2. Madencilikte İş Sağlığı ve Güvenliği Konusu İle İlgili Lojistik Regresyon Analizi Kullanılarak Yapılan Çalışmalar	6
2. İSG KONUSUNUN ÖNEMİ VE GELİŞİMİ	9
2.1. İş Kazaları	10
2.1.1. İş kazalarının nedenleri	12
2.1.2. İş kazalarının maliyetleri	13
2.2. İş Kazası İstatistiklerinde Kullanılan İş Kazası Oranlarının Hesaplanması	14
2.3. İş ve Sağlık İlişkisi	15
2.4. İş Sağlığı ve Güvenliği Konusunun Tarihsel Gelişimi	16
2.4.1. Dünya’da iş sağlığı ve güvenliği konusunun tarihsel gelişimi	16
2.4.2. Türkiye’de iş sağlığı ve güvenliği konusunun tarihsel gelişimi...	17
2.5. Türkiye’de Yaşanan İş Kazalarının Genel Durumu	19
2.6. Türkiye’de Madencilik Sektöründe İş Sağlığı ve Güvenliğinin Yeri ve Madencilik Sektöründeki İş Kazaları	21
2.7. TKİ’ye Bağlı İşletmelerde Meydana Gelen İş Kazaları	26

İÇİNDEKİLER (devam)

	<u>Sayfa</u>
3. LOJİSTİK REGRESYON ANALİZİ	30
3.1. Veriler ve Veri Yapıları.....	32
3.2. Lojistik Regresyon Analizi İle Doğrusal Regresyon Analizi Arasındaki Farklar.....	35
3.3. Doğrusal Regresyon Analizi	36
3.4. Lojistik Regresyon Modeli ve Odds Oranı	37
3.5. Lojistik Regresyon Analizinde Kullanılan Katsayıların Anlamlılık Testi ve Modelin Uyum İyiliği Ölçütleri	40
3.5.1. Katsayıların Anlamlılık Testi	40
3.5.1.1. Olabilirlik oran testi.....	41
3.5.1.2. Wald Testi	43
3.5.2. Modelin Uyum İyiliğinin Değerlendirilmesi	44
3.5.2.1. Hosmer-Lemeshow (H-L) testi	44
3.5.2.2. Sınıflandırma tabloları.....	45
3.5.2.3. Uyum iyiliği ölçütü olarak Cox&Snell ve Nagelkerke R ² değerleri	46
4. ELİ İŞLETMESİNİN TANITIMI.....	48
4.1. Kuruluş Tarihçesi	48
4.2. Coğrafi Konum.....	49
4.3. Soma Kömür Havzası Jeolojik Yapısı	50
4.4. Rezerv Durumu ve Ruhsat Sahaları	53
4.5. Kömür Üretim Faaliyetleri	58
4.6. Açık Ocak İşletmelerinde Üretim Faaliyetleri	58
4.7. İşletmeye Bağlı Atölyeler.....	60
4.8. Cevher hazırlama ve zenginleştirme tesisleri.....	63
4.9. İşletmenin Makine Parkı	64

İÇİNDEKİLER (devam)**Sayfa**

4.10. Yöredeki Madencilik Faaliyetlerinin Çevresel Etkileri	65
4.11. İşletmenin Yarattığı Değerler ve Ekonomiye Katkıları	66
5. UYGULAMA ÇALIŞMASI.....	67
5.1. Uygulama Çalışması ve Model Oluşturulması.....	77
5.1.1. Basit ikili lojistik regresyon analizi.....	84
5.1.2. Lojistik regresyon modeli tahmini	88
5.1.3. Model Parametrelerinin Anlamlılık Testleri	91
5.1.4. Modelde Odds Ratio (olasılık oranları)'nın yorumlanması	96
5.2. Modelin ELİ'de 2012 Yılında Meydana Gelen Kaza Verileri Kullanılarak Test Edilmesi.....	97
6. SONUÇ VE ÖNERİLER	101
7. KAYNAKLAR DİZİNİ	104

ŞEKİLLER DİZİNİ

<u>Sekil</u>	<u>Sayfa</u>
2.1. İş Kazası Maliyetleri Buz Dağı Örneği.....	14
2.2. Türkiye’de 2003–2012 yılları arasında meydana gelen iş kazaları için için hesaplanan kaza sıklık oranlarının değişimi	20
2.3. Türkiye’de 2003–2012 yılları arasında meydana gelen iş kazaları için hesaplanan kaza ağırlık oranlarının değişimi.....	21
2.4. Türkiye’de madencilik sektöründe meydana gelen iş kazalarının yıllara göre değişimi	24
2.5. Türkiye’de madencilik sektöründe yaşanan iş kazaları nedeniyle iş günü kayıplarının yıllara göre değişimi	25
2.6. Türkiye’de 2012 yılında madencilik sektöründe meydana gelen iş kazalarının sektör içindeki değişimi	25
2.7. TKİ’ye bağlı işletmelerde 2000-2011 yılları arasında hesaplanan kaza sıklık oranlarının değişimi	27
2.8. TKİ’ye bağlı işletmelerde 2000-2011 yılları arasında hesaplanan kaza ağırlık oranlarının değişimi	28
3.1. Kategorik veriler	34
3.2. Bağımsız değişken (X) ve bağımlı değişken (Y) verilerinin dağılma diyagramındaki görünümü	37
4.1. Soma havzasının bulunduğu konum	49
4.2. Soma kömür havzasından bir görünüm	50
4.3. Soma kömür havzasının geliştirilmiş sütun kesiti.....	52
4.4. ELİ rezerv dağılımı	53
4.5. ELİ açık işletme rezervleri.....	54
4.6. ELİ yeraltı işletme rezervleri	54
4.7. Deniz sahası	55
4.8. Sarıkaya sahası.....	55
4.9. Işıklar sahası	56
4.10. Batı Kısrak dere sahası	56

ŞEKİLLER DİZİNİ (devam)

<u>Sekil</u>	<u>Sayfa</u>
4.11. Güney Kısrak dere sahası	56
4.12. ELİ ruhsat sahaları	57
4.13. ELİ 2002-2012 yılları arasındaki tüvenan ve satılabilir kömür üretimi miktarları.....	58
4.14. İşletmede uygulanan açık ocak üretim yöntemi	59
4.15. İşletmede gerçekleştirilen bakım-onarım çalışmalarından bir görünüm	60
4.16. Cenkyeri ağır revizyon atölyelerinin dıştan görünüşü	61
4.17. Işıklar tamir bakım atölyesi	62
4.18. Deniz tamir bakım atölyesi	62
4.19. Motor yenileme atölyesi	62
4.20. İmâlat atölyesi.....	62
4.21. Ağır revizyon atölyesi.....	63
4.22. İşletmede kullanılan Komatsu marka ağır iş kamyonları	64
4.23. ELİ Soma Dereköy lavvarı	65
5.1. ELİ’de 2006-2011 yılları arasında meydana gelen iş kazalarının yıllara göre değişimi.....	67
5.2. ELİ’de 2006-2011 yılları arasında çalışan personel sayılarının yıllara göre değişimi	68
5.3. ELİ’de 2006-2011 yılları arasında meydana gelen iş kazaları sonucundaki gün kayıplarının yıllara göre değişimi	69
5.4. ELİ’de 2006-2011 yılları arasında hesaplanan kaza sıklık oranlarının yıllara göre değişimi.....	69
5.5. ELİ’de 2006-2011 yılları arasında hesaplanan kaza ağırlık oranlarının yıllara göre değişimi.....	70
5.6. ELİ’de 2006-2011 yılları arasında meydana gelen iş kazalarının aylara göre dağılımı	71

ŞEKİLLER DİZİNİ (devam)

<u>Sekil</u>	<u>Sayfa</u>
5.7. ELİ'de 2006-2011 yılları arasında meydana gelen iş kazalarının haftanın günlerine göre dağılımı	72
5.8. ELİ'de 2006-2011 yılları arasında meydana gelen iş kazalarının vardiya saatlerine göre dağılımı.....	72
5.9. ELİ'de 2006-2011 yılları arasında meydana gelen iş kazalarının çalışanların yaşına göre dağılımı	73
5.10. ELİ'de 2006-2011 yılları arasında meydana gelen iş kazalarının çalışanların mesleğine göre dağılımı.....	74
5.11. ELİ'de 2006-2011 yılları arasında meydana gelen iş kazalarının meydana geldiği yerlere göre dağılımı.....	75
5.12. ELİ'de 2006-2011 yılları arasında meydana gelen iş kazalarının nedenlerine göre dağılımı	75
5.13. ELİ'de 2006-2011 yılları arasında meydana gelen iş kazalarının kazalanan uzuvu göre dağılımı	76
5.14. Kaza verilerinin SPSS ver. 17.00 programına kodlanması.....	83
5.15. Basit ikili regresyon analizi komut ekranı	84
5.16. Modelde kullanılan veriler için bağımlı ve bağımsız kategorik değişkenlerin programa tanımlanması.....	88

ÇİZELGELER DİZİNİ

<u>Cizelge</u>	<u>Sayfa</u>
2.1. Kazaların temel nedenleri (4M)	13
2.2. Türkiye genelinde 2003-2012 yılları arasında meydana gelen iş kazalarının genel durumu	20
2.3. Türkiye’de 2007-2011 yılları arasında madencilik sektöründe meydana gelen iş kazalarının genel durumu	23
2.4. TKİ’de 2000-2011 yılları arasında meydana gelen iş kazalarının değişimi	27
3.1. İstatistiksel tekniğin seçimi.....	33
5.1. ELİ’de 2006-2011 yılları arasında meydana gelen iş kazalarının kategorilere göre % dağılımları	78
5.2. Kaza nedenleri alt kategorilerinin yaralanan uzuv, kaza yeri ve meslek gruplarına göre % dağılımları	79
5.3. Modelde kullanılan kodlar	82
5.4. Basit ikili lojistik regresyon analizi sonuçları.....	86
5.5. Lojistik regresyon analizi sonuçları.....	90
5.6. İndirgenmiş modelin -2 Log likelihood değeri hesabı.....	93
5.7. İndirgenmemiş modelin -2 Log likelihood değeri hesabı	93
5.8. Hosmer-Lemeshow testi sonuçları.....	93
5.9. Gözlenen ve beklenen frekans değerleri dağılımı.....	94
5.10. Model İçin Hesaplanan Yapay R ² Değerleri.....	94
5.11. Modelin sınıflandırma tablosu	95
5.12. ELİ’de 2012 yılında meydana gelen gün kayıplı iş kazaları kayıtları	98

BÖLÜM 1

GİRİŞ

Madencilik, tarih boyunca uygarlıkları şekillendiren temel sektörlerden biri olmuştur. İçinde bulunduğumuz yüzyılda da, madencilik faaliyetleri olmaksızın insan yaşamının sürdürülebilmesi olası değildir. Bugün kullanmakta olduğumuz arabalardan, içinde yaşadığımız evlere, bilgisayardan telefonlara kadar yaşamımız için vazgeçilmez olan hemen her şey, madencilik faaliyetleri sonucu elde edilen ürünler sayesinde varlık kazanabilmektedir.

Madencilik sektörü doğası gereği içerdiği tehlikeler nedeniyle dünyanın her yerinde planlama, yatırım ve üretim aşamasından pazarlama aşamasına kadar çok özel önlemler, donanım, bilgi, deneyim, uzmanlık ve sürekli denetim gerektiren dünyanın en ağır iş kollarından birisidir. Yeraltı ve yerüstü kömür madenciliği bütün ülkelerde iş kazalarının en fazla olduğu faaliyet gruplarından birisi olup, iş kazalarının çok olması ise bu faaliyet grubundaki kazaların daha yakından izlenmesini, değerlendirilmesini ve kaza önleme çalışmalarına daha da fazla ağırlık verilmesini gerektirmektedir (İstanbuluoğlu, 1999). Yaşanabilecek iş kazalarının azaltılabilmesi için gerekli koruyucu önlemler alınmalı, gerekli koruyucu önlemler alınabilmesi için mevcut tehlikeler doğru algılanmalı, mevcut tehlikelerin doğru algılanabilmesi için de kaza analizleri yapılmalıdır.

Bu tez çalışması altı ana bölümden oluşmaktadır. Giriş bölümünde, literatürde madencilik alanında iş sağlığı ve güvenliği konusu ile ilgili ve lojistik regresyon analizi kullanılarak gerçekleştirilen çeşitli çalışmalar incelenmiştir. İkinci bölümde iş sağlığı ve güvenliği konusunun önemi ve konunun tüm dünyadaki ve ülkemizdeki tarihsel gelişimi hakkında bilgiler verilmiş olup, Sosyal Güvenlik Kurumu (SGK) tarafından tutulan yıllık istatistik kayıtları kullanılarak ülkemizde çeşitli faaliyet gruplarında ve bu gruplar içerisinde madencilik sektöründe yaşanan iş kazalarına dair çeşitli incelemelerde bulunulmuştur.

Üçüncü bölümde ise istatistiksel bir yöntem olarak uygulamada kullanılan lojistik regresyon analizi ve özellikleri hakkında genel bilgiler verilmiştir.

Dördüncü bölümde, Türkiye Kömür İşletmeleri Kurumuna (TKİ) bağlı Ege Linyitleri Müessesesinin (ELİ) tanıtımı yapılmış olup, müessesenin kuruluş süreci, konumu, bulunduğu havzanın jeolojik yapısı, ruhsat sahalarındaki rezerv miktarları üretim faaliyetleri ve işletmeye bağlı faaliyet göstermekte olan tesisler hakkında bilgiler verilmiştir.

Tezin beşinci bölümünde ise ELİ' de 2006-2011 yılları arasında meydana gelen iş kazaları kayıtları kullanılarak uygulama çalışması gerçekleştirilmiş olup, iş kazaları sonucundaki iş günü kayıplarını etkileyen faktörler olarak tespit edilen bağımsız değişkenler (yer, neden, meslek, uzuv, yaş, vardiya değişkenleri) ve analiz için bağımlı değişken olarak belirlenen değişkenler (0=üç günden az, 1=üç günden çok) SPSS versiyon (ver.) 17.00 programına kodlanarak ikili (binary) lojistik regresyon analizi ile bir model oluşturulmuş ve oluşturulan bu model yorumlanmıştır. Altıncı bölümde ise oluşturulan bu model kullanılarak ELİ'de 2012 yılı içerisinde yaşanan iş kazalarının denetimi yapılmış ve kurulan modelin 2012 yılında işletmede meydana gelen iş kazaları sonucundaki gün kayıplarını doğru bir şekilde tahmin edebilme oranı test edilmiştir.

1.1. Madencilikte İş Sağlığı ve Güvenliği Konusu İle İlgili Yapılan Çalışmalar

Bu bölümde Türkiye'de ve dünyada madencilik sektöründe iş sağlığı ve güvenliği konusu ile ilgili yapılan çeşitli çalışmalar incelenmiştir. Sarı ve ark. 2004 yılında yaptıkları çalışmada, TKİ'ye bağlı Garp Linyitleri İşletmesi (GLİ) Tunçbilek-Ömerler ve ELİ Soma-Eynez yeraltı kömür madenlerinde meydana gelmiş olan kazaları incelemişlerdir. Emniyet açısından klasik ve mekanize sistemlerin değerlendirildiği çalışmada kazalar, kaza nedeni, kazanın meydana geldiği yer, yaralanan uzuv, meslek ve yaş grupları göz önüne alınarak incelenmiştir. Her iki işletmede de en sık karşılaşılan kaza nedenlerini göçük, elle taşıma ve malzeme çarpması olduğu belirlenmiştir. En sık yaralanan uzuvların, gövde, el ve ayak olduğu, meslek

gruplarında kazmacı ve tahkimatçı işçi gruplarının kaza geçirme sıklıklarının daha fazla olduğu, yaş gruplarında ise orta yaş grubu olan 35-40 yaş aralığındaki çalışanların iş kazasına maruz kalma riskinin daha fazla olduğu tespit etmişlerdir (Sarı, et al., 2004).

Düzgün, Zonguldak kömür havzasındaki Kozlu, Karadon, Armutçuk, Üzülmez ve Amasra yer altı kömür ocaklarında 1986-2003 yılları arasındaki göçükten kaynaklanan ölümlü ve yaralanmalı kazaları Türkiye Taş Kömürü Kurumu (TTK) kayıtlarını kullanarak incelemiş ve uyum iyiliği testlerini kullanarak gerçekleştirdiği çalışmanın sonucunda, havzadaki maden ocakları için hesaplanan olasılık değerlerini göz önünde bulundurarak Zonguldak kömür havzasındaki yeraltı kömür ocaklarının önemli derecede yüksek risk seviyelerine sahip olduğunu ve bundan dolayı kapsamlı risk yönetim planlarına ihtiyaç olduğunu tespit etmiştir. Çalışmanın sonucunda Düzgün, bir risk değerlendirme yöntemi önermiştir (Düzgün, 2005).

Yapılan bir diğer çalışmada Amerika'da 12 yeraltı kömür ocağından alınan 1141 göçük olayı kayıtları incelenmiş, yeraltı kömür madenlerinde göçükle ilgili risk değerlendirme için risk ve karar analizi yöntemi önerilmiştir. Önerilen tekniğin göçük yöntemi ve belirsizliklerin üstesinden gelmek için güçlü bir teknik olduğu sonucuna ulaşılmıştır (Düzgün and Einstein, 2004).

Önder ve Adıgüzel 2010 yılında gerçekleştirdikleri bir çalışmada TTK müesseselerinde 1980-2004 yılları arasında meydana gelmiş olan ölümlü iş kazalarını uyum analizi ve hiyerarşik loglineer modelleri kullanarak incelemişlerdir. Çalışmalarında, ölümlü iş kazalarından en çok etkilenen meslek grubunun üretim işçisi olduğunu ve ayrıca, göçük ve metan patlamalarının da ölümlü iş kazalarının oluşumunda en önemli faktörler arasında olduğunu tespit etmişlerdir (Önder and Adıgüzel, 2010).

Önder ve Önder TKİ'ye bağlı işletmelerde 2001-2008 yılları arasında meydana gelmiş olan kazaları varyans analizi yöntemi kullanarak incelemişlerdir. Çalışmanın sonucunda yeraltı işletmelerinde en büyük riski göçük ve elle taşımının oluşturduğu, en riskli meslek grubunun kazmacı olduğunu, yer üstü işletmelerinde ise en büyük riski iş

makinelerinin oluşturduğunu, tamir-bakım-imalat bölümünün mekanik işlerinde çalışanların en riskli iş grubu olduğunu tespit etmişlerdir. Meydana gelen bu kazalar sonucunda yaralanan uzuvlar arasındaki ilişkileri belirlemişlerdir (Önder ve Önder, 2010).

Önder vd. TKİ’de yerüstü madenciliğini değerlendirdikleri çalışmalarında, yerüstü madenciliğinde daha az iş kazası meydana gelmesine rağmen iş günü kayıplarının daha fazla olduğu, yeraltında ise kazaların daha sık yaşanmasına rağmen iş günü kayıplarının daha az olduğu sonucuna ulaşmışlardır (Önder vd., 2011a)

İstanbuluoğlu 1999 yılında gerçekleştirdiği çalışmada TKİ’ye bağlı işletmelerde 1984-1999 yılları arasında meydana gelmiş olan iş kazalarını incelemiş ve 16 yıllık bu periyotta yıllık kaza sayısının 5 kat, kaza sıklık oranlarının ise 3 kat azaldığını tespit etmiştir. Çalışmada iş kazalarının yatırımla ve iş sağlığı ve güvenliği eğitimleriyle doğrudan ilişkili olduğu belirtilmiştir. Ancak kaza sayılarındaki bu azalmaya karşın kaza sonrası ölümlerin yıllık sayılarında aynı başarıya ulaşamadığı tespit edilmiştir. Yaşanan ölümlü iş kazalarında en önemli nedenin trafik kazaları olduğu belirlenmiştir (İstanbuluoğlu, 1999).

Ural ve Demirkol, Türkiye’de günümüzde maden üretimi gerçekleştiren işletmelerde meydana gelen iş kazaları istatistikleri ile dünyada önemli miktarda maden üretimi gerçekleştiren ülkelerde meydana gelen ölümlü ve ölümlü olmayan iş kazaları istatistiklerini karşılaştırdıkları çalışmalarında, dünyadaki diğer ülkelerle kıyaslandığında en yüksek kaza olasılık oranının ülkemizde olduğunu ve bu durumun ülkemiz için önemli bir problem teşkil ettiğini tespit etmişlerdir. Ülkemizde maden ocaklarında gerçekleşen iş kazaları incelendiğinde, en çok etkilenen uzuvların baş ve gövde olduğu, iş kazası sonucu ölümlerin en sık patlama işlerinde, mekanize nakliyatta ve tavan çökmesi neticesinde meydana geldiğini ve 40 yaş altı çalışanların, yaşı daha ileri olanlara göre daha fazla riskli olduğu sonucuna ulaşmışlardır (Ural ve Demirkol, 2008).

Tatar ve Özfirat 2002 yılında gerçekleştirdikleri bir çalışmada TKİ'ye bağlı faaliyet göstermekte olan ELİ Eynez yeraltı linyit ocağında 1992-2000 yılları arasında meydana gelen iş kazalarını çalışanların yaş grupları, vardiya, uzuv, gün, kaza türü ve kazanın olduğu yer olmak üzere 6 ana başlık altında incelemiştirler. Gerçekleştirdikleri çalışmanın sonucunda iş kazalarının çalışanların moral bozukluğu ve iş yoğunluğu, işletmede üretimin klasik sistemle birlikte mekanize sisteme geçmesi ile birlikte çalışanların buna uyum sorunu, çalışma ortamının dar ve riskli olması ile ilişkili olarak arttığını, tespit etmişlerdir (Tatar ve Özfirat, 2002).

Stojadinović ve ark., çalışanların çoğunluğunun çalışma ortamındaki mevcut riskin farkında olmasına rağmen madenlerde iş güvenliğini sağlayabilmek için gerekli uygulamalara önem verilmesi gerektiğini belirtmişlerdir. Bu amaçla 2012 yılında Sırbistan'da yapılan bir çalışmada, Sırbistan kömür madenlerinde 2000-2009 yılları arasındaki 10 yıllık bir periyotta meydana gelen iş kazası kayıtları kullanılarak kaza analizi yapılmıştır. Uygulamada kazaları, kaza derecesi, yaş, yer, uzuv, vardiya, eğitim gruplarını göz önüne alarak incelemiştirler. Çalışmanın sonucunda, meydana gelen kazaların derecesinin genellikle hafif olduğunu, maruz kalan çalışanların 31-40 yaş grubunda olduğunu, üst uzuvların kazalanması ile sonuçlandığını, 1. vardiyada gerçekleştiğini ve kazaya maruz kalan çalışanların eğitim seviyesinin düşük olduğu sonucuna ulaşılmıştır (Stojadinović, et al., 2012).

2013 yılında Amerika Birleşik Devletleri'nde gerçekleştirilen bir diğer çalışmanın amacı, olası düşük dereceli ve yüksek dereceli (ölümcül) kazaları değerlendirmektir. Çalışmada Amerika Birleşik Devletleri'ndeki Maden Güvenliği ve Sağlık İdaresi (MSHA) raporları kullanılmıştır. Amerika Birleşik Devletleri'ndeki bitümlü kömür üretimi yapılan madenlerde 1996-2006 yılları arasında meydana gelen kazalar, Kısaltılmış Yaralanma Ölçeği (AIS) kullanılarak sınıflandırılmıştır. Kazaların analizi için çok değişkenli lojistik model kullanılmıştır. AIS ölçeğine göre skoru 3 ve 3'ün üzerinde çıkan kazalar yüksek dereceli, daha düşük çıkan kazalar ise düşük dereceli olarak belirlenmiştir. Çalışmanın sonucunda yüksek dereceli kazaların genel olarak üst uzuvların, düşük dereceli kazaların ise alt uzuvların kazalanması ile sonuçlandığı

belirtilmiş, MSHA raporlarının kaza sonucundaki yaralanmalar ile ilgili daha fazla bilgi içermesi gerektiği vurgulanmıştır (Poplin, et al., 2013).

1.2. Madencilikte İş Sağlığı ve Güvenliği Konusu İle İlgili Lojistik Regresyon Analizi Kullanılarak Yapılan Çalışmalar

Madencilik parametrelerindeki değişkenlik ve jeolojik koşulların belirsizlikleri nedeniyle genellikle tahmin edilemeyen tavan çökme tehlikeleri yeraltı kömür madenlerinde önemli sorunlar oluşturmaktadır. Hindistan'da, kömür sektöründeki toplam ölümcül yaralanmaların %32,7'sinin nedeni oda topuk yöntemiyle çalışılan yerlerdeki tavan çökmesidir. Palei ve Das 2009 yılında Hindistan'da gerçekleştirdikleri bir çalışmada, oda topuk yöntemiyle çalışılan 5 yeraltı kömür madenindeki 128 tavan çökmesi kazasını, bazı parametrelere dayalı tavan çökmesi kazalarının şiddetini ikili lojistik regresyon modelini kullanarak analiz etmeye çalışmışlardır. Gerçekleştirmiş oldukları çalışmanın sonucunda, genişliği fazla olan galerilerin daha dar galeri genişliğine sahip galerilere göre, büyük ve ciddi kazalara daha yatkın olduğunu, ince damarlarda kalın damarlara oranla büyük kazaların meydana gelme olasılığının daha fazla olduğunu, desteklenmeyen veya kısmen desteklenen tavanlarda ciddi kazaların oluşması bakımından yüksek risk içerdiğini ve derindeki çalışmalarda daha sığ derinlikteki çalışmalara oranla büyük kazaların meydana gelme olasılığının daha fazla olduğunu belirlemişlerdir (Palei and Das, 2009).

Paul 2009 yılında yapmış olduğu çalışmada, madenlerde yaşanan iş kazalarının nedenlerini belirlemiş ve işçilerinin iş kazasına maruz kalma riskini tahmin etmiştir. Madenlerdeki iş kazalarının tahmini, Hindistan'daki madenlerde örnek bir çalışma uygulamasıyla adım adım çok değişkenli regresyon modellemesiyle yapılmıştır. Çalışmada kullanılan değişkenlerin çoğu doğrudan ölçülebilir değildir ve değişkenlere ilişkin değerler çalışanlara yapılan anket uygulaması ile tespit edilmiştir. Analiz için gelişigüzel olarak seçilen 300 maden ocağı çalışanın ankette verdiği yanıtlar kullanılmıştır. Çalışmanın sonucunda yaş, moral bozukluğu, iş memnuniyetsizliği ve fiziksel tehlike değişkenlerinin uygulama çalışmasının gerçekleştirildiği madenlerde

önemli bir risk faktörü olduğunu ve model için hesaplanan olasılık oranlarını kullanarak bu olumsuz etkilerden etkilenen işçilerin az etkilenenlere göre kaç kat daha fazla yaralanma riskinin olduğunu tespit etmiştir (Paul, 2009).

Maiti ve Bhattacharjee 1999 yılında yapmış oldukları bir çalışmada Hindistan'da yeraltı kömür madeninde çalışan bir grup işçi için, ikili ve çoklu lojistik modeller yardımıyla bireysel ve çalışma yeri koşullarına bağlı kazalanma riskini tespit etmeye çalışmışlardır. Çalışmada ikili lojistik model madencilerin önemsiz kazalardaki kazalanma riskini ölçmek için, çoklu lojistik model ise şiddetli ve bildirilmesi zorunlu kazaların riskini ölçmede kullanılmıştır. Model için kullanılan bağımsız değişkenler yaş, deneyim, meslek, yer, ocak adı olup, bağımlı değişken ise kazalanma derecesi seçilmiştir. Çalışmanın sonucunda, bireysel değişkenlerden yaş ve madencilerin çalışma deneyiminin kazalanma üzerine herhangi bir özel etkiye sahip olmadığını, meslek kategorilerine göre arın işçilerinin iş kazasına maruz kalma bakımından daha yüksek risk sınıfında olduğunu, yer kategorisinde ise arın kategorisinin yüksek risk sınıfında olduğunu tespit etmişlerdir (Maiti and Bhattacharjee, 1999).

Wattimena ve ark., yaptıkları çalışmada topuğun, yeraltı madencilğinde başlıca ana yolları ve girişleri korumayı sağlamak için kullanılmakta olduğunu, ve bu nedenle topukların stabilitesi maden ocağının uzun ömürlü olabilmesi açısından garanti altına alınması gerektiğini belirtmişlerdir. Lojistik regresyon verilen bir geometri (derinlik, yükseklik ve genişlik) ve bilinen basınç koşulları altında bırakılan topuğun stabilitesinin olasılığını ve sınır değerlerini hesaplamak için de kullanılabilir. Çalışmalarında, farklı kömür damarları için ölçülen derinlik, topuk yüksekliği, topuk genişliği, anayol genişliği, tek eksenli basınç dayanımı ve topuk üzerinde oluşan gerilme değerleri bağımsız değişkenler olarak, topuk dayanımı ise bağımlı değişken olarak belirlemiş ve model oluşturmuşlardır. Modelin topuk satabilitesini tespit etme oranının yüksek olduğu belirlemişlerdir (Wattimena, et al., 2013).

Önder 2013 yılında gerçekleştirmiş olduğu çalışmada, TKİ'ye bağlı olarak faaliyet göstermekte olan GLİ'nin açık ocaklarında 1996-2009 yılları arasında meydana gelmiş olan ve madencilik sektöründe yaygın ölümlü olmayan gün kayıplı iş kazalarını

ikili lojistik regresyon analizi ile bir model oluşturarak incelemiştir. Çalışmada kurulan modelde gün kaybı (3 günden az ve 3 günden çok olmak üzere) bağımlı değişken, meslek grubu, yer, neden, uzuv ve yaş grubu ise bağımsız değişkenler olarak kabul edilmiştir. Çalışmanın sonucunda, ölümlü olmayan iş kazalarına maruz kalma bakımından en riskli meslek grubunun işçi ve bakım personeli olduğunu, en riskli yerin atölyeler ve kömür işleme tesisleri olduğunu, en riskli nedenin maden makinaları kullanımı olduğunu, en riskli uzuvların ayak ve bacak olduğunu ve en riskli yaş grubunun ise 35-44 yaş aralığındaki çalışanlar olduğunu tespit etmiştir. Çalışmada ayrıca çalışma yeri koşulları için yeni bir durum söz konusu olduğunda iş günü kaybı olasılığının tahmini için lojistik regresyon modeli kurulabileceğine değinilmiştir (Önder, 2013).

Akciğer hastalıklarından biri olan ve kömür madeni işçilerinde daha yaygın olarak gözlenen kömür işçisi pnömokonyozu hastalığına yakalanma olasılığını tahmin etmeye yönelik TTK Zonguldak kömür havzasındaki Kozlu, Karadon, Armutçuk, Üzülmez ve Amasra kömür ocaklarında gerçekleştirilen bir çalışmada, elde edilen veriler için çoklu lojistik regresyon analizi ile bir model kurularak mevcut meslek hastalığı riski tahmin edilmeye çalışılmıştır. Çalışmanın sonucunda, Amasra kömür ocağında çalışanların hastalığa yakalanma olasılığının diğer ocaklarda çalışanlara göre daha yüksek olduğunu, ayaklarda çalışan üretim işçilerinin hastalığa yakalanma olasılığının diğerlerine göre daha yüksek olduğunu, 25 ile 30 yaş aralığındaki çalışanların hastalığa yakalanma olasılığının diğer yaş grubundaki çalışanlara göre daha yüksek olduğunu ve mesleki deneyimi 15 ile 20 yıl arasında olan çalışanların da hastalığa yakalanma olasılığının daha yüksek olduğu sonucuna varmıştır (Aydın, 2010).

BÖLÜM 2

İSG KONUSUNUN ÖNEMİ VE GELİŞİMİ

İş sağlığı, Dünya Sağlık Örgütü (WHO) ve Uluslararası Çalışma Örgütü (ILO) tarafından, “Çalışan tüm insanların fiziksel, ruhsal, moral ve sosyal yönden tam iyilik durumlarının sağlanmasını ve yüksek düzeylerde sürdürülmesini, iş koşulları ve kullanılan zararlı maddeler nedeniyle çalışanların sağlığına gelebilecek zararların önlenmesini ve ayrıca işçinin fizyolojik özelliklerine uygun yerlere yerleştirilmesini işin insana ve insanın işe uymasını asıl amaçlar olarak ele alan tıp bilimidir” şeklinde tanımlanmaktadır (Bu kaynağa erişilebilecek çevrimiçi adres http://www.sosyalsiyaset.net/documents/issagligi_guvenligi.htm). İş güvenliği ise, işyerlerinde işin yürütülmesi sırasında çeşitli nedenlerden kaynaklanan sağlığa zarar verebilecek koşullardan korunmak amacıyla yapılan sistemli ve bilimsel çalışmalardır. Sanayileşmenin artması yeni teknolojilerin gelişmesi, üretim ve rekabetin artması sonucunda iş sağlığı ve güvenliği (İSG) konusu sanayinin ve teknolojinin gelişmesine paralel tüm dünyada önemli bir problem olarak karşımıza çıkmakta her geçen gün giderek daha çok önem kazanmaya başlamıştır.

İş sağlığı ve güvenliği konusunun önemi kömürün bulunması ve buharın teknolojik anlamda kullanılmasıyla daha da artmıştır. Rönesans ile gelen sanayi devrimi ve bu süreci izleyen 20. Yüzyılda kimyasallardaki gelişmeler sayesinde konu iyice önem kazanmıştır. Özellikle maden ocaklarında kömür tozlarının sebep olduğu meslek hastalıkları, maden ocaklarındaki patlama ve göçükler sonucu yaşanan can kayıpları konunun önemini daha da artırmıştır.

İş sağlığı ve güvenliğinin amacı, sağlıklı ve güvenli bir çalışma ortamı sağlamak, çalışanları çalışma ortamından kaynaklanan sağlık ve güvenlik risklerine karşı korumak, çalışanların sağlık, güvenlik ve refahını sağlamak ve geliştirmek, üretimin devamlılığını sağlamak ve verimi arttırmaktır. Bu çalışmaların öncelikli hedefi, çalışanları iş

kazalarından ve meslek hastalıklarından korumaktır (Bu kaynağa erişilebilecek çevrimiçi adres <http://www.tccb.gov.tr/ddk/ddk49.pdf>). İş sağlığı ve güvenliği insan hayatına verilen önemin arttığı ölçüde önem kazanacak bir konudur.

2.1. İş Kazaları

Genel anlamıyla kaza, bilgisizlik, ehliyetsizlik, ihmal ve tedbirsizlik gibi nedenlerle arzu edilmeden ve ansızın, beklenmedik bir anda oluşan, insana, hayvana, eşyaya ya da doğaya zarar veren bir olaydır. Eğer kaza, işyerinde, iş yapılırken ve işçinin işi ile ilgili bir nedenle oluşmuşsa iş kazası olarak nitelendirilmektedir. İş kazasında belirleyici unsur, işçinin hemen ya da sonradan bedensel ve ruhsal açıdan bir rahatsızlıkla karşılaşmasıdır (Bu kaynağa erişilebilecek çevrimiçi adres <http://www.tccb.gov.tr/ddk/ddk49.pdf>).

WHO iş kazasını önceden planlanmamış, çoğu kez kişisel yaralanmalara, makinaların araç ve gereçlerin zarara uğramasına, üretimin bir süre durmasına yol açan olay olarak, ILO ise belirli bir zarar ya da yaralanmaya neden olan, beklenmeyen, önceden planlanmayan bir olay olarak tanımlamıştır (Bu kaynağa erişilebilecek çevrimiçi adres http://www.sosyalsiyaset.net/documents/issagligi_guvenligi.htm). İş kazası, 5510 sayılı Sosyal Sigortalar ve Genel Sağlık Sigortası Kanunu'nun üçüncü bölümüne göre, sigortalının işyerinde bulunduğu sırada, işveren tarafından yürütülmekte olan iş nedeniyle veya görevi nedeniyle, sigortalı kendi adına ve hesabına bağımsız çalışıyorsa yürütmekte olduğu iş veya çalışma konusu nedeniyle işyeri dışında, bir işverene bağlı olarak çalışan sigortalının, görevli olarak işyeri dışında başka bir yere gönderilmesi nedeniyle asıl işini yapmaksızın geçen zamanlarda, emziren kadın sigortalının 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 özre uğratan olaydır (Rega, 2006). Yaşam en temel insan hakkı olmasına rağmen, dünyada her yıl milyonlarca insan, çok rahatlıkla engellenebilecek ve hukuken de engellenmesi zorunlu olan iş kazaları ve

meslek hastalıklarından dolayı yaşamını yitirmekte, meslek hastalıklarına yakalanmakta veya engelli hale gelmektedir.

ILO'nun değerlendirmesine göre, dünya da her yıl 2 milyon insan iş kazaları ve meslek hastalıkları sonucu hayatını kaybetmekte olup, bu sayının artma eğiliminde olduğu belirtilmektedir (Bu kaynağa erişilebilecek çevrimiçi adres http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/globstrat_e.pdf).

Tüm dünyada olduğu gibi, Türkiye'de de iş kazaları önemli bir sorun olarak karşımıza çıkmakta olup SGK istatistik yıllıklarına göre, 2012 yılında ülkemizde 74871 iş kazası, 395 meslek hastalığı vakası tespit edilmiştir. Bunların 744'u ölümlle sonuçlanırken, 2209 kişi sürekli iş göremez hale gelmiştir. 2012 yılında kaybedilen iş günü sayısı ise 1599618'dir (Bu kaynağa erişilebilecek çevrimiçi adres <http://www.sgk.gov.tr/>).

Bu rakamlardan da anlaşılacağı üzere iş kazaları ve meslek hastalıkları sonucu oluşacak maddi ve manevi kayıplar ülke ekonomisi açısından çok önemli boyutlara ulaşmaktadır. Son yıllarda İSG çalışmalarının ülke düzeyinde etkinliğinin artırılması sonucunda, meydana gelen iş kazalarının sayısında önemli bir azalma söz konusudur. Ancak gelişmiş ülkelerle kıyaslandığında, meydana gelen iş kazaları ve bunlar neticesinde gerçekleşen ölüm sayıları göz önünde bulundurulduğunda hala iş güvenliği açısından çok iyi bir noktada olmadığımız bir gerçektir.

İş kazaları, kazalanan kişiler ile yakınlarının acı ve kayıplarının yanı sıra, işletme ve ülke ekonomisine getirdiği parasal kayıplar açısından da ayrı bir önem taşımaktadır (İstanbulluoğlu, 1999).

İş sağlığı ve güvenliğine gereken önem verilmediği takdirde iş kazaları ve meslek hastalıklarının artacağı rahatlıkla söylenebilir. Bundan da en fazla etkilenenler, birinci derecede işçiler olacaktır. İşçinin ve doğal olarak ailesinin gelir düzeyi düşecektir. Bu da işçi ve ailesi üzerinde olumsuz etkiler meydana getirecektir. Sakat kalan belirli uzuv veya uzuvlarını kaybeden işçi, psikolojik bazı rahatsızlıklara

tutulacaktır. Bu durum, hem işçileri hem de toplumu etkileyecektir. Her iş kazasının ve meslek hastalığının mali boyutu son derece önemlidir. İşveren ve ülke ekonomisi yönünden son derece önemli maliyetler doğuracaktır. Bu istenmeyen durumların önlenmesi açısından İSG konusunda alınması gerekli tedbirler daha önemli hale gelmiştir. Alınması gereken tedbirler sadece üst yönetimin sorumluluğunda olmamalı, çalışma ortamında bir kazayı veya potansiyel tehlikeyi gözlemleyebilecek işçiye kadar herkesin katkısının olması gerekmektedir.

2.1.1. İş kazalarının nedenleri

İş kazalarının önlenmesi, kaçınılmaz iş kazalarının ise şiddetinin azaltılabilmesi için kaza nedenleri doğru bir şekilde tanımlanmalı ve bu nedenlerin ortadan kaldırılabilmesi için gereken tedbirler alınmalıdır. İş kazası nedenlerinin doğru bir şekilde tanımlanamaması halinde iş kazaların önlenmesi ve istenilen sonuca ulaşılabilmesi olası değildir.

Ridley ve Channing' e (2008) göre kişinin bir tehlikeye maruz kalmasına neden olacak duruma “tehlikeli durum”, kişilerin tehlikeye neden olabilecek şekilde davranış sergilemesine neden olabilecek şekilde davranış sergilemesine de “tehlikeli hareket” denmektedir. Yaygın olarak kabul edilen anlayışa göre kazaların %10'unun tehlikeli mekanik ve fiziksel koşullardan, %88'inin ise insanların tehlikeli davranışlarından kaynaklandığı düşünülmektedir. Aynı yaklaşımda %2'lik kısmı kaçınılmazlık faktörü olarak değerlendirilmektedir (Erbayat vd., 2011). Buradan iş kazalarının %98'inin önlenbilir nitelikte olduğu, %2'lik kısmının ise kaçınılmaz (önlenebilir) nitelikte olduğu sonucu çıkarılabilir.

İş kazalarının nedenleri temel nedenler, dolaylı nedenler ve doğrudan nedenler şeklinde tasnif edilmektedir. Kaza sebepleri zincirinde temel nedenler, dolaylı nedenlere kaynaklık eden ortam ve şartları oluşturmada, dolaylı nedenlerin varlığı da kazanın vukuunu netice veren doğrudan nedenleri doğurmaktadır. Temel nedenler, zayıf yönetim anlayışı, kararları ve uygulamaları ile tehlikeli-güvensiz hareketlere

neden olan kişisel nedenler ile tehlikeli-güvensiz şartları oluşturan fiziksel nedenlerdir. Bir çalışan veya işyerindeki bir obje öngörülemeyen bir enerjiye veya tehlikeli maddeye maruz kalmış ve bu tehlikeli enerji ya da madde emniyetli biçimde uzaklaştırılmamış ise bu durum doğrudan (direkt görünen) bir nedendir. Güvensiz hareket veya şartlar ise kazaların dolaylı nedenlerini oluşturmaktadır (Bu kaynağa erişilebilecek çevrimiçi adres <http://www.tccb.gov.tr/ddk/ddk49.pdf>).

İş kazalarının nedenlerine yönelik bir başka açıklama ise kazaların insan, makine-ekipman, ortam/çevre ve yönetim faktörlerinden kaynaklandığıdır. Bu temel nedenler kısaca 4M olarak bilinmektedir (Bu kaynağa erişilebilecek çevrimiçi adres <http://www.tccb.gov.tr/ddk/ddk49.pdf>).

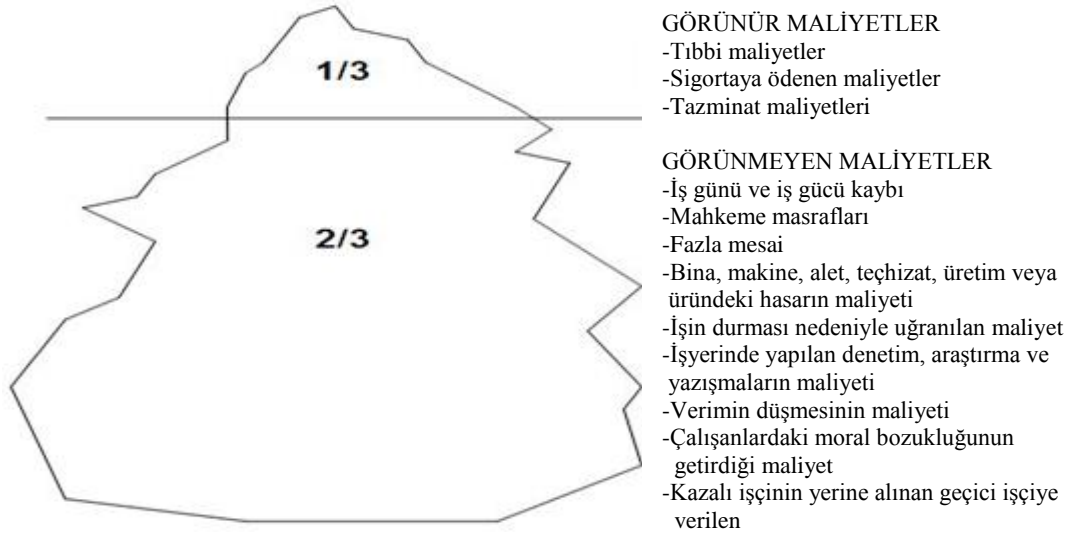
Çizelge 2.1. Kazaların temel nedenleri (4M)

(<http://www.erkisgdanismanlik.com/default.asp?sayfa=istekulturdetay&no=33>)

Man (İnsan)	Hatalara neden olan insan faktörü
Machine (Makine)	Uygun olmayan fiziksel faktörler (koruyucusuz makine ve ekipman gibi)
Media (Ortam)	Bilgi, çalışma metotları faktörleri
Management (Yönetim)	Yönetimle ilgili faktörler

2.1.2. İş kazalarının maliyetleri

Yaralanma ve hastalık maliyetleri toplam maliyetin küçük bir parçasıdır. İş kazası ve meslek hastalığı sonucu meydana gelen toplam maliyeti buzdağı örneğinde inceleyecek olursak, asıl önemli maliyetin buz dağının üzerinde görünen kısımda değil, suyun altında kalan kayalık kısımda olduğunu görürüz. Suyun yüzünde kalan kısmı yani görünen kısmı direkt (görünür) maliyeti, suyun altında kalan yani görünmeyen ve buz dağının 2/3' ünü oluşturan büyük kısmı indirekt (görünmez) maliyetleri ifade etmektedir. İndirekt maliyetlerin nelerden ibaret olduğunu ve nasıl belirlenebileceğini kesin olarak bilmek ise oldukça zordur. İndirekt maliyetler, genellikle iş kazası sonucunda hemen ve önceden hesaplanamayan, uzun zaman içerisinde oluşan maliyetlerdir (Özkılıç, 2005). Şekil 2.1'de buz dağı örneği verilmiştir.



Şekil 2.1. İş Kazası Maliyetleri Buz Dağı Örneği (Özkılıç, 2005).

2.2. İş Kazası İstatistiklerinde Kullanılan İş Kazası Oranlarının Hesaplanması

Kazaların değerlendirmesinde, Kaza Sıklık Oranı (KSO), Kaza Ağırlık Oranı (KAO) ve Kaza Olabilirlik Oranı (KOO) yaygın olarak kullanılan göstergelerdir. KSO (Accident Frequency Rate), takvim yılı içerisindeki ölümlü ve/veya ölümlü olmayan mesleki yaralanmaların toplam sayısının, aynı yıl içerisinde referans grupta yer alan işçilerin çalışma saatlerinin toplamına bölünmesiyle elde edilen değer 1000000 katsayısı ile çarpılmasıyla hesaplanır.

$$KSO = (\text{Toplam kaza sayısı} / \text{Toplam insan saat çalışma sayısı}) * 1000000$$

KAO (Accident Severity Rate), takvim yılı içerisinde ölümlü ve/veya ölümlü olmayan mesleki yaralanmalardan dolayı toplam kayıp gün sayısının, aynı yıl içerisinde referans grupta yer alan işçilerin çalışma saatlerinin toplamına bölünmesiyle elde edilen değer 1000 katsayısı ile çarpılmasıyla hesaplanır.

$$KAO = (\text{Kazalardan dolayı toplam kayıp gün sayısı} / \text{Toplam insan saat çalışma sayısı}) * 1000$$

KOO (Accident Incidence Rate), takvim yılı içerisinde ölümlü ve/veya ölümlü olmayan mesleki yaralanmaların toplam sayısının, aynı yıl içerisinde referans grupta yer

alan işçilerin toplam sayısına bölünmesiyle elde edilen değer 100000 katsayısı ile çarpılmasıyla hesaplanır.

$$KOO = (\text{Toplam kaza sayısı} / \text{Toplam işçi sayısı}) * 100000$$

Bu oran, istatistik verilerinin elde edilmesi ve değerlendirilmesi açısından daha basit ve sade bir oranı temsil etmektedir. ILO istatistiklerinde, SGK istatistikleri kaynaklı olarak alındığından dolayı, Türkiye için her 100000 sigortalı işçi sayısına göre değerlendirme yapılmaktadır (Önder, 2011 b)

2.3. İş ve Sağlık İlişkisi

İş ve sağlık arasındaki ilişkiler geleneksel olarak, işin ve çalışma ortamında bulunan diğer faktörlerin, çalışan kişinin sağlığını bozması şeklinde algılanmıştır. Bu yaklaşım genelde doğru olmakla birlikte, iş ve sağlık arasındaki ilişkilerin çevresini tam olarak ifade edebilmek bakımından ilişkinin iki yönlü olduğunu belirtmek gereklidir. Yani bir yandan iş, çalışma, kişinin sağlığını etkilerken, öte yandan çalışan kişinin sağlık durumu da işin niteliği ve niceliğini etkilemektedir. Doğal olarak sağlıklı bir insan, hastalığı ve sakatlığı olan bir insana göre daha verimli çalışır ve daha nitelikli üretim yapar. Yani, çalışan kişinin sağlık durumu da iş üzerinde etki yapabilir.

İş ve sağlık ilişkisinin diğer yönü olan çalışmanın insanın sağlığı üzerindeki etkileri de çoğunlukla algılandığı gibi olumsuz yani sağlığı bozucu yönde olabildiği gibi, çalışmanın sağlık üzerinde olumlu, yani sağlığı geliştirici etkisi olduğu da bilinmektedir. Çalışmak, üretim yapmak, iş çevresinde yani bir toplulukta değişik kişilerle bulunmak, bir kişinin psikososyal sağlık üzerinde olumlu etkiler yapar. Böylece, iş yeri risklerinin etkili bir biçimde kontrol altına alınmadığı bir ortamda çalışmanın, sağlık üzerindeki etkisi daha ağırlıklı olarak olumsuz bir etkidir, yani çalışan kişi iş yeri ortamında bulunan pek çok faktörle karşılaşmak durumunda olduğu için bu faktörlerin etkisi ile sağlığı olumsuz etkilenmektedir (Güler ve Akın, 1997).

2.4. İş Sağlığı ve Güvenliği Konusunun Tarihsel Gelişimi

2.4.1. Dünya’da iş sağlığı ve güvenliği konusunun tarihsel gelişimi

Endüstri sağlığı, işçi sağlığı ve iş hijyeni konuları üzerinde ilk defa Yunan ve Roma uygarlıklarında duyulmaya başlanmıştır. Bu konuda etraflı ilk incelemeler 1500’lü yıllarda Paracelsus tarafından gerçekleştirilmiştir. Paracelsus işçilerin sağlık konularını ele alan ilk hekimdir. İş hekimliği ise İtalya’ da doğmuş büyümesini ve gelişmesini sanayi inkılabının beşiği olan İngiltere’de geçirmiştir.

17. ve 18. Yüzyıllarda İngiltere’de gerçekleşen Sanayi Devrimi önemli iş sağlığı ve güvenliği sorunlarını da beraberinde getirmiştir. Bu dönemde İngiltere’de meslek hastalıkları konusu gündeme gelmiş olup bu konu ile ilgili yayınlar yapılmıştır. Çalışma süreleri 10 saate indirilmiş, 1833 yılında çıkarılan Fabrikalar Yasası ile 9 yaşın altındaki çocukların tümüyle ve 18 yaşın altındaki çocukların gece çalıştırmaları yasaklanmıştır (Gerek N, 1998).

İş sağlığı ve güvenliğinin ciddi biçimde ele alınması ve yasal düzenlemelere gidilmesi 19. Yüzyıldan sonradır. 1824’de kölelik kaldırılmıştır. 20. Yüzyıldan itibaren Amerika Birleşik Devletleri’nde de sanayileşmenin hızlanması ile birlikte konuya verilen önem artmış olup, meslek hastalıkları ile ilgili yayınlar yapılmıştır.

Ancak İSG konusu ile ilgili şüphesiz en önemli gelişme 1919 yılında İsviçre’ nin Cenevre kentinde kurulan ILO’dür. ILO sosyal adaletin ve uluslararası insan ve çalışma haklarının iyileştirilmesi için çalışan bir Birleşmiş Milletler kuruluşudur. ILO uluslararası çalışma şartlarını sözleşmeler ve tavsiyeler ile ifade etmektedir. Bu sözleşme ve tavsiyeler mevcut çalışma koşullarının iyileştirilmesi, çalışanlar arasında fırsat eşitliği, örgütlenme hakkına yönelik olup, kuruluş ayrıca işçi sağlığı ve iş güvenliği gibi konularda teknik yardımda sunmaktadır (Bu kaynağa erişilebilecek çevrimiçi adres http://tr.wikipedia.org/wiki/Uluslararası_Çalışma_Örgütü). Konu ile ilgili kurulmuş diğer önemli kuruluş ise 1948 yılında İsviçre’nin Cenevre kentinde kurulan WHO’dur. WHO Birleşmiş Milletler’e bağlı olup toplum sağlığı ile ilgili

çalışmalar yapan, sağlık alanındaki çalışmalarını teşvik ve rehberlik eden bir örgüttür. ILO ile WHO ve bu kuruluşlarla işbirliği yapmış olan birçok kuruluş, İSG yönünden önemli çalışmalar gerçekleştirmiştir.

2.4.2. Türkiye’de iş sağlığı ve güvenliği konusunun tarihsel gelişimi

İş sağlığı ve güvenliğini ülkemizdeki başlangıç ve gelişimi incelendiğinde Osmanlı imparatorluğu döneminde 1865 tarihli Dilaver Paşa Nizamnamesi ile 1869 tarihli Maadin Nizamnamesi’nden başka herhangi bir düzenleme görülmemektedir. Cumhuriyet döneminden önce 1921 tarihli 151 sayılı Ereğli Havzai Fahmiyesi Maden Amelesinin Hukukuna Müteallik Kanunla başlayan iş sağlığı güvenliği mevzuatımızda Cumhuriyet döneminde 1926 tarihli Borçlar Kanunu, 1930 tarihli Belediye Kanunu, 1936 tarihli Umumi Hıfzıssıhha kanunu ile 1936 tarihli 3008 Sayılı ve 1971 tarihli 1475 İş Kanunlarının önemli bir yeri bulunmaktadır (Bu kaynağa erişilebilecek çevrimiçi adres http://www.sosyalsiyaset.net/documents/issagligi_guvenligi.htm).

Dünya’nın birçok ülkesinde üzerinde önemle durulan İSG konusunun ülkemizdeki gelişiminin başlangıcı her ne kadar Osmanlı dönemine dayansa da, konu ile ilgili önemli adımlar Cumhuriyet döneminden sonra atılmıştır. 1937 yılında çıkarılan 3008 sayılı iş yasası bu konuda çıkarılan önemli yasadır. 1946 yılında ise Çalışma Bakanlığı’nın kurulması İSG konusunda en önemli aşama olarak görülmektedir. 3008 sayılı İş Yasası, 1967 sayılı yasayla yürürlükten kaldırılmış, bunun yerine 1971 tarihinde 1475 sayılı İş Yasası çıkarılmıştır. Bu yasa uzun bir süre yürürlükte kalmış ve bu yasaya dayanarak birçok tüzük ve yönetmelik çıkarılmıştır (Bu kaynağa erişilebilecek çevrimiçi adres <http://www.toprakisveren.org.tr/2010-86-serifcetindag.pdf>).

2003 yılında yürürlüğe giren 4857 sayılı İş Kanunu, bunu takiben çeşitli yönetmeliklerin çıkarılmasıyla desteklenmiştir. Bu yasa ve ilgili yönetmelikleri ile çalışma hayatında işçi-işveren ilişkilerini düzenleyen ve 30 yılı aşkın süredir yürürlükte olup artık güncelliğini bir hayli yitirmiş olan 1475 sayılı yasanın güncelleştirilmesi

amaçlanmıştır (Bu kaynağa erişilebilecek çevrimiçi adres http://www.imo.org.tr/resimler/dosya_ekler/6d204756f96ebac_ek.pdf). Bu amaçla 4857 sayılı İş Kanunu'nun Beşinci Bölüm'ü iş sağlığı ve güvenliğine ayrılmıştır.

Dar anlamda işçi sağlığı ve güvenliği, işçinin sağlık ve emniyetinin işyeri sınırları ve iş dolayısıyla doğan tehlikelere karşı korunmasını anlatır. Geniş anlamda işçi sağlığı ve güvenliği ise, sadece işyerinden değil işyeri dışından da olsa işçinin sağlık ve güvenliğini olumsuz etkileyebilecek risklere karşı önlem almayı ifade etmektedir. Hatta artık sağlık ve güvenlik ihtiyacı ve önlemlerinin işçiyle sınırlanmayıp tüm bağımlı çalışanları kapsar tarzda ele alındığı ve bu yüzden de işçi sağlığı ve iş güvenliği yerine “iş sağlığı ve iş güvenliği” deyimlerinin kullanılmaya başlandığı da belirtilmektedir (Akyiğit, 2001).

Bu amaçla 4857 sayılı İş Kanunu'nun Beşinci Bölümü; eski İş Kanunu'nun “İşçi Sağlığı ve İş Güvenliği” kavramını daha geniş kapsamlı ve Avrupa Birliği Mevzuatının da benimsediği evrensel bir kavram olan “İş Sağlığı ve Güvenliği” olarak değiştirmiş ve buna göre düzenlemiştir. Bu kapsamda, çıkartılan tüm yönetmeliklerde de aynı kavrama sadık kalınmıştır. Bu değişimin temel felsefesi, sadece tehlikelerin önlenmesi değil, risklerin değerlendirilmesi, risklerle kaynağında mücadele edilmesi suretiyle, çalışanların yanı sıra işletmenin ve üretimin güvenliğini birlikte sağlamaktır. Bu üçlü sac ayağı gerçekleştiği takdirde çalışanlar tam güvenliğe kavuşacaktır. Bu yasa tehlikelerin önlenmesinin yanında risklerin öngörülmesi, değerlendirilmesi ve bu risklerin tamamen ortadan kaldırılabilmek ya da zararlarını en aza indirebilmek için yapılacak çalışmaları da içermektedir. Evrensel anlamda İş Sağlığı ve Güvenliği; henüz bir tehlike oluşmamış, işletmede bir sorun oluşmamışken bile işletmede oluşabilecek tehlikelerin ve risklerin öngörülerek bunların kabul edilebilir olup olmadığına karar verme çalışmalarını da beraberinde getirmektedir, bir başka deyişle yeni kavramda, eski “reaktif” yaklaşımlar yerini “proaktif” yaklaşımlara bırakmıştır (Özkılıç, 2005).

Özetle 2012 yılına kadar ülkemizde iş sağlığı ve iş güvenliği önlemlerinin alınmasına yönelik başlı başına bir kanun çıkarılmamış, bunun yerine iş kazaları ve meslek hastalıklarını önlemeye yönelik düzenlemeler mevcut kanunlarda (4857 sayılı İş

Kanunu'nun beşinci bölümünde, Borçlar Kanunu'nda, Sosyal Sigortalar ve Genel Sağlık Sigortası Kanunu'nda) yer almıştır. İSG konusu ile ilgili ülkemizdeki en yeni ve en önemli gelişme şüphesiz 30 Haziran 2012 tarihinde yayınlanarak yürürlüğe giren 6331 sayılı İş Sağlığı Ve Güvenliği Kanunu'dur. 6331 sayılı kanun, hem işveren hem de çalışanları etkileyecek birçok yenilikler ve değişiklikler ile getirilmiştir. Böylece iş sağlığı ve iş güvenliği konusu ilk kez müstakil bir kanunda ele alınmış, kamu ve özel sektör ayrımı gözetmeksizin tüm çalışanlar kanun kapsamına alınmıştır. İşyerleri, yapılan işin niteliğine göre tehlike sınıflarına ayrılmış, bütün işyerlerinde iş güvenliği uzmanı ve işyeri hekimi gibi uzman personelin görev yapması zorunlu hale getirilmiş, iş kazaları ve meslek hastalıkları kayıtlarının daha etkin ve güncel hale getirilmesi amaçlanmıştır.

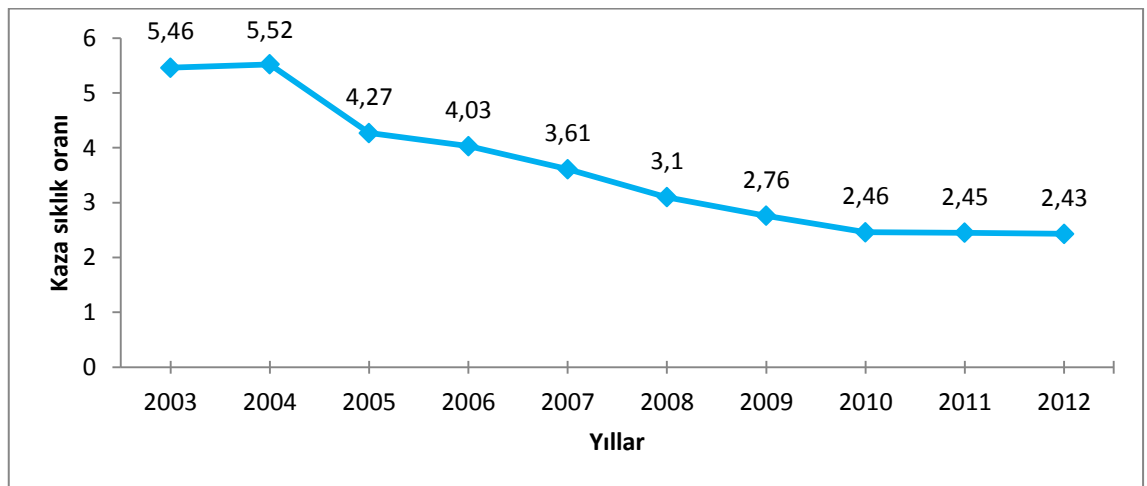
2.5. Türkiye'de Yaşanan İş Kazalarının Genel Durumu

Çizelge 2.2'de 2003 yılında yürürlüğe giren 4857 Sayılı İş Kanunu ve bu süreci takiben yayınlanan İSG yönetmeliklerinin ardından ülkemizde sigortalı çalışan sayıları, iş kazaları sayıları ve bu nedenle gerçekleşen ölüm sayıları, meslek hastalıkları sayıları toplam ölüm sayıları, kaza sıklık oranları, kaza ağırlık oranları ve kaza olabilirlik oranları verilmiştir.

Çizelge 2.2. Türkiye genelinde 2003-2012 yılları arasında meydana gelen iş kazalarının genel durumu (www.sgk.gov.tr)

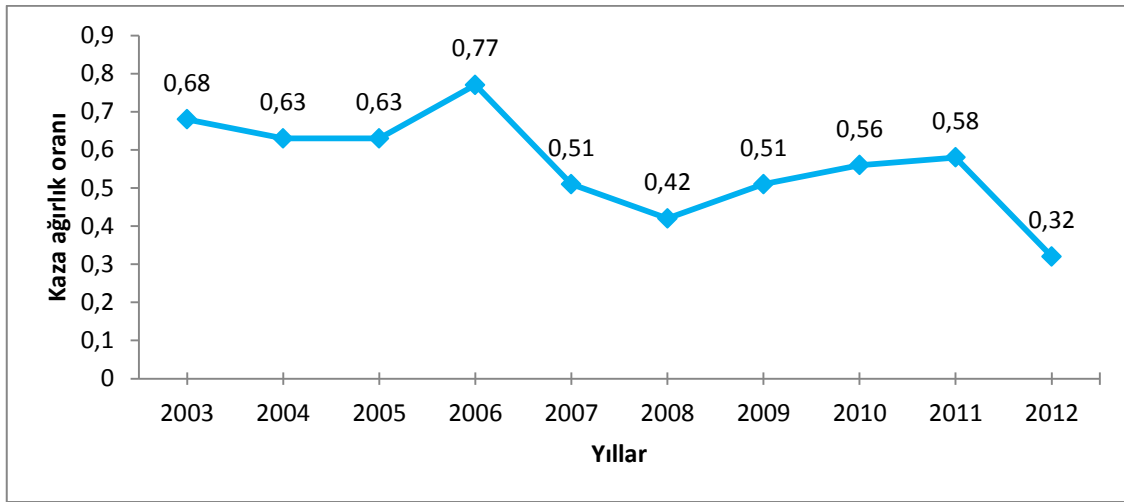
Yıl	Çalışan sayısı	İş kazası sayıları	İş kazası sebebiyle ölüm sayıları	Meslek hastalığı nedeniyle ölüm sayıları	Toplam ölüm sayıları	KSO	KAO	KOO
2003	5615238	76668	810	1	811	5,46	0,68	1365,36
2004	6181251	83830	841	2	843	5,52	0,63	1356,19
2005	6918605	73923	1072	24	1096	4,27	0,63	1068,47
2006	7818642	79027	1592	9	1601	4,03	0,77	1010,75
2007	8505390	80602	1043	1	1044	3,61	0,51	947,66
2008	8802989	72963	865	1	866	3,10	0,42	828,84
2009	9030202	64316	1171	0	1171	2,76	0,51	712,232
2010	10030810	62903	1444	10	1454	2,46	0,56	627,09
2011	11030939	69227	1700	10	1710	2,45	0,58	627,57
2012	11939620	74871	744	1	745	2,43	0,32	627,08

Şekil 2.2’de Türkiye’de 2003-2012 yılları arasında meydana gelen iş kazaları için hesaplanan kaza sıklık oranlarının değişimi verilmiştir.



Şekil 2.2. Türkiye’de 2003–2012 yılları arasında meydana gelen iş kazaları için hesaplanan kaza sıklık oranlarının değişimi

Şekil 2.2 incelendiğinde, ülkemizde yaşanan iş kazalarında genel olarak bir azalma söz konusudur. Ancak 2012 yılında iş kazalarında tekrar bir artış olduğu gözlemlenmiştir. Şekil 2.3'te Türkiye'de 2003–2011 yılları arasında meydana gelen iş kazaları için hesaplanan kaza ağırlık oranlarının değişimi verilmiştir.



Şekil 2.3. Türkiye’de 2003–2012 yılları arasında meydana gelen iş kazaları için hesaplanan kaza ağırlık oranlarının değişimi

Şekil 2.2 ve 2.3 birlikte değerlendirildiğinde, iş kazası sayısında meydana gelen düşüşe rağmen, kaza ağırlık oranlarında aynı durumun söz konusu olmadığı görülmüştür. En yüksek KAO 2006 yılında meydana gelmiş, en düşük KAO ise 2012 yılında gözlemlenmektedir. 2012 yılının ortalarında yürürlüğe giren 6331 sayılı İş Sağlığı ve Güvenliği Kanununun getirdiği iyileştirme çalışmalarının olumlu sonucu olarak yorumlanabilir.

2.6. Türkiye’de Madencilik Sektöründe İş Sağlığı ve Güvenliğinin Yeri ve Madencilik Sektöründeki İş Kazaları

Madencilik, dünya genelinde iş kazalarının ve meslek hastalıklarının yüksek olduğu iş kollarından biri olup, ülkemizde de bu yönüyle inşaat ve metal sektörleriyle

birlikte en riskli sektörler arasındadır. Madencilikte yürütülmekte olan faaliyetlerin yapısı nedeniyle sürekli değişim göstermekte ve bu durum çalışan işçilerin çalışma ortamındaki sürekli değişikliklere uyum sağlamasını gerektirmektedir. Madencilik faaliyetleri sırasında sürekli değişen ortam şartlarına göre çalışmak, farklılık gösteren jeolojik yapılanmalarda üretim yapmak, madenciliği diğer çalışma kollarından ayırmaktadır (Bu kaynağa erişilebilecek çevrimiçi adres <http://www.tccb.gov.tr/ddk/ddk49.pdf>).

Madenciliği diğer sektörlerden ayıran bazı özellikler söz konusu olup bunlar:

- Madenler, üretildiğinde (çıkarıldığında) yerine konulamayan, tükenen varlıklardır.
- Her aşaması çok risklidir.
- Yatırımın geri dönüş süreci uzundur.
- Yer seçim şansı yoktur, bulunduğu yerde işletilmesi zorunludur. Genellikle kırsal kesimlerde yapıldığından göçü önler. Madencilik yapılan bölgeler daha hızlı kalkınır.
- İstihdam ve katma değer oluşturan bir sektördür.
- Çevreye etkisi önlenemeyen veya kontrol edilemeyen bir sektördür.
- Krizlerden en çok etkilenen sektörlerden birisidir.
- Madencilik faaliyetleri durdurulduğunda yeniden üretime alınması büyük maliyetlere neden olmaktadır (Bu kaynağa erişilebilecek çevrimiçi adres <http://www.tccb.gov.tr/ddk/ddk49.pdf>).

Özellikle kömür madenciliği, ülkemizde en fazla iş kazasının meydana geldiği iş kolları arasındadır. Meydana gelen iş kazaları sosyal ve ekonomik açıdan toplumu olumsuz etkilemektedir. İş kazaları nedeniyle meydana gelen yaralanmalar sakatlanmalar ve ölümler konunun sosyal boyutunu, iş gücü ve iş günü kaybı, tıbbi iyileştirmeler ve tazminatlar, maddi hasarlar (makine, teçhizat, bina vs.), üretim ve verimin düşüşü ise ekonomik yönünü ortaya koymaktadır (Yıldırım, 2009).

Yerüstü madenciliginde kullanılan kazıcı ve yükleyici iş ekipmanları, geniş araçlar, patlayıcılar, maden tozları, yeraltı madenciliginde ise kapalı ve sınırlı çalışma alanları, göçükler, sıcak-soğuk ortamlar, gürültü, yetersiz aydınlatma, titreşim, toz patlamaları ve parlayıcı, patlayıcı, boğucu ve zehirleyici gazlar, vardiyalı çalışma sistemi, maden işçilerinin zorlayıcı çalışma şartlarını oluşturmaktadır (Bu kaynağa erişilebilecek çevrimiçi adres <http://www.tccb.gov.tr/ddk/ddk49.pdf>).

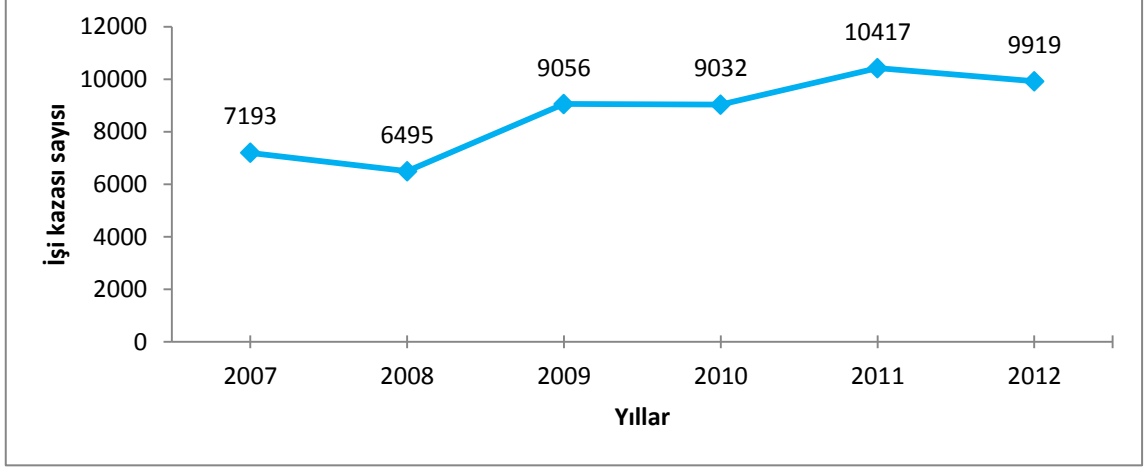
Bunların dışında basamak yüksekliklerinin uygun seçilmemesi, şev kaymasının engellenmesine yönelik gerekli hesaplamaların yapılmaması, patlatma işlerinde gereken güvenlik tedbirlerinin alınmaması, kırma-eleme tesislerinde toz oluşumunun azaltılabilmesi için önlem alınmaması, taş düşme ve fırlamalarının engellenmesine yönelik önlem alınmaması ve atölyelerde çalışanların uygun koruyucu ekipmanların kullanmaması da karşılaşılabilecek diğer tehlikeler arasındadır.

Çizelge 2.3'te ülkemizde 2007-2011 yılları arasında madencilik sektöründe meydana gelen iş kazası sayısı, iş günü kayıpları, iş görmezlik ve ölüm sayıları verilmiştir.

Çizelge 2.3. Türkiye'de 2007-2011 yılları arasında madencilik sektöründe meydana gelen iş kazalarının genel durumu (www.sgk.gov.tr)

Yıllar	İş kazası sayısı	İş kazası nedeniyle toplam iş günü kaybı	İş kazası nedeniyle sürekli iş göremezlik sayısı	İş kazası nedeniyle ölüm sayısı
2007	7193	149680	118	76
2008	6495	154163	62	66
2009	9056	172090	40	20
2010	9032	172418	77	125
2011	10507	197529	128	121
2012	9919	172192	175	44

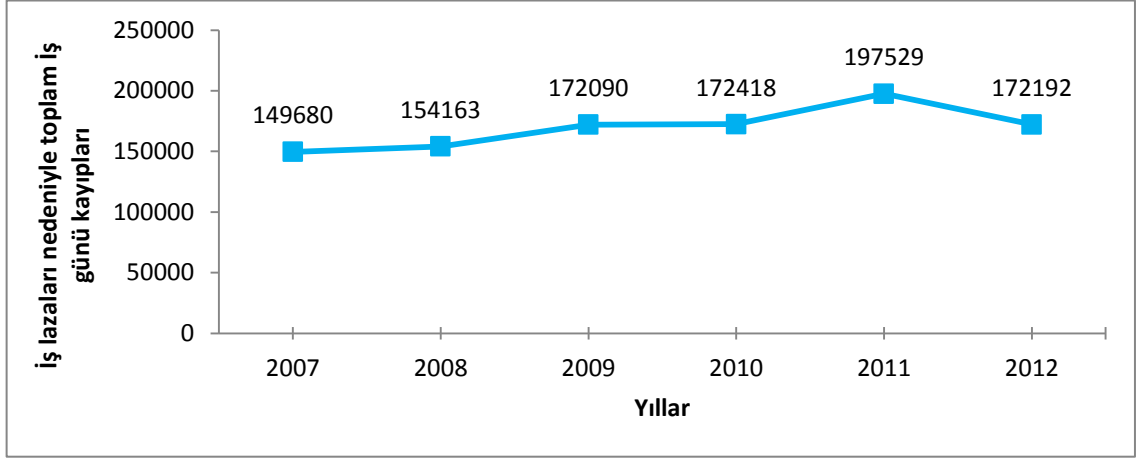
Şekil 2.4'te Türkiye' madencilik sektöründe meydana gelen iş kazalarının yıllara göre değişimi verilmiştir.



Şekil 2.4. Türkiye'de madencilik sektöründe meydana gelen iş kazalarının yıllara göre değişimi

Şekil 2.4 incelendiğinde yıllara göre genel olarak değerlendirildiğinde, kaza sayılarında artış olduğu, ancak 2012 yılında bir önceki yıla göre az da olsa bir azalma gözlemlenmektedir. Buradan madencilik faaliyetlerinde iş sağlığı ve güvenliği ile ilgili önlemlerinin etkinliğinin kontrol edilmesi gerektiği ve işletmelerde iş sağlığı ve güvenliği bilinci ve kültürünün yaygınlaştırılması gerektiği sonucuna ulaşılabılır.

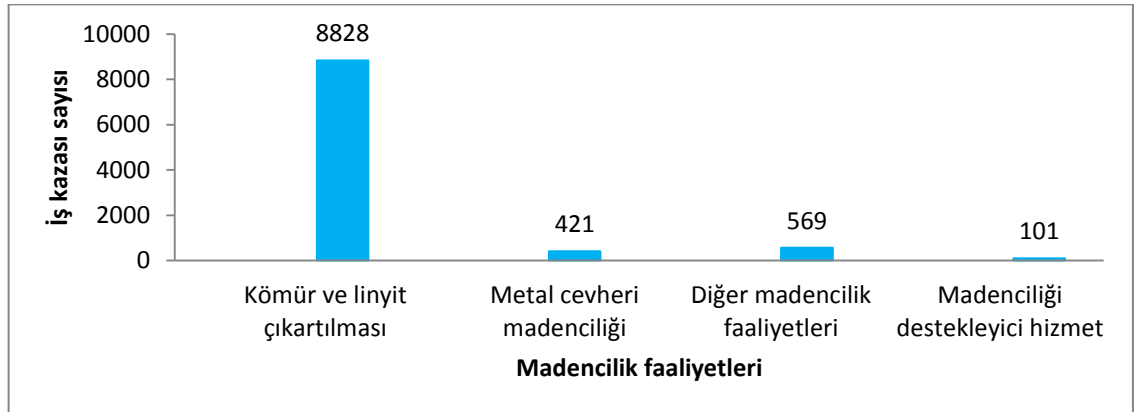
Şekil 2.5'te Türkiye'de madencilik sektöründe meydana gelen iş kazaları nedeniyle iş günü kayıplarının yıllara göre değişimi verilmiştir.



Şekil 2.5. Türkiye’de madencilik sektöründe yaşanan iş kazaları nedeniyle iş günü kayıplarının yıllara göre değişimi

Şekil 2.5 incelendiğinde, iş günü kayıpları ile yıllar arasında doğrusal bir ilişki olduğu, bu ilişkinin artış yönünde olduğu görülmektedir. 2007 yılında madencilik sektöründe iş kazaları nedeniyle yaşanan 149680 iş günü kaybı, 2011 yılında 197529 iş gününe çıkmış olduğu gözlenmektedir. Bunun nedeni olarak, iş kazaları sayısındaki artış ile birlikte, kazaların şiddetinin artması gösterilebilir. Ancak 2012 yılında ani bir düşüş olduğu gözlemlenmiştir.

2012 yılında madencilik sektöründe meydana gelen iş kazalarının sektör içindeki dağılımı Şekil 2.6’da verilmiştir.



Şekil 2.6. Türkiye’de 2012 yılında madencilik sektöründe meydana gelen iş kazalarının sektör içindeki dağılımı

Şekil 2.6 incelendiğinde, SGK yıllık istatistiklerine göre madencilik sektörüne yönelik yapılan analizlerde madencilik sektörü kendi içerisinde kömür ve linyit çıkarılması, metal cevheri madenciliği, diğer madencilik faaliyetleri ve taş ocakları ve madenciliği destekleyici hizmetler şeklinde olmak üzere dört ayrı dala ayrıldığı görülmektedir. 2012 yılında ülkemizde madencilik sektöründe yaşanan iş kazalarının %89'unun kömür ve linyit çıkartılmasında gerçekleştiği görülmektedir. Bunun nedeni, kömür üretiminin emek yoğun bir madencilik çalışması olması şeklinde açıklanabilir (TMMOB, 2011).

2.7 TKİ'ye Bağlı İşletmelerde Meydana Gelen İş Kazaları

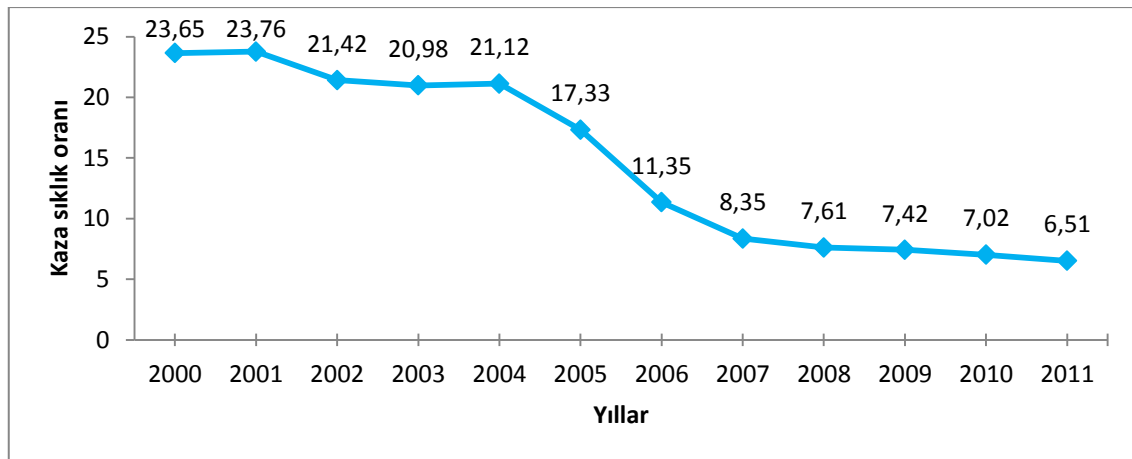
2011 yılı itibariyle TKİ'ye bağlı faaliyet gösteren işletmeler Kütahya-Tavşanlı'da Garp Linyitleri İşletmesi (GLİ), Manisa-Soma'da Ege Linyitleri İşletmesi (ELİ), Kütahya'da Seyitömer Linyitleri İşletmesi (SLİ), Muğla-Yatağan'da Güney Ege Linyitleri İşletmesi (GELİ), Bursa-Orhaneli'de Bursa Linyitleri İşletmesi (BLİ), Çanakkale-Çan'da Çan Linyitleri İşletmesi (ÇLİ), Muğla-Milas'da Yeniköy Linyitleri İşletmesi (YLİ) ve Konya-İlgin'da İlgin Linyitleri İşletmesi (İLİ) olup bu işletmelerden SLİ, GELİ, BLİ, ÇLİ, YLİ, İLİ' de açık işletme üretim yöntemiyle; GLİ ve ELİ' de ise hem açık işletme, hem de yeraltı işletme yöntemiyle kömür üretimi yapılmaktadır.

Çizelge 2.4'te TKİ'ye bağlı faaliyet göstermekte olan işletmelerde 2000-2011 yılları arasında çalışan işçi sayıları, meydana gelen iş kazaları, çalışma saati sayıları, iş günü kayıpları, kaza sıklık oranları, kaza ağırlık oranları ve kaza olabilirlik oranları verilmiştir.

Çizelge 2.4. TKİ’de 2000-2011 yılları arasında meydana gelen iş kazalarının değişimi (TKİ, 2010; 2011)

Yıllar	İşçi Sayısı	Toplam Kazalar	Çalışma Saati	İş Günü Kaybı	KSO	KAO	KOO
2000	15704	749	31665304	31221	23,65	0,99	4769,49
2001	13590	709	29841296	8764	23,76	0,29	5217,07
2002	12032	573	26753832	16323	21,42	0,62	4762,30
2003	10464	488	23257344	22411	20,98	0,96	4663,61
2004	10150	460	21778528	7786	21,12	0,36	4532,02
2005	9415	360	20771120	36971	17,33	1,78	3823,69
2006	8908	218	19200752	18708	11,35	0,97	2447,24
2007	8228	149	17840592	18618	8,35	1,04	1810,89
2008	6744	153	20100984	9946	7,61	0,49	2268,68
2009	6596	112	15094432	9791	7,42	0,65	1697,99
2010	6034	93	13253664	9041	7,02	0,65	1541,27
2011	5782	84	12897840	8787	6,51	0,65	1452,78

Şekil 2.7’de TKİ’ye bağlı işletmelerde 2000-2011 yılları arasında meydana gelen iş kazaları için hesaplanan kaza sıklık oranlarının değişimi verilmiştir.

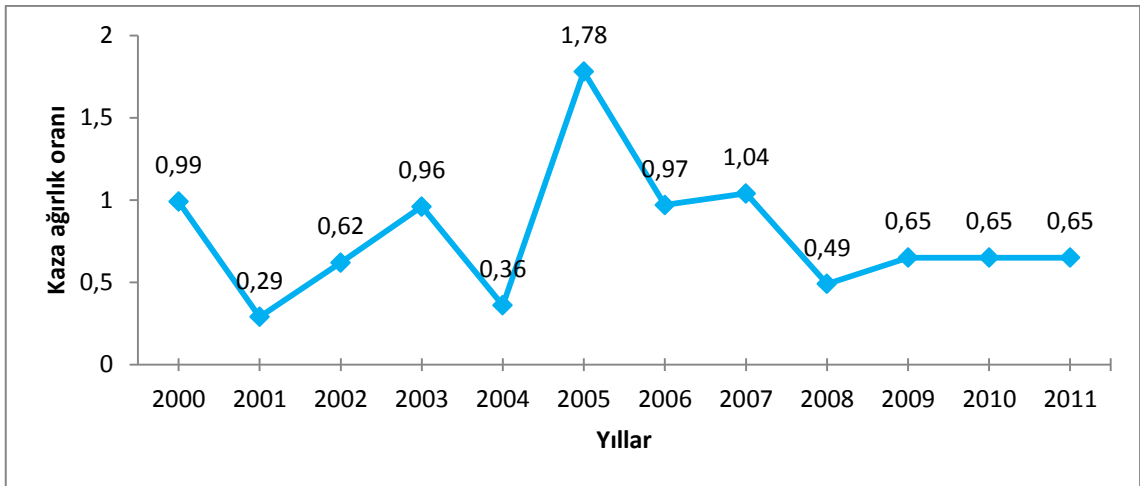


Şekil 2.7. TKİ’ye bağlı işletmelerde 2000-2011 yılları arasında hesaplanan kaza sıklık oranlarının değişimi

Şekil 2.4’te verilen Türkiye madencilik sektöründe meydana gelen iş kazalarındaki artışın aksine, Şekil 2.7’de TKİ’ye bağlı işletmelerde meydana gelen iş

kazalarında yıllara göre belirgin bir düşüş olduğu görülmektedir. TKİ’de meydana gelen iş kazalarının son yıllarda azalmasının nedenleri olarak kurumun işletmelerde iş kazaları ile daha etkin mücadele edebilmesi, bu mücadelede bilimsel ve sistematik yöntemlerin kullanılması, yeraltı madenciliğinde üretimde mekanizasyona geçilmesi, İSG konusunda yapılan yatırımların artırılması ve çalışan sayısının azalmasına rağmen verilen düzenli meslek içi eğitimlerin olması gösterilebilir.

Şekil 2.8’de TKİ’ye bağlı işletmelerde 2000-2011 yılları arasında meydana gelen iş kazaları için hesaplanan kaza ağırlık oranlarının değişimi verilmiştir.



Şekil 2.8. TKİ’ye bağlı işletmelerde 2000-2011 yılları arasında hesaplanan kaza ağırlık oranlarının değişimi

Şekil 2.8’deki grafiğe göre TKİ’de yaşanan iş kazaları sonucunda meydana gelen gün kayıplarında bir azalma olduğu görülmektedir. Ancak Çizelge 2.4’e göre 2000 yılında TKİ’ye bağlı işletmelerde meydana gelen iş kazası başına hesaplanan gün kaybı sayısı 41,68 iken, 2011 yılında bu sayının 104,61 değerine çıktığı tespit edilmiştir. Bu durum kaza sayılarının azalmasına karşın kazaların şiddetinin arttığı veya kazalanan işçilerin daha ağır yaralandığı şeklinde yorumlanabilir.

TKİ İş Güvenliği ve Sağlığı Daire Başkanlığı faaliyetleri ve kaza istatistikleri raporlarına göre 2011 yılında TKİ'ye bağlı işletmelerde toplam 84 iş kazası meydana gelmiş olup, bu iş kazalarından 16'sı yeraltı işletmelerinde, 68'i ise yerüstü işletmelerinde meydana gelmiş, meydana gelen bu iş kazaları sonucunda 1 yerüstü işçisi hayatını kaybetmiş, 8787 iş günü kaybı yaşanmıştır.

Sonuç olarak her ne kadar TKİ'de meydana gelen iş kazaları sayısında bir düşüş gözlenirse de kuruma bağlı işletmelerde meydana gelen iş kazaları neticesindeki gün kayıplarının günümüzde önemli sorun olduğu bir gerçektir.

BÖLÜM 3

LOJİSTİK REGRESYON ANALİZİ

İstatistiksel araştırmalarda iki veya daha çok değişken arasındaki ilişkinin matematiksel modellerle incelenmesi gerekebilir. Değişkenler arasındaki ilişkinin belirlenmesi için en çok kullanılan yöntemlerden birisi de regresyon analizidir. Bağımlı ve bağımsız değişkenler arasındaki sebep-sonuç ilişkisini matematiksel model olarak ortaya koyan yöntem regresyon adı verilir. İki veya daha fazla değişken arasındaki ikili ilişki düzeyini, yönünü ve önemini belirleyen yöntem ise korelasyon adı verilir. Bağımlı değişken (cevap değişken), değeri başka değişkenler tarafından etkilenen ve diğer değişkenlerin değeri değiştiğinde bu değişimden etkilenen değişkendir. İncelenen bir olayda, etkilenen, sonuç değişken bağımlı değişkendir. Bağımlı değişken genelde “Y” ile gösterilir. Değeri rastgele koşullara göre belirlenen, bağımsız olarak değişim gösteren ve başka değişkenlerin değişimi üzerinde etkide bulunan değişkenlere bağımsız değişken (açıklayıcı değişken) adı verilir. Bağımsız değişken genelde “X” ile gösterilir (Özdamar 2004).

Regresyon analizi bir değişkenin (bağımlı değişken) bir veya daha çok diğer değişkenlere (açıklayıcı değişkenlere) bağımlılığının araştırılması ile ilgilidir (Gujarati, 2003). Değişkenler arasındaki ilişkinin bir doğruyla mı yoksa bir eğriyle mi ifadesinin uygun olacağı ilişkinin fonksiyonel şekli ile ilişkilidir ve regresyon analizinin konusunu oluşturur (Serper, 1996). Fonksiyonel şekil doğrusal olan ve doğrusal olmayan form olarak ikiye ayrılabilir. Doğrusal olma, doğrusal olmamanın özel bir durumudur ve bunun için doğrusal olmama daha sık gözlenen bir durumdur (Gürsakal, 2007). Bu modeller uygun dönüşümlerle parametrelerinde doğrusal hale getirilebilir. Ancak, parametrelerinde doğrusallaştırılamayan modeller de vardır. Bu modeller “Doğası Gereği Doğrusal Olmayan Regresyon Modelleri” olarak adlandırılır (Gujarati, 2003).

Lojit regresyon özellikle ikili bağımlı değişken için tasarlanmış doğrusal olmayan bir regresyon modelidir. Daha sonra da belirtileceği gibi lojit regresyon

modeli uygun dönüşümler ile doğrusallaştırılabilen bir doğrusal olmayan modeldir. Literatürde, lojit regresyon aynı zamanda “Lojistik Regresyon” olarak da adlandırılmaktadır (Stock and Watson, 2007).

Sosyal bilimlerde özellikle sosyo-ekonomik araştırmalarda, incelenen değişkenlerin bazıları hassas ölçekle ölçülmekle beraber, bazıları da olumlu-olumsuz, başarılı-başarısız, evet-hayır gibi iki şıklı değişkenlerden oluşmaktadır. İki şıklı değişkenler, kategorik değişkenlerin en yaygın olarak kullanılan şeklidir. Bağımlı değişkenin iki şıklı kategorik değişken olması durumunda bağımsız değişkenle (veya değişkenlerle) bağımlı değişken arasındaki sebep-sonuç ilişkisini incelerken lojistik regresyon analizi kullanılır (Agresti, 1996).

Lojistik regresyon modeli cevap değişkeninin kesikli olması ve iki ya da daha fazla makul değer alması bakımından sık karşılaşılan bir durumdur. Son yıllarda böyle bir durum söz konusu olduğunda birçok alanda lojistik regresyon modelinin kullanılması, standart bir analiz yöntemi haline gelmiştir. Lojistik regresyonun kullanım amacı istatistikte kullanılan diğer model yapılandırma teknikleriyle aynıdır. Burada amaç, en az değişkeni kullanarak en iyi uyuma sahip olacak şekilde sonuç değişkeni ile bağımsız değişkenler kümesi arasındaki ilişkiyi tanımlayabilen kabul edilebilir bir model kurmaktır. Bu bağımsız değişkenler genellikle değişken olarak adlandırılmaktadır. (Hosmer and Lemeshow, 2000).

Bağımlı değişkeni Y , bağımsız değişkeni X olan ikili basit lojistik regresyon modelini açıklayabilmek için lojistik dağılım fonksiyonundan yararlanılır (Güriş ve Çağlayan, 2000).

Lojistik regresyon, oluşturulan lojistik modellere göre parametre tahminleri yapmayı amaçlar. Lojistik regresyonda modellere ortak değişkenleri de katmak mümkündür. Böylece ortak değişkenlere göre düzenlenmiş bağımlı değişken değerlerinin tahminleri yapılabilir.

Lojistik regresyon, bağımlı değişkenin tahmini değerlerini olasılık hesaplayarak, olasılık kurallarına uygun sınıflama yapma imkânı veren istatistiksel yöntemdir. Lojistik regresyon tablolaştırılmış ya da ham veri setlerini analiz eden bir yöntemdir (Özdamar, 2004)

Lojistik regresyon analizi ile gözlemler bağımlı değişkenin kategorilerine göre ayrılabilen ve yeni gözlemlerin hangi kategoriye gireceği değerlendirilmeleri yapılabilmektedir. Bir diğer ifade ile lojistik regresyon, gözlemleri ait oldukları gruplara en doğru şekilde atayacak ve gözlemlere ilişkin yapıları ve risk faktörlerini belirleyebilecek modeli kurmayı amaçlamaktadır (Aksaraylı ve Saygın, 2011).

Lojistik regresyon analizi bir kısım varsayımların (normallik, ortak kovaryansa sahip olma gibi) sağlanamaması durumunda diskriminant analizi ve çapraz tablolara alternatif bir yöntemdir. Bağımlı değişkenin 0 ve 1 gibi ikili ya da ikiden çok düzey içeren kesikli değişken olması durumunda, normallik varsayımının sağlanması şartı olmadığı için rahatlıkla kullanılabilir. Ayrıca elde edilen modelin matematiksel olarak çok esnek olması ve kolay yorumlanabilir olması bu yöntem olan ilgiyi artırmaktadır (Tatlıldil, 2002).

3.1. Veriler ve Veri Yapıları

Bir istatistiksel araştırmanın en önemli unsurlarından biri de veriler olup, araştırmacının ne tür verileri kullanacağını iyi belirlemesi gerekir. Sosyal bilimlerde cinsiyet, hükümete güvenip güvenmeme, ekonomik durumu tatmin edici bulup bulmama vb. birçok durumda değişken kategorik bir yapı gösterir. Bağımlı değişkenin bu tip bir kategorik yapı sergilediği durumlarda bağımlı değişken ile bağımsız değişkenler arasındaki ilişkiyi belirlemek için klasik regresyon analizi kullanılamaz. Bağımlı değişkenin iki veya daha çok şıklı kategorik bir yapıya sahip olduğu, bağımsız değişkenlerin ise sürekli veya kategorik bir yapı sergilediği durumlarda söz konusu değişkenler arasındaki neden-sonuç ilişkisi lojistik regresyon analizi ile araştırılır (Murat and Işığışok, 2008).

Lojistik regresyon analizinde kullanılan modellerde kullanılan ölçümlerin türüne göre veriler genel olarak iki başlık altında incelenebilir olup, bunlar nicel veriler ve nitel veriler' dir. Bu veri tiplerinde sürekli sayılarla ifade edilebilen veriler nicel veya kantitatif veriler olarak tanımlanırken, sayılarla ifade edilemeyip sözel kategorilerle tanımlanan veriler nitel veya kalitatif veriler olarak isimlendirilir. Nicel veriler kesikli ve sürekli veriler olmak üzere iki gruba ayrılır. Aldığı değerler arasında sonlu uzaklıklar olan, yani ayrık değerler alan veriler kesikli iken, belirli herhangi bir aralık içinde sonsuz sayıda sayısal değerler alabilen veriler ise süreklidir.

Nitel veriler sınıflayıcı (nominal) ve sıralayıcı (ordinal) veriler olarak tarif edilebilir. Buradaki ayırım ölçek düzeyindeki farklılıkla açıklanabilir. Sınıflayıcı ya da nominal veriler sınıflayıcı ölçme düzeyi ile ölçülen verilerdir. En duyuarsız (zayıf) ölçek olan sınıflayıcı ölçekte amaç, aynı özelliklere sahip gözlem sonuçlarını uygun sınıflara ayırmaktır. Nicel değişkenler, yüksek duyarlılıktaki ölçme düzeyine sahipken, nitel değişkenler zayıf duyarlılıktaki ölçme düzeyine sahiptir (Murat, 2006).

Değişkenlerin nitel ve nicel olması durumuna göre istatistiksel tekniğin seçimi Çizelge 3.1'de verilmiştir.

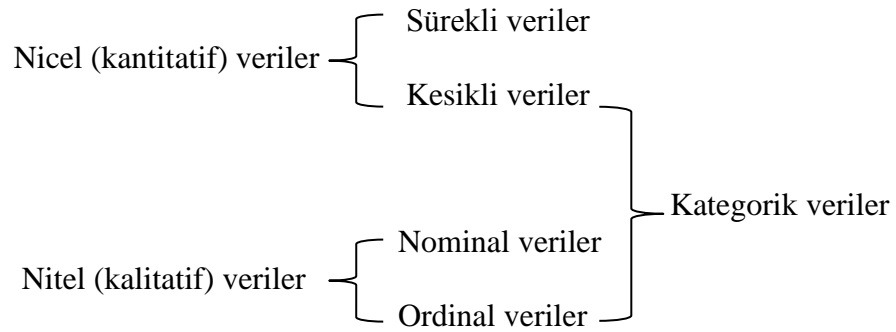
Çizelge 3.1. İstatistiksel tekniğin seçimi (Işığışok, 2011)

		Bağımlı değişken (Y)	
		Nitel	Nicel
Bağımsız değişken (X)	Nitel	Oran testleri Ki-Kare testi	t testi, z testi, F testi ANOVA, DOE Basit regresyon (bağımsız değişken sayısının 1 tane olması demektir)
	Nicel	Diskriminant analizi Lojistik regresyon	Korelasyon Çoklu regresyon (bağımsız değişken sayısının 1'den fazla olması demektir)

Buna göre Çizelge 3.1’de belirtildiği gibi, yapılacak çalışmada kullanılacak olan istatistiksel tekniğin seçiminin toplanan verilerin niteliğine bağlı olduğu söylenebilir. Çizelge 3.1’de görüldüğü gibi bağımlı değişkenin nitel olduğu durumda lojistik regresyon analizi, nicel olduğu durumda regresyon analizi kullanılmaktadır (Işığışık, 2011). Çizelge 3.1 yardımıyla yapılacak olan bir çalışmada kullanılacak istatistiksel analiz tekniği kolaylıkla seçilebilir.

Sayılarla ifade edilen veriler nicel veya kantitatif, sözel olarak ifade edilen veriler ise nitel veya kalitatif veriler şeklinde tanımlanmıştır. Ayrıca nicel veriler aldıkları değerlerin ayrık olup olmamasına göre kesikli ve sürekli veriler olarak ayrılırken nitel veriler ölçüldükleri ölçeğin düzeyine göre nominal ve ordinal veriler olarak bir ayrıma gidilmiştir. Buradan yola çıkılarak kategorik veriler daha anlamlı bir şekilde açıklanabilir. Bu veri gruplarından nitel veriler aynı zamanda kategorik verilerdir. Kesikli fakat nicel veriler de kategorik veri sınıfına dâhil edilebilir (Murat, 2006).

Kategorik değişkenler bir regresyon modelinde bağımlı veya bağımsız değişkenler olarak yer alabilmektedir (Şekil 3.1).



Şekil 3.1. Kategorik veriler (Murat, 2006)

Lojistik regresyon analizi, bağımlı değişkenin kategorik bir yapıya sahip olduğu, bağımsız değişkenlerin ise sürekli veya kategorik bir yapıda olabildiği durumlarda kullanılan bir tekniktir. Bağımlı değişkeninin, kategorik bir yapı sergilediği lojistik regresyon analizi üç şekilde uygulanmaktadır. Bunlar; bağımlı değişkenin ikili olması durumunda (örn: var-yok) ikili (binary) lojistik regresyon analizi, bağımlı değişkenin sınıflayıcı ölçme düzeyine sahip en az üç şıklı olduğu durumda (örn: medeni durum: evli-bekar-boşanmış) sınıflayıcı (nominal) lojistik regresyon analizi, bağımlı değişkenin sıralayıcı ölçme düzeyine sahip ve yine en az üç şıklı olması halinde (örn: az-orta-çok) sıralayıcı (ordinal) lojistik regresyon analizi olarak adlandırılır. Yani modelde bulunan bağımlı değişken iki kategori ile belirtiliyorsa model ikili lojistik regresyon modeli, eğer ikiden fazla kategori ile belirtiliyorsa model çoklu (nominal veya ordinal) lojistik regresyon modeli olarak isimlendirilir. Bağımlı değişken iki mümkün değer aldığından yani bu değişken ikili (binary veya dichotomous) değişken olarak adlandırıldığı durumda modeldeki bağımlı değişken mümkün iki sonuçtan hangisinin gerçekleştiğine bağlı olarak 1 veya 0 değerini alır (Murat, 2006). Bu çalışmada da ikili lojistik regresyon analizi kullanılarak model oluşturulmuştur.

3.2. Lojistik Regresyon Analizi İle Doğrusal Regresyon Analizi Arasındaki Farklar

Lojistik regresyonun doğrusal regresyon ile ilgili en belirgin farkı; lojistik regresyonda sonuç değişkeninin ikili ya da çoklu olmasıdır. Aralarındaki bu fark hem parametrik model seçimine hem de varsayımlara yansımaktadır (Ürük, 2007).

Doğrusal regresyon analizinde olduğu gibi, lojistik regresyon analizinde de bazı değişken değerleri göz önüne alınarak tahmin yapılmaya çalışılır. Ancak bu iki analiz arasında üç önemli fark vardır;

1. Doğrusal regresyon analizinde tahmin edilecek olan bağımlı değişken sürekli iken, lojistik regresyon analizinde bağımlı değişken kesikli bir değer olmalıdır.

2. Doğrusal regresyon analizinde bağımlı değişkenin değeri, lojistik regresyon analizinde ise bağımlı değişkenin alabileceği değerlerden birinin gerçekleşme olasılığı tahmin edilir.

3. Doğrusal regresyon analizinde bağımsız değişkenlerin çoklu normal dağılım göstermesi koşulu aranırken, lojistik regresyon analizinin uygulanabilmesi için bağımsız değişkenlerin dağılımına ilişkin hiçbir önkoşul aranmaz (Bircan, 2004).

3.3. Doğrusal Regresyon Analizi

İki değişken arasında olabilecek en basit ilişki bir doğru ile açıklanır. Bu doğrunun gösterimi;

$$Y = a + bX \quad [1]$$

şeklindedir. Burada;

a : X' in değeri sıfır olduğunda Y' nin aldığı değer (sabit terim),

b : doğrunun eğimi olup, X' deki bir birimlik değişimin Y' de yaptığı değişikliği gösterir.

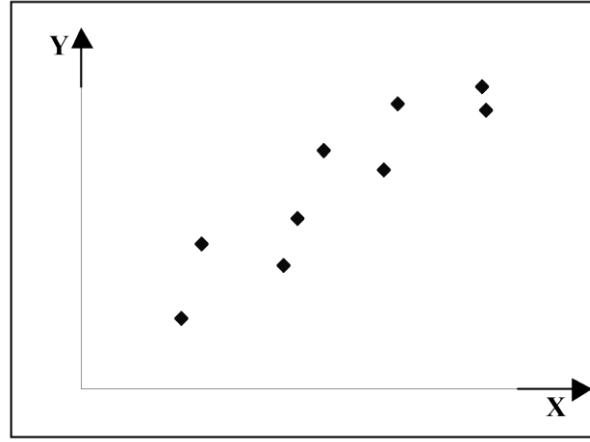
Hemen her zaman yapılan gözlemler bir doğru üzerinde sıralanmayıp, rassallığa bağlı olarak bu doğrudan sapmalar gösterirler. Bu varsayım altında ilişkinin matematik ifadesi;

$$Y = a + bX + e \quad [2]$$

şeklinde, e hata terimini de içerir.

Yukarıdaki eşitliğe “Basit Doğrusal Regresyon Modeli” de denilmektedir. İki değişken arasındaki ilişkinin doğrusal fonksiyona uyup uymadığını belirlemek için

öncelikle eldeki verilere (X ve Y değerlerine) göre noktalardan oluşan bir serpilme (saçılım) grafiğinin çizilmesi gerekmektedir (Şekil 3.2). Serpilme diyagramında noktaların genel görünüşü iki değişken arasında ilişki olup olmadığını ve varsa ilişkinin doğrusal olup olmadığını açıkça gösterir. Serpilme diyagramı ile değişkenler arası ilişkinin yönü ve derecesi hakkında da bilgi sahibi olmak mümkündür (Konuk ve Önder, 1999).



Şekil 3.2. Bağımsız değişken (X) ve bağımlı değişken (Y) verilerinin dağılım diyagramındaki görünümü

3.4. Lojistik Regresyon Modeli ve Odds Oranı

Doğrusal regresyon modelinde bağımsız değişken veri iken, bağımlı değişkenin koşullu beklenen değeri,

$$E(Y | X) = \beta_0 + \beta_1 X \quad [3]$$

şeklinde gösterilir. Burada “Y” bağımlı değişkeni, “X” ise bağımsız değişkenin aldığı değeri simgeler. Bu modelde bağımsız değişkenler üzerinde bir kısıtlama olmamasına rağmen, “Y” bağımlı değişkeninin sürekli olması şartı aranır. Bağımlı değişken $-\infty$ ile $+\infty$ arasında tüm değerleri alabilir. Eşitlik [3]’teki “ $E(Y | X)$ ” şeklinde ifade edilen nicelik “koşullu değer” olarak bilinir ve ‘X değerine göre Y’nin koşullu değeri’

şeklinde okunur. Lojistik dağılım kullanıldığında gösterimi basitleştirmek için verilen X değerine göre Y'nin koşullu değerini belirtmek için $\pi(X) = E(Y | X)$ eşitliği kullanılır (Hosmer and Lemeshow, 2000).

Lojistik regresyon modeli genel olarak,

$$\pi(X) = E(Y | X) = \frac{e^{\beta_0 + \beta_1 X_1 + \dots + \beta_k X_k}}{1 + e^{\beta_0 + \beta_1 X_1 + \dots + \beta_k X_k}} \quad [4]$$

şeklinde ifade edilir. Bu eşitlikte;

- $\pi(X)$: İncelenen olayın gözlenme olasılığını,
- β_0 : Bağımsız değişkenler sıfır değerini aldığı anda bağımlı değişkenin değerini başka bir ifadeyle sabit terimi,
- $\beta_1, \beta_2, \dots, \beta_k$: Bağımsız değişkenlerin regresyon katsayılarını,
- X_1, X_2, \dots, X_k : Bağımsız değişkenleri,
- k : Bağımsız değişken sayısını,
- e : 2.71 sayısını göstermektedir (Girginer ve Cankuş, 2008).

Ancak bağımsız değişkenler sonsuz değerler alabildiğinden sonuç değeri olarak nitelendirilen olasılık değerinin çeşitli dönüşümlerle $(-\infty, +\infty)$ aralığında tanımlı hale getirilmesi gerekmektedir. Eşitlik [4]'teki $\pi(X)$ değerinin dönüşümüne lojit dönüşüm adı verilmektedir. Bu dönüşüm sonucu elde edilen yeni fonksiyon;

$$g(X) = \ln \left[\frac{\pi(X)}{1 - \pi(X)} \right] = \beta_0 + \beta_1 \quad [5]$$

Bu dönüşümde $\frac{1}{1 + e^{-(\beta_0 + \beta_1 X)}}$ dönüşümüyle bağımlı değişkenin sınırları $(0, +\infty)$ yapıldıktan sonra elde edilen oranın doğal algoritması alınarak bağımlı değişken sınırları $(-\infty, +\infty)$ olarak belirlenir.

Bu dönüşümün önemi $g(X)$ fonksiyonunun bir doğrusal regresyon modelinin istenen birçok özelliğine sahip olmasıdır. Eşitlik [5]'de $g(X)$ ve $\pi(X)$ arasında yapılan

lojit dönüşümde belirtilen $g(X)$ ifadesi lojistik regresyon modelinin lojiti olarak adlandırılır. Lojit olarak adlandırılan $g(X)$ fonksiyonu parametreleri bakımından doğrusal olup bağımsız değişkenin aldığı değerlere göre $-\infty$ ile $+\infty$ arasında değişebilen fonksiyon olarak elde edilir (Hosmer and Lemeshow, 2000).

İki şıklı kategorik bağımlı değişkene ilişkin lojistik regresyon modelinin varsayımları kısaca şu şekilde özetlenebilir (Murat and Işığışok, 2008):

- i) $0 < E(Y | X) < 1$ 'dir. Yani lojistik regresyon modelinin koşullu ortalaması 0 ile 1 arasında olmalıdır.
- ii) X_k değeri veri iken Y ' nin 1 olma olasılığı $\pi(X)$ 'dir. Yani, $E(Y | X_1 \dots X_k) = \pi(X)$ 'dir.
- iii) Lojistik regresyon modeline ait hata terimlerinin dağılımı binom dağılıma sahiptir.
- iv) Bağımlı değişkene ait gözlem değerleri ($Y_1, Y_2, Y_3, \dots, Y_n$) istatistiksel olarak bağımsızdır.
- v) Açıklayıcı değişkenler birbirinden bağımsızdır.

Lojistik regresyon analizinin önemli kavramlarından biri de Odds (olasılık) oranıdır. Çeşitli kaynaklarda bahis oranı, üstünlük oranı, olasılık oranı veya teklik oranı olarak da adlandırılan Odds oranı, bir olayın meydana gelme olasılığının meydana gelmeme olasılığına oranı olarak tanımlanabilir. Lojistik regresyon modelinin lojiti olarak atıfta bulunulan $g(X)$ ifadesinin anti logaritması alındığında Odds oranına ulaşıldığı görülür (eşitlik[6] (Agresti, 1996)). Odds oranı olasılık kavramı ile yakından ilişkilidir.

$$\text{Odds Oranı} = \text{OR} = \exp[g(X)] = \exp[\beta_0 + \beta_1 X] = e^{\beta_0} (e^{\beta_1})^X = \left[\frac{\pi(X)}{1 - \pi(X)} \right] \quad [6]$$

Bu durumda modelde bulunan her bir parametrenin $\text{Exp}(\beta)$ değerleri olasılık oranları olarak ele alınır. Böylece $\text{Exp}(\beta_k)$, Y değişkeninin X_k değişkeninin etkisi ile kaç kat daha fazla ya da % kaç oranda fazla gözlenme olasılığına sahip olduğunu

belirtir. β_k katsayısının istatistiksel anlamlılığı aynı zamanda $OR = \text{Exp}(\beta_k)$ 'nin da istatistiksel anlamlılığı olarak değerlendirilir (Özdamar, 2004).

Odds oranı değeri 1'e yakın değişkenler bağımlı değişkene önemli derecede etkide bulunan etkenler değildir. Bu değişkenlerin katsayıları önemli değil ise “önemli risk faktörü değildir” biçiminde yorumlanır. Odds oranı sıfıra yakın değerler katsayı önemli olmak koşulu ile etkenin önemli bir risk faktörü olduğunu fakat bağımlı değişkenin düşük değerler almasına neden olduğu negatif etkili bir faktör olduğunu belirtir. 1' den büyük Odds oranı değerleri için (katsayı istatistiksel anlamlı olmak koşulu ile) etkenin önemli bir risk faktörü olduğu yorumu yapılır (Özdamar, 2004).

Odds oranının yorumu kısaca özetlenecek olunursa; 1'den büyük bir odds oranı olayın gerçekleşmesinin olabirliğinin arttığını, 1'den küçük bir odds oranı ise olayın gerçekleşmesinin olabirliğinin azaldığını göstermektedir (Tüzüntürk, 2007).

Eğer modeldeki “ β ” regresyon katsayıları negatif değerli ise bu katsayıların Odds oranı ($\text{Exp}(\beta)$) değerlerinin (Odds oranı= $1 / \text{Exp}(\beta)$) biçiminde düzeltilmesi ve yorumların bu değerlere göre yapılması gerekir (Özdamar, 2004).

3.5. Lojistik Regresyon Analizinde Kullanılan Katsayıların Anlamlılık Testi ve Modelin Uyum İyiliği Ölçütleri

3.5.1. Katsayıların Anlamlılık Testi

Lojistik regresyon analizinde katsayılar hesaplandıktan sonra bağımlı değişkenin bağımsız değişkenler tarafından ne derece tanımlanabildiğinin tespit edilebilmesi için katsayıların istatistiksel anlamlılığı, yani kurulan modelin uyum iyiliği test edilmelidir. Bunun için tahmin edilen modele olabirlik oran testi ve Wald testi uygulanabilir.

3.5.1.1. Olabilirlik oran testi

Bu işlem, genelde modelde bulunan bağımsız değişkenlerin sonuç değişkeniyle anlamlı bir ilişki içinde olup olmadığına dair hipotezleri test etmeyi gerektirir. Bunun için, incelenmek istenen herhangi bir değişkeni içeren modelin (tüm model), bağımlı değişken hakkında o değişkeni içermeyen modele (indirgenmiş model) göre daha fazla bilgi verip vermediği araştırılır. Gözlenen ve tahmin edilen değerleri karşılaştırma işlemi logaritması alınmış olabilirlik fonksiyonu ile yapılır. Tüm model, bağımsız değişken sayısı kadar (k-1 tane) parametre içeren modeldir (Hosmer and Lemeshow 1989).

Olabilirlik fonksiyonunu kullanarak, gözlenen değerlerle tahmin edilen değerlerin karşılaştırılması işlemi aşağıdaki ifade ile yapılmaktadır.

$$D = -2 \ln \left(\frac{\text{indirgenmiş modelin olabilirliği}}{\text{Tüm modelin olabilirliği}} \right) \quad [7]$$

Eşitlik [7]'de parantez içindeki ifade ‘‘olabilirlik oranı’’ nı göstermektedir. D (deviance) istatistiği değeri, hipotez testi amacıyla kullanılabilir. Böyle bir teste ‘‘olabilirlik oran testi’’ adı verilir. Eşitlik [7] ile verilen olabilirlik oranı eşitlik [8]'deki logaritması alınmış olabilirlik fonksiyonu cinsinden yazılacak olunur ise,

$$D = -2 \sum_{i=1}^n \left[y_i \log \left(\frac{\hat{\pi}_i}{y_i} \right) + (1 - y_i) \log \left(\frac{1 - \hat{\pi}_i}{1 - y_i} \right) \right] \quad [8]$$

fonksiyonu elde edilir. Burada $\hat{\pi}_i = \hat{\pi}_i(X_i)$ ' dir (Hosmer and Lemeshow 1989). D istatistiği doğrusal regresyonda hata kareler toplamına karşılık gelmektedir ve bu iki istatistik aynı role sahiptirler (Hosmer and Lemeshow, 2000). Sapma değeri minimum olan modelin, diğer modellere göre daha iyi bir model olduğu kabul edilebilir.

Bağımsız bir değişkenin önemine karar vermek amacıyla, denklemde bu bağımsız değişkenin olduğu ve olmadığı durumlardaki D değerleri karşılaştırılır. Bağımsız değişkenin bulunup bulunmamasından dolayı ortaya çıkan D' deki değişim, eşitlik [7]'den elde edilen sapma değerleri (D) kullanılarak,

$$G = D(\text{İndirgenmiş model için}) - D(\text{Tüm model için}) \quad [9]$$

şeklinde ifade edilir. Bu istatistik doğrusal regresyonda kullanılan F testindeki pay kısmı ile aynı rolü üstlenir (Hosmer and Lemeshow, 2000).

Eşitlik [9]'da formüle edilen lojistik regresyon modeli için hesaplanan G istatistiği çoklu doğrusal modelde parametrelerin genel anlamlılığını test eden F testine karşılık geldiği söylenebilir (Murat and Işığışık, 2008).

Modelin genel anlamlılığının testi için, G test istatistiği değeri (k-1) serbestlik dereceli ki-kare tablo değeri ile karşılaştırılır.

Olabilirlik oran testinde hipotez testi için;

$$H_0: \beta_1 = \beta_2 = \dots = \beta_k = 0$$

$$H_1: \beta_1 \neq \beta_2 \neq \dots = \beta_k \neq 0 \quad (\text{en az bir } \beta_i \text{ sıfırdan farklıdır (i = 1,2,\dots,k \text{ olmak üzere})})$$

hipotezleri test edilmelidir.

Model için hesaplanan G test istatistiği değeri belirlenen bir güvenirlik seviyesinde (k-1) serbestlik dereceli χ^2 dağılımına sahiptir. Model için hesaplanan G test istatistiği değeri (k-1) serbestlik derecesinde χ^2 tablo değerinden daha büyük veya eşit ise H_0 hipotezi kabul edilir. Bunun sonucunda modelin genel olarak anlamlı olduğu yorumu yapılabilir.

3.5.1.2. Wald testi

Katsayıların bireysel anlamlılıklarının değerlendirilmesinde kullanılan bir diğer ölçüt ise Wald testidir. Çoklu doğrusal regresyon analizinde, modeldeki bağımsız değişkenlerin bağımlı değişken üzerinde istatistiksel olarak anlamlı bir katkısının olup olmadığını belirlemede, diğer bir deyişle parametrelerin anlamlılığını test etmede t testinden yararlanılır (Tabachnick and Fidel, 1996). Ancak Wald testi t istatistiği ile aynı formda olmasına rağmen t dağılımına uymamakta ve z dağılımı göstermektedir (Gök, 2010). Bu nedenle lojistik regresyon analizinde aynı amaçla Wald istatistiği kullanılır. Çoklu regresyon katsayılarının anlamlılığının testinde kullanılan standart hata yaklaşımı ile aynı mantığa sahip olan Wald test istatistiği değeri (W_k), bağımsız değişkenlere ait eğim katsayısının (β), kendi standart hatasına (SE) oranlanması sonucu,

$$W_k = \left[\frac{\beta - 0}{SE(\beta)} \right]^2 \quad [10]$$

biçiminde elde edilir (Tabachnick and Fidel, 1996).

Bu istatistik;

$$H_0: \beta_i = 0$$

$$H_1: \beta_i \neq 0 \text{ (en az bir } \beta_i \text{ sıfırdan farklıdır (} i = 1, 2, \dots, k \text{ olmak üzere))}$$

hipotezleri için belirlenen bir güvenilirlik seviyesinde (k) serbestlik derecesinde χ^2 dağılımına ait tablo değeri ile karşılaştırılarak test edilir. Eğer hesaplanan Wald test istatistiği değeri Wald test istatistiğinin tablo değerinden büyük veya eşit ise H_1 hipotezi kabul edilir. Bu varsayımdan hareketle testi yapılan değişkenlerin istatistiksel olarak anlamlı olduğu söylenebilir.

3.5.2. Modelin Uyum İyiliğinin Değerlendirilmesi

Modelde bulunması gereken değişkenler modele doğru bir şekilde alındıktan sonra, modelin bağımlı değişkenini açıklamakta ne kadar etkin olduğunun bilinmesi gerekmektedir (Gök, 2010). Bu nedenle lojistik regresyon modeli, herhangi bir tahmin tekniği ile tahmin edildikten sonra kurulan modelin bağımlı değişkenin ne derece etkin olarak tanımlandığının bilinebilmesi için modelin uyum iyiliğine (goodness-of-fit) bakılmalıdır (Murat and Işığışok, 2008). Modelin uyum iyiliğinin değerlendirilebilmesi için Hosmer-Lemeshow (H-L) testi, sınıflandırma tabloları ve yapay Cox&Snell ve Nagelkerke R^2 değerleri kullanılabilir.

3.5.2.1. Hosmer-Lemeshow (H-L) testi

Modelin bütün değişkenlerinin sağladığı uyumun iyiliğini test etmek üzere bir diğer test ise χ^2 dağılım gösteren ve David W. Hosmer ve Stanley Lemeshow tarafından geliştirilen Hosmer-Lemeshow (H-L) test istatistiğidir. Modelin uyum iyiliği, bir anlamda bağımlı değişkeni açıklayabilmek için oluşturulan en iyi modelin etkinliğinin bir ölçüsünü göstermektedir (Oğuzlar, 2005).

Hosmer-Lemeshow (H-L) testinin amacı; tahmin edilen olasılık değerlerini gruplandırmaktır. Bir örnekle açıklanacak olursa; öncelikle $g=10$ grup için sınır değerleri tespit edilir, daha sonra tahmin edilen olasılık değeri 0,1'den küçük olanlar birinci gruba atanırken, olasılık değeri 0,9'dan büyük olanlar onuncu gruba atanır (Murat and Işığışok, 2008).

Hosmer-Lemeshow (H-L) uyum iyiliği istatistiği olan \hat{C} , gözlenen ve beklenen frekanslardan oluşan $g \times 2$ tablosundan, Pearson ki-kare istatistiği değeri olarak hesaplanır. Hosmer-Lemeshow test istatistiği \hat{C} , $(g-2)$ serbestlik derecesi ile χ^2 dağılımına yaklaşmaktadır (Murat and Işığışok, 2008). \hat{C} istatistiğinin hesabı için kullanılacak eşitlik,

$$\hat{C} = \sum_{k=1}^g \frac{(o_k - n'_k \bar{\pi}_k)^2}{n'_k \bar{\pi}_k (1 - \bar{\pi}_k)} \quad [11]$$

şeklinde ifade edilir. Bu eşitlikte,

n'_k : k. gruptaki toplam gözlem sayısını,

c_k : k. desildeki ortak değişken sayısını,

o_k : gözlenen frekansı,

$\bar{\pi}_k$: ortalama tahmin edilen olasılığı ifade eder ve o_k ve $\bar{\pi}_k$ için aşağıdaki eşitlikler kullanılabilir (Hosmer and Lemeshow, 2000).

$$o_k = \sum_{j=1}^{c_k} y_j \quad [12]$$

$$\bar{\pi}_k = \sum_{j=1}^{c_k} \frac{m_j \hat{\pi}_j}{n'_k} \quad [13]$$

Hosmer-Lemeshow (H-L) uyum iyiliği istatistiği olan \hat{C} ,

H_0 : Parametreler belirleyicilik açısından iyi bir ayrımcılığa sahiptir

H_1 : Parametreler belirleyicilik açısından iyi bir ayrımcılığa sahip değildir

şeklindeki hipotezler için test edilir.

Hosmer-Lemeshow test istatistiği değeri olan \hat{C} , eğer (g-2) serbestlik derecesinde χ^2 tablo değerinden küçük ise H_0 hipotezi kabul edilir ve modelin uyumunun iyi olduğuna karar verilir.

3.5.2.2. Sınıflandırma tabloları

Lojistik regresyon modelinin uyum iyiliği testi için kullanılan bir başka yöntem de sınıflandırma tabloları (correct classification percent)' dir. Sınıflandırma tablosunda

bağımlı değişkeninin gözlenen ve kestirilen lojistik olasılıklarından türetilen “0” veya “1” değerleri yer almaktadır (Aksaraylı ve Saygın, 2011).

Bu tablolar bağımlı değişkenin gözlenen gerçek değerleri ile tahmin edilen değerlerinin çaprazlanması sonucu meydana gelir. Sınıflandırma tablosunu oluşturmak için öncelikle bir kesim değeri (c) belirlenir ve tahmin edilen değerler, bu sınır değeri ile karşılaştırılarak uygun gruba atanması yapılır. Tahmin edilen değer, c değerini aşar ise 1 grubuna, aşmaz ise 0 grubuna atanır. Burada sözü edilen sınır değeri c için genellikle 0,5 değeri kullanılır (Murat and Işığışok, 2008).

Tablodaki sınıflandırma yüzdelerinin yüksek olması sınıflandırmanın doğru yapıldığını ve uyumun iyi olduğunu gösterecektir (Aksaraylı ve Saygın, 2011).

3.5.2.3. Uyum iyiliği ölçütü olarak Cox&Snell ve Nagelkerke R^2 değerleri

Doğrusal regresyon analizinde belirlilik katsayısı olarak bilinen R^2 değeri modelin açıklayıcı gücünü yani bağımsız değişkenlerin bağımlı değişkenler üzerindeki etkisini ölçmek için kullanılmaktadır. Bu istatistik, model tarafından açıklanan bağımlı değişkenlerinin toplam varyanslarının oranlanmasıyla ölçülmektedir. 0 ile 1 arasında bir değer alan ve değer ne kadar büyükse modelin o kadar uyumlu olduğunu ifade eden R^2 istatistiği, ayrıca bağımlı değişkenin gözlenen ve tahmin edilen değerleri arasındaki korelasyonun karesinin alınması ile de hesaplanabilir (Gök, 2010).

Klasik regresyon modellerinde 0 ile 1 arasında herhangi bir değer alan çoklu belirlilik katsayısı R^2 'nin iki düzeyli kategorik bağımlı değişkenli modellerde 1'e yakın bir değer alması mümkün değildir. Bu durum ancak tüm kestirilen olasılıkların 0 veya 1'e eşit olması durumunda söz konusu olabilir (Özarıcı, 1996).

Lojistik regresyon modellerinde klasik regresyon modellerinde hesaplanan R^2 değeri yerine yapay R^2 değerleri olan Cox&Snell ve Nagelkerke R^2 değerleri hesaplanabilmektedir.

Cox&Snell ve Nagelkerke R^2 değerleri, modeldeki değişkenlerle öngörülen varyansın (değişimin) kabaca bir tahminini gösteren istatistikler olarak standart yöntemlerdeki R^2 'ye benzer istatistiklerdir (Tüzüntürk, 2007).

Cox-Snell R^2 ve Nagelkerke R^2 istatistikleri SPSS programında model özet tablolarında -2 Log likelihood istatistiği ile beraber bulunur ve modelin uyum iyiliğini gösterirler. Diğer bir deyişle, bağımsız değişkenlerin, bağımlı değişkeni açıklamakta ne kadar iyi olduğunu gösterirler. Değer ne kadar büyükse değişkenler modeli açıklamakta o kadar başarılıdırlar (Gök, 2010).

BÖLÜM 4

ELİ İŞLETMESİNİN TANITIMI

4.1. Kuruluş Tarihçesi

Ege Linyitleri İşletmesi Müessesesi (ELİ) 28 Temmuz 1978 tarihinde ELİ Müessesesi Müdürlüğü olarak kurulmuştur. Ancak Soma havzasında müesseseye ait maden kömür sahalarının işletilmeye başlaması 1913 yılına kadar uzanmaktadır.

Soma Bölgesindeki linyit ilk kez 1913 yılında Darkale’li Osman ağa tarafından bulunmuştur. Aynı yıl Akhisar’lı Ragıp ve Çimeris beyler tarafından işletmeye açılan kömür ocaklarında 1914-1915 yılları arasında meydana gelen Birinci Dünya Savaşı sırasında özellikle ordunun yakacak ihtiyacı için üretim yapılmıştır. 1918-1922 yılları arasında Mondros Mütarekesi’nin hükümleri gereği Fransızlar tarafından işletilen ocaklar 1922 yılından 1939 yılına sırasıyla kadar Fail Sabri, Nuri Aziz ve Yunus Nadi tarafından işletilmiştir.

1939-1957 yılları arasında Etibank tarafından işletilen ocaklar, 1957 yılından itibaren 01.09.1957 tarih ve 6974 sayılı yasa ile kurulan Türkiye Kömür İşletmeleri Kurumu (TKİ) tarafından işletilmeye başlamıştır. 1978 yılına kadar Garp Linyitleri İşletmesi Müdürlüğü (GLİ) tarafından işletilen ocaklar, 1978 yılından itibaren 27.07.1978 tarihinde kurulan ELİ tarafından işletilmeye başlamıştır.

01.09.1995 tarihinde ELİ Müessesesi Müdürlüğü Bölge Müdürlüğüne, 30.04.2002 tarihinde Bölge Müdürlüğü İşletme Müdürlüğüne, 01.04.2004 tarihinde ise Müessese Müdürlüğüne dönüştürülmüştür (Bu kaynağa erişilebilecek çevrimiçi adres www.eli.gov.tr).

Müessese'nin kuruluş amacı, devletin ve TKİ Genel Müdürlüğü'nün genel enerji ve yakıt politikasına uygun olarak, linyit, turp, bitümlü şist, asfaltit gibi enerji hammaddelerini değerlendirmek ülkenin ihtiyacını karşılamak, yurt ekonomisine azami katkıda bulunmak, plan, proje ve programlar tanzim ve takip etmek, uygulama stratejilerinin tespit ve gerçekleştirmesini sağlamak olarak belirlenmiştir (Bu kaynağa erişilebilecek çevrimiçi adres <http://www.sayistay.gov.tr/rapor/kit/06TkiELi2011.pdf>).

Türkiye' de linyit üretimi 72,6 milyon ton/yıl dolayında olup, bunun 34,8 milyon ton/yılı TKİ tarafından üretilmekte ve büyük kısmı, termik santrallerde tüketilmektedir. Kurum, Soma Termik Santrali (SEAS) , TCDD (Türkiye Cumhuriyeti Devlet Demiryolları), Demir-Çelik, Şeker, Çimento, Tuğla ve Seramik fabrikalarına kömür göndermektedir. ELİ, TKİ üretiminin yaklaşık % 32' sini tek başına karşılamaktadır (Bu kaynağa erişilebilecek çevrimiçi adres www.eli.gov.tr).

4.2. Coğrafi Konum

ELİ Müessesesi Müdürlüğü, TKİ Genel Müdürlüğü' ne bağlı olarak, Manisa ilinin Soma ilçesinde faaliyet göstermektedir. Soma, Manisa İl merkezine 90 km, Balıkesir İl merkezine 80 km, İzmir'e ise 140 km. uzaklıktadır. Şekil 4.1'de Soma havzasının harita üzerinde bulunduğu konum belirtilmiştir.



Şekil 4.1. Soma havzasının bulunduğu konum (Google Earth)

Soma Kuzey Ege Bölgesinde, Akhisar-Bergama karayolu, Ankara-İzmir demiryolu üzerindedir. İlçe, deniz seviyesinden ortalama 160 metre yükseklikteki Bakırçay vadisinde kurulmuştur (Bu kaynağa erişilebilecek çevrimiçi adres www.eli.gov.tr).

4.3. Soma Kömür Havzası Jeolojik Yapısı

Soma Havzasının temel kayaları, paleozoik yaşlı grovak ve mezozoik yaşlı kristalize kireç taşlarından meydana gelmiştir. Temelin üzerine uyumsuz olarak gelen neogen çökelleri; miyosen yaşlı taban serisi (M1) , marn serisi (M2) , kireçtaşı serisi (M3) ile pliyosen yaşlı kumtaşı, alacalı kil (P1) ve marn-tüf (P2) serisidir.

Kömür horizonu ise, üç tabaka halinde oluşmuştur. Bunlar; ana tabaka (KM1-2), orta tabaka (KM3) ve üst tabaka (KP1) olarak adlandırılırlar.

Ana tabaka; M1, M2 formasyonları arasında yer alır. Havzanın en önemli kömür tabakasıdır. Ortalama 20 m. kalınlığa sahiptir. Siyah parlak renkli, konkoidal kırınımlı ve sert bir yapıya sahiptir (Bu kaynağa erişilebilecek çevrimiçi adres www.eli.gov.tr).



Şekil 4.2. Soma kömür havzasından bir görünüm (www.eli.gov.tr)

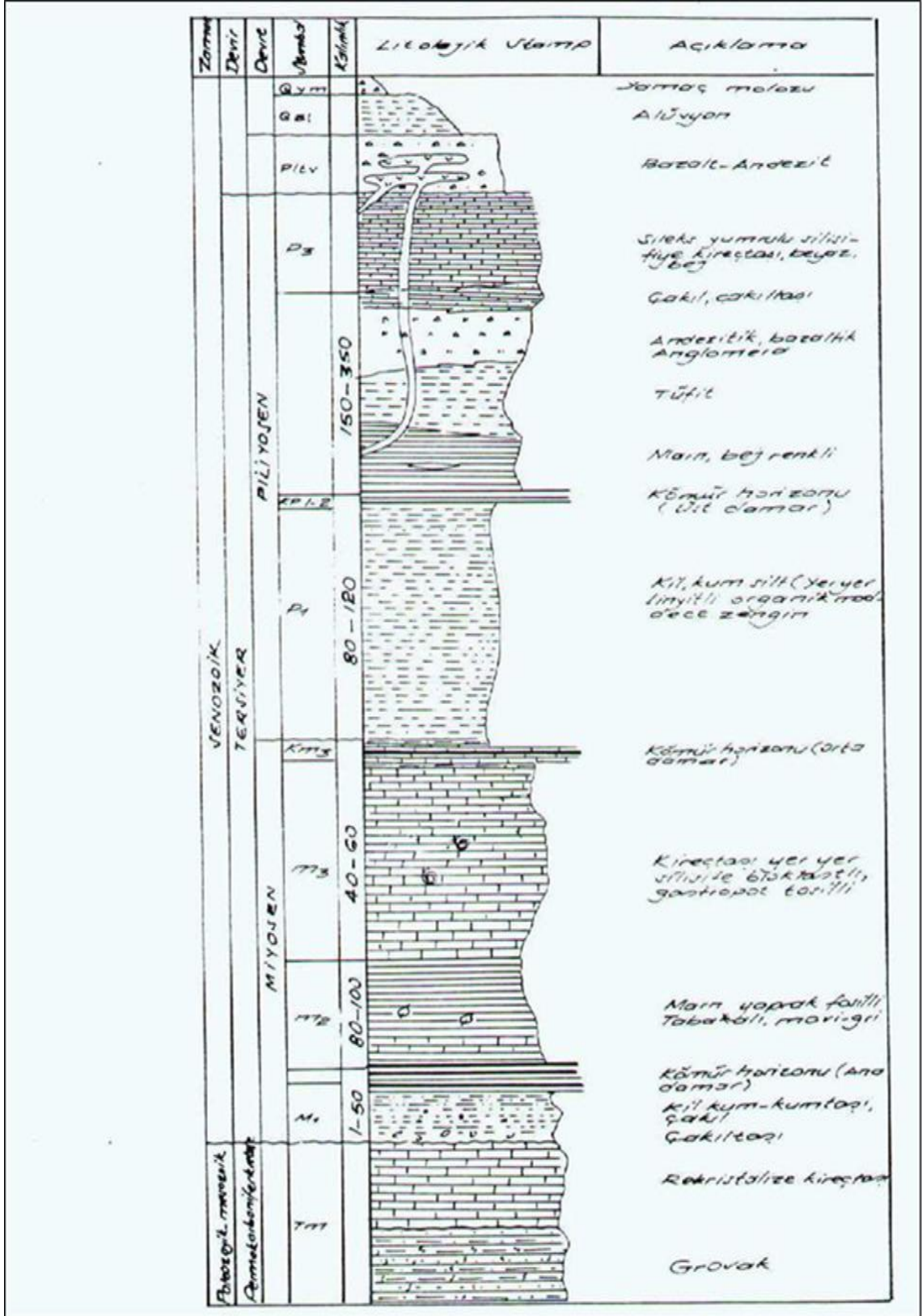
Kömürün analiz değerleri; % 12 - 14 su (nem), % 26 - 28 kül, % 0,8 - 0,9 S ve Alt ısıl değer: 3500 - 4500 KCal/Kg.'dir.

Orta tabaka; M3 formasyonunun üst seviyelerinde oluşmuştur. Bol ara kesmeli ve devamlılığı olmadığından ekonomik değildir. Açık ocaklarda kısmen üretilmektedir.

Üst tabaka; pliyosenin P1-P2 formasyonları arasında yer almaktadır. Bol killi ve kalorisi düşüktür. Denizde termik santral için üretilmektedir. Bu kömürün analiz değerleri ise; % 20 - 25 su (nem), % 45 - 50 kül ve alt ısıl değer: 1500 - 2500 KCal/Kg'dır.

Havzada neogen sonrası volkanik faaliyetler olduğu görülmektedir. Kırıklı zonlarda dayklar şeklinde ortaya çıkmaktadırlar. Sahada miyosen öncesinden başlayıp, pliyosene kadar faaliyetlerini sürdüren tektonik hareketler gözlenmektedir. Genellikle normal atımlı gravite fayları bulunmaktadır (Bu kaynağa erişilebilecek çevrimiçi adres www.eli.gov.tr).

Havzanın genelleştirilmiş sütun kesiti Şekil 4.3'te verilmiştir.

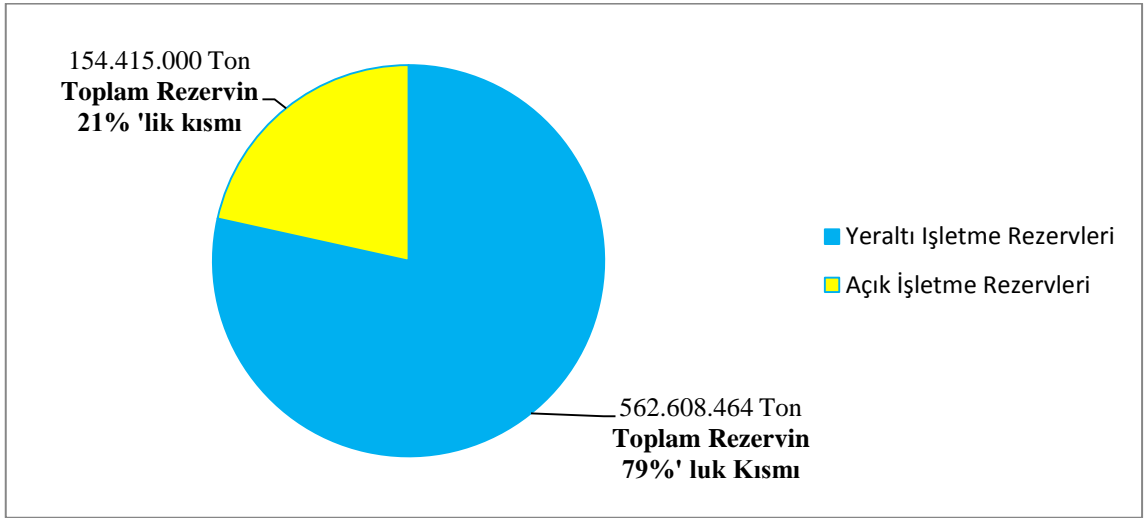


Şekil 4.3. Soma kömür havzasının genelleştirilmiş sütun kesiti (www.eli.gov.tr)

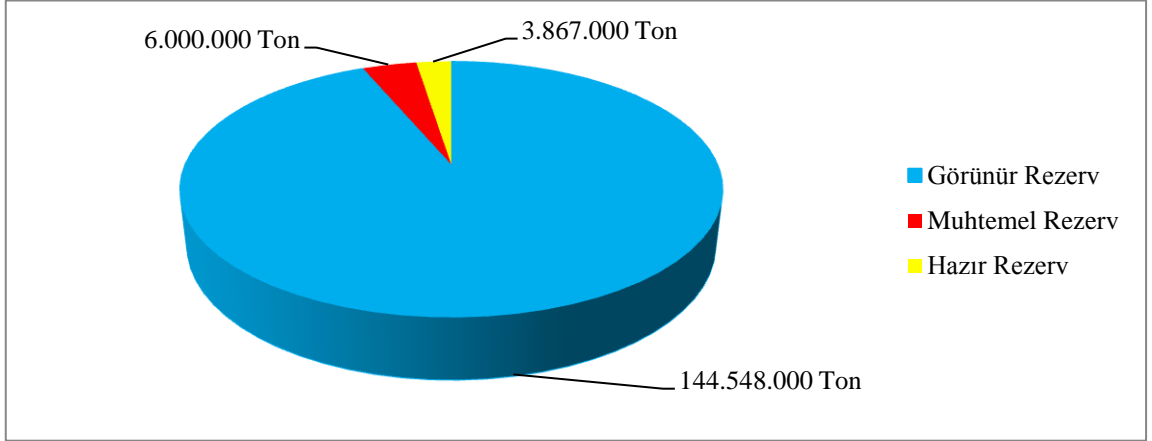
4.4. Rezerv Durumu ve Ruhsat Sahaları

Soma ELİ Müessesesi Müdürlüğü'ne ait ruhsat sahalarında, 2012 yılı itibari ile yapılan arama ve araştırma çalışmalarında tespit edilmiş olan (görünür + muhtemel + hazır) rezerv toplamı 717023464 ton'dur.

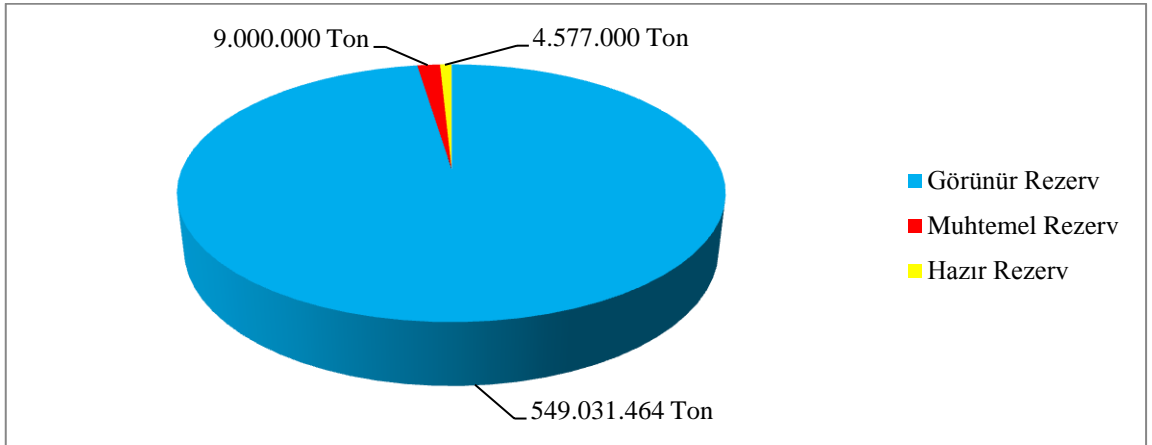
Toplam 717023464 ton'luk bu rezervin 154415000 ton'luk kısmı açık işletme; 562608464 ton'luk kısmı ise işletmenin yeraltı rezervlerini oluşturmaktadır. Şekil 4.4'te işletmeye ait ruhsat sahalarında belirlenen rezervlerin 2012 yılı itibari ile açık işletme ve yeraltı işletme bazındaki dağılımları verilmiştir. Şekil 4.4'te işletmeye ait ruhsat sahalarındaki toplam rezervin % dağılımları, Şekil 4.5'te açık işletme rezerv dağılımları, Şekil 4.6'da yeraltı işletmesinin rezerv dağılımları verilmiştir.



Şekil 4.4. ELİ rezerv dağılımı



Şekil 4.5. ELİ açık işletme rezervleri



Şekil 4.6. ELİ yeraltı işletme rezervleri

ELİ'nin Soma civarında 15 adet işletme ruhsatı sahası bulunmaktadır. Bu sahalardan 8 adedinde arama faaliyetleri devam etmekte olup, işletme aşamasına geçilememiştir. ELİ'de açık işletme faaliyeti sürdürülmekte olan sahalar Deniz, Kısrakdere (Güney ve Batı), Işıklar ve Sarıkaya – Telsiz' dir. İşletmede Haziran 2006 tarihi itibariyle başlayan ve özel sektör tarafından hizmet alımı yoluyla yeraltı işletme faaliyeti sürdürülmekte olan sahalarda üretim yapan firmalar Uyar-Soma Kömür A.Ş. ve Soma Kömür A.Ş.'dir. Eynez ve Sarıkaya sahalalarında ise hem açık işletme hem de yeraltı işletmeciliği yapılmaktadır. Ayrıca işletmenin Soma merkezde 2 adet arama ruhsatlı sahası da bulunmaktadır (Bu kaynağa erişilebilecek çevrimiçi adres

www.eli.gov.tr). ELİ’de açık işletme faaliyeti sürdürülmekte olan sahalar Deniz, Kısrakdere (Güney ve Batı), Işıklar ve Sarıkaya sahalarına ait görünüm verilmektedir (Şekil 4.7-8-9-10-11). Şekil 4.12’de ise Ocak 2013 tarihi itibarıyla işletmeye ait olan ruhsat sahalarının havzadaki konumları, işletme yöntemleri ve rezerv miktarları verilmiştir.



Şekil 4.7. Deniz sahası (www.eli.gov.tr)



Şekil 4.8. Sarıkaya sahası (www.eli.gov.tr)



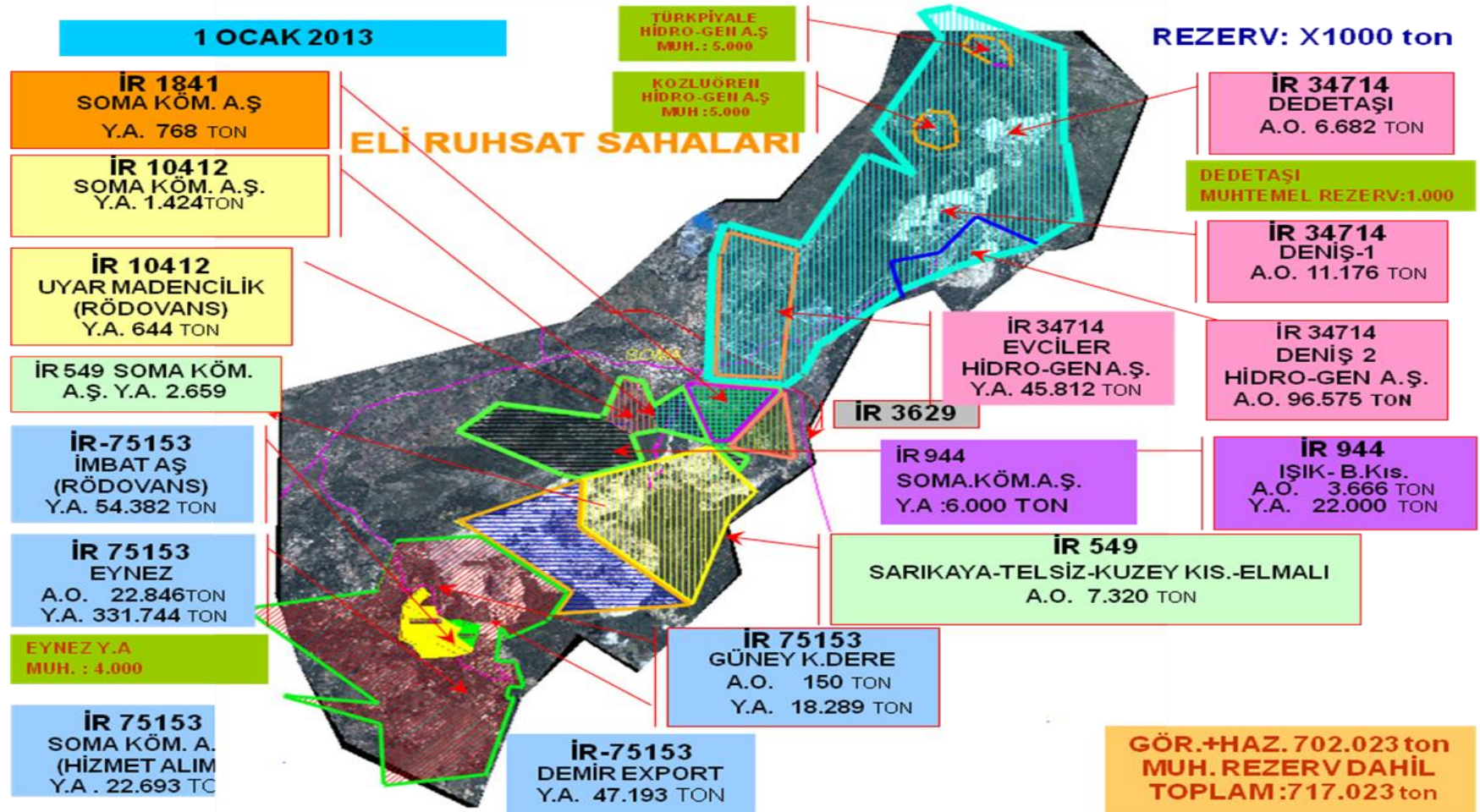
Şekil 4.9. Işıklar sahası (www.eli.gov.tr)



Şekil 4.10. Batı Kısırak dere sahası (www.eli.gov.tr)



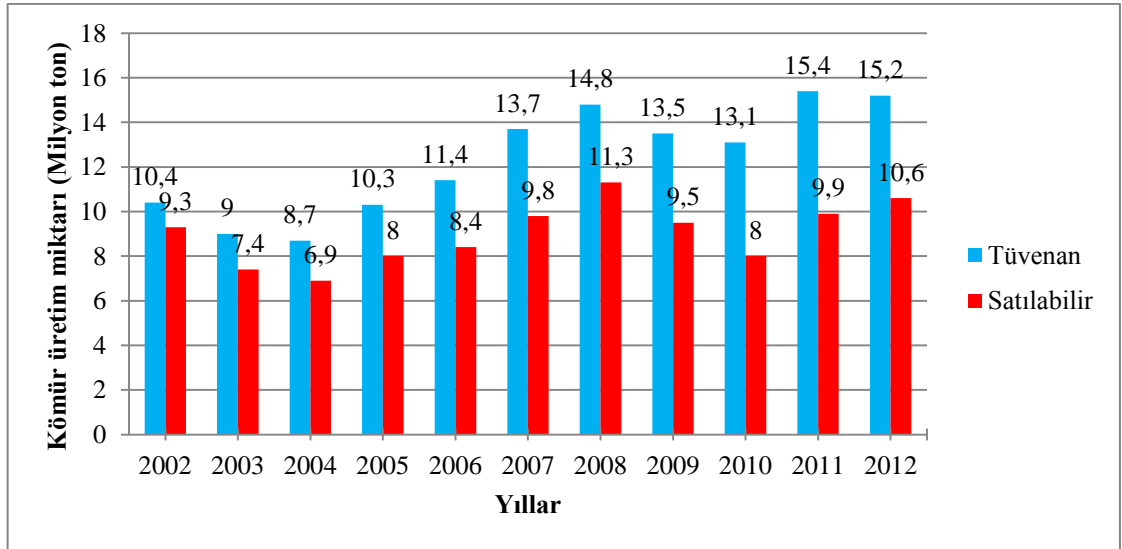
Şekil 4.11. Güney Kısırak dere sahası (www.eli.gov.tr)



Şekil 4.12. ELİ ruhsat sahaları (www.eli.gov.tr)

4.5. Kömür Üretim Faaliyetleri

Müessesede kömür üretimi açık işletmelerden yapılmaktadır. Yeraltı ocakları ise özel sektörçe işletilmektedir. En son, Eynez yeraltı işletmesi hizmet alımı yoluyla Haziran 2006 tarihi itibarıyla özel sektöre devredilmiştir. Üretilen linyit kömürünün bir kısmı sanayiye ve termik santrale sunulmakta; bir kısmı da yıkama-eleme işlemlerinden sonra piyasaya pazarlanmaktadır (Bu kaynağa erişilebilecek çevrimiçi adres www.eli.gov.tr). Şekil 4.13'te ELİ' de 2002-2012 yılları arasındaki tüvenan ve satılabilir kömür üretimi miktarları verilmiştir.



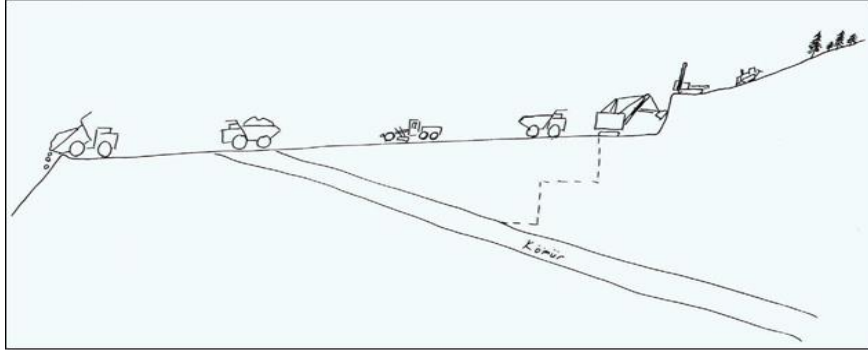
Şekil 4.13. ELİ 2002-2012 yılları arasındaki tüvenan ve satılabilir kömür üretimi miktarları (www.eli.gov.tr)

4.6. Açık Ocak İşletmelerinde Üretim Faaliyetleri

Açık ocak kömür madenciliğinde başlıca üç yöntem uygulanır;

1. Tabaka meyli boyunca, mostradan başlayarak derine doğru inmek
2. Tabaka meyli boyunca yukarı doğru çalışmak
3. Tabaka doğrultusu boyunca ilerlemek (kutu-kazı) yöntem

Soma havzasında, yukarıda belirtilen üretim yöntemlerinden mostradan başlayarak derine doğru yapılan kazı yöntemi uygulanmaktadır. Açık işletme ile yapılan kömür üretimi ekskavatör, yükleyici ve kamyonlarla, açık işletme hazırlık çalışması olan dekapaj ise ekskavatör-kamyon kombinasyonu ile yapılmaktadır (Şekil 4.14). Tabaka eğiminin 20 derecenin üzerinde olması, topografyanın engebeli oluşu, örtünün sert ve tabakalaşma gösteren formasyonlardan oluşması gibi nedenlerden dolayı bu koşullarda en fazla esneklik sağlayan ekskavatör-kamyon sistemi tercih edilmiştir. Bu sistem bazı yöntemlere göre genelde daha pahalı olmakla birlikte, topografyaya uyum sağlayabilmesi, sert ve iri parçalı malzemenin kazısında kullanılabilmesi ve panolar arası yer değiştirmenin kolay olması gibi üstünlükleri nedeniyle başarıyla uygulanmaktadır (Bu kaynağa erişilebilecek çevrimiçi adres www.eli.gov.tr).



Şekil 4.14. İşletmede uygulanan açık ocak üretim yöntemi (www.eli.gov.tr)

İşletmedeki örtü malzemesi genel olarak, orta sert ve sert marndır. Dekapaj çalışmalarında, ayna 9 inçlik delicilerle 6-8 metre aralıklarla 17 metre derinliğinde delinmektedir. Deliklere ANFO karışımı ve "emülite" konularak patlatılmaktadır. Patlatma faaliyetlerinin tamamı ile dekapaj faaliyetleri ve kömür naklinin önemli bir bölümü ihale ile üçüncü şahıslara yaptırılmaktadır (Bu kaynağa erişilebilecek çevrimiçi adres www.eli.gov.tr).

Patlatılarak gevşetilen malzeme 17-20 yd³ kepçe kapasiteli ekskavatörlerle kazılıp 85-170 short ton' luk kamyonlara yüklenip, döküm yerine götürülür ve dökülür.

Kömür, yükleyiciler ile aynadan kopartılamayacak kadar sert olduğu yerlerde, patlatılarak gevşetilir. Kepçelerle kamyonlara yüklenir ve silolara taşınır. Bu silolar; elek, lavvar veya termik santral nakil bandı silolarıdır. Yardımcı iş makinesi olarak, dozer, greyder, yol silindiri, delik delme makinesi, sulama arabası, yağlama arabası, mazot arabası, vinç, kanal açma makinesi, su tulumbası, personel nakil araçları mevcuttur (Bu kaynağa erişilebilecek çevrimiçi adres www.eli.gov.tr).

4.7. İşletmeye Bağlı Atölyeler

TKİ' nin en gelişmiş tamir bakım atölyelerine sahip müessesesinin ELİ olması nedeniyle gerek fiziki şartlar ve gerekse deneyimli teknik eleman ve işçi kadrosu ile bir yandan kendi makinelerinin, tamir- bakım-onarım, yağ-akaryakıt analizleri, şanzuman, motor ve tork testleri, imalat atölyelerinde her türlü (disk, dişli, burç, flanş, boru vs) imalat işleri yapılmakta/onarılmakta öte yandan TKİ' nin diğer müesseselerinden gelen geniş hacimli revizyon işleri de bu atölyeler tarafından karşılanmaktadır (Bu kaynağa erişilebilecek çevrimiçi adres <http://www.sayistay.gov.tr/rapor/kit/06TkiELi2011.pdf>). Şekil 4.15'te işletmede gerçekleştirilen bakım-onarım çalışmalarından bir görünüm verilmiştir.



Şekil 4.15. İşletmede gerçekleştirilen bakım-onarım çalışmalarından bir görünüm
(www.eli.gov.tr)

Makine İşletme Şube Müdürlüğü'ne bağlı revizyon, imalat ve bakım atölyeleri, Soma-Bergama karayolunun 10. kilometresinde kurulmuştur. Tesislerin yapımına 1985 yılında başlanmış ve 1987 yılında bitirilmiştir. Atölyeler toplam kapalı alanı 11.430 m² olan iki binada toplanmıştır. Binalardan birinde alanı 8.230 m² olan revizyon ve ağır bakım atölyeleri, diğerinde ise alanı 3.200 m² olan imalat atölyesi bulunmaktadır. Revizyon atölyeleri bünyesinde, ağır revizyon, hafif vasıta onarımı, motor yenileme, elektrik, yardımcı hizmet atölyeleri vardır. 2006 yılında da ayrıca, motor ve şanzıman test atölyesi hizmete alınmıştır. İmalat atölyesi ise, çarkhane, kaynakhane, soğuk ve sıcak demirhane, ısıl işlem ile lastik imalathanesi ünitelerinden oluşmuştur (Bu kaynağa erişilebilecek çevrimiçi adres www.eli.gov.tr).

Bu atölyelerin haricinde, Makine İşletme Şube Müdürlüğü bünyesinde, iş makinelerinin periyodik bakım ve onarımları için, Işıklar ve Deniz Açık Ocaklarında faaliyet gösteren tamir - bakım atölyeleri de bulunmaktadır (Bu kaynağa erişilebilecek çevrimiçi adres www.eli.gov.tr). Atöyelere ait görünüm Şekil 4.16-17-18-19-20 ve 21'de verilmiştir.



Şekil 4.16. Cenkyeri ağır revizyon atöyelerinin dıştan görünüşü (www.eli.gov.tr)



Şekil 4.17. Işıklar tamir bakım atölyesi (www.eli.gov.tr)



Şekil 4.18. Deniz tamir bakım atölyesi (www.eli.gov.tr)



Şekil 4.19. Motor yenileme atölyesi (www.eli.gov.tr)



Şekil 4.20. İmâlat atölyesi (www.eli.gov.tr)



Şekil 4.21. Ağır revizyon atölyesi (www.eli.gov.tr)

4.8. Cevher hazırlama ve zenginleştirme tesisleri

Açık ocak ve yeraltı işletmelerinden üretilen ve kül oranları yüksek olan tüvenan kömürlerin zenginleştirmeye tabi tutulup belirli kül ve kalori düzeyine getirilerek, sanayi ve piyasanın talebine uygun kalori ve boyutlarda kömür üretmek amacıyla müessesede son 5 yıl içerisinde 2 lavvar, 1 briket ve 4 torbalama tesisi kurulmuştur. Ocaklarda üretilen kömürler Işıklar-Dereköy, Deniz, Eynez ve Soma AŞ lavvarlarında yıkanmaktadır. Soma-Kısrakdere modüler lavvar tesisi ve Dereköy lavvarlarında kömürün yıkatılması işi ihale ile özel firmalara yaptırılmaktadır. Üretilen kömürler bu lavvarların dışında Deniz, Eynez ve Soma A.Ş. lavvarlarında da yıkanmaktadır. Deniz lavvarı, 3.000 ton/gün kapasiteli olup 2005 yılının Mart ayında devreye alınmıştır ve hizmet alımı şeklinde çalıştırılmaktadır. Eynez lavvarı 11.000 ton/gün kapasiteli olup redövanşçı firma (İmbat A.Ş.) tarafından işletilmektedir. Soma A.Ş. lavvarı ise 8.000 ton/gün kapasiteye sahip olup redövanşçı firma (Soma AŞ) tarafından çalıştırılmaktadır. Soma A.Ş. lavvarı firmaya aittir. 2010 yılı içinde bütün lavvarlara verilen 11 milyon ton açık ocak ve yeraltı tüvenan kömürlerinden 5,4 milyon ton satılabilir kömür elde edilmiş, diğer bir deyişle, yıl içerisinde lavvarlara zenginleştirilmek üzere verilen her 100 ton tüvenan kömürün 51 tonu pasa olarak atılmıştır (Bu kaynağa erişilebilecek çevrimiçi adres <http://www.sayistay.gov.tr/rapor/kit/06TkiELi2011.pdf>).

4.9. İşletmenin Makine Parkı

2012 yılı sonu itibari ile ELİ bünyesinde ana makinelerin dağılımı 16 elektrikli ekskavatör, 10 hidrolik ekskavatör, 98 ağır kamyon, 16 yükleyici, 15 greyder, 51 buldozer, 21 delik delme makinası şeklindedir. Müessese makine parkında bulunan ağır kamyon ve iş makinesi grubu oldukça eskidir. Müessese merkezindeki ana iş makinelerinin %4'ü 0-5 yaş grubunda, %13'ü 6-15 yaş grubunda, %83'ü ise 16 yaşının üzerindedir. Makine parkında bulunan ağır kamyonların %92'si 16 yaş üzeridir. İş hacmi ve bünyesinde bulundurduğu rezerv miktarı açısından TKİ'nin en büyük müessesesi olan ELİ'de uygun pano olmaması nedeniyle dragline kullanılmamaktadır. Yükleme işlerinde bu makinelerin yerlerine yüksek kapasiteli hidrolik ekskavatörler ile elektrikli ekskavatörlerden yararlanılmaktadır (Bu kaynağa erişilebilecek çevrimiçi adres <http://www.sayistay.gov.tr/rapor/kit/06TkiELi2011.pdf>). Şekil 4.22'de işletmede tüvenan kömür taşımak için kullanılan Komatsu marka ağır iş kamyonları görülmektedir.



Şekil 4.22. İşletmede kullanılan Komatsu marka ağır iş kamyonları (www.eli.gov.tr)

4.10. Yöredeki Madencilik Faaliyetlerinin Çevresel Etkileri

Madencilik faaliyetlerinin, üretim sürecinde buldukları yöreye ekonomik katkılarda buldukları gibi, çevreye olumsuz etkileri de olmaktadır. Bu olumsuzluklar, açık ocaklarda toz, gürültü, titreşim, patlama, su kaynaklarının yer değiştirmesi ve kaybolması gibi etkilerdir. Yeraltı ocaklarında ise tasman oluşması ve yeraltı suyunun ocak dışına direne edilmesidir. Kömür hazırlama ve yıkama faaliyetlerinden kaynaklanan olumsuzluklar ise, katı ve sıvı atıkların ekolojik dengeyi bozmaya yönelik etkileridir (Bu kaynağa erişilebilecek çevrimiçi adres www.eli.gov.tr).

Bu etkilerle mücadele için açık ocaklarda, işletme yollarının sulanması, titreşim etkisinin en aza indirilmesi amacıyla nonel elektriksiz ateşleme sistemlerinin kullanılması ve ocak dışı yolların asfaltlanması çalışmaları yapılmaktadır. Yeraltı işletmeleri yerleşim yerlerinin dışında olduğundan ve ramble uygulandığından tasman çok önemli bir etki oluşturmamaktadır. Ocak suyunun ise, drene edilirken, yeraltı suyuna karışmamasına dikkat edilmektedir. Lavvardan çıkan katı atıklar termik santrale satılmakta, sıvı atık, şlam havuzlarında dinlendirildikten sonra, şlamı alınarak piyasaya satılmaktadır. Lavvarda kullanılan su ise, tekrar devreye verilmektedir (Bu kaynağa erişilebilecek çevrimiçi adres www.eli.gov.tr). Şekil 4.23'te işletmeye ait lavvar tesislerinden bir görünüm verilmiştir.



Şekil 4.23. ELİ Soma Dereköy lavvarı (www.eli.gov.tr)

Ayrıca, açık işletmecilik ile kaçınılmaz olarak ormanlar tahrip edilmektedir. Bu olumsuzluk ise, mümkün olduğunca, iç döküm yapılarak ve terk edilen sahalar yeniden ağaçlandırılarak giderilmeye çalışılmaktadır (Bu kaynağa erişilebilecek çevrimiçi adres www.eli.gov.tr).

4.11. İşletmenin Yarattığı Değerler ve Ekonomiye Katkıları

İşletme, ilçeye önemli ekonomik katkılarda bulunmuştur. İlçenin imar planı yapılmış, hızla onaylanmış ve yeni yerleşim yerleri imara açılmıştır. Böylece, inşaat sektöründe önemli gelişmeler kaydedilmiştir.

Gerek işletmenin ve gerekse, bölgede çalışan dekapaj müteahhitlerinin araç gereç ve makine parkının yedek parça, tamir ve bakımlarının yapılması nedeniyle, Soma' da orta ve küçük ölçekli sanayi gelişmiştir.

Kalifiye eleman ihtiyacı nedeniyle ve artan nüfusun ihtiyacını karşılamak için, eğitim ve öğretim kurumlarının sayısında da artışlar olmuştur.

İşletme, Türkiye Kömür İşletmeleri Kurumu Genel Müdürlüğü'nün genel politikası çerçevesinde ülkenin yakıt ve enerji gereksinimini en verimli şekilde karşılamaya çalışmak ve mevcut linyit rezervlerini ülke yararına değerlendirmek için çalışmalarını sürdürmektedir. 2003 yılı itibariyle Bakanlar Kurulu kararına istinaden, bedeli Sosyal Dayanışma ve Yardımlaşma Vakıfları (SYDV) fonundan karşılanmak üzere, valilikler aracılığıyla ihtiyaç sahiplerine müessese tarafından bedelsiz kömür verilmeye başlanmıştır.

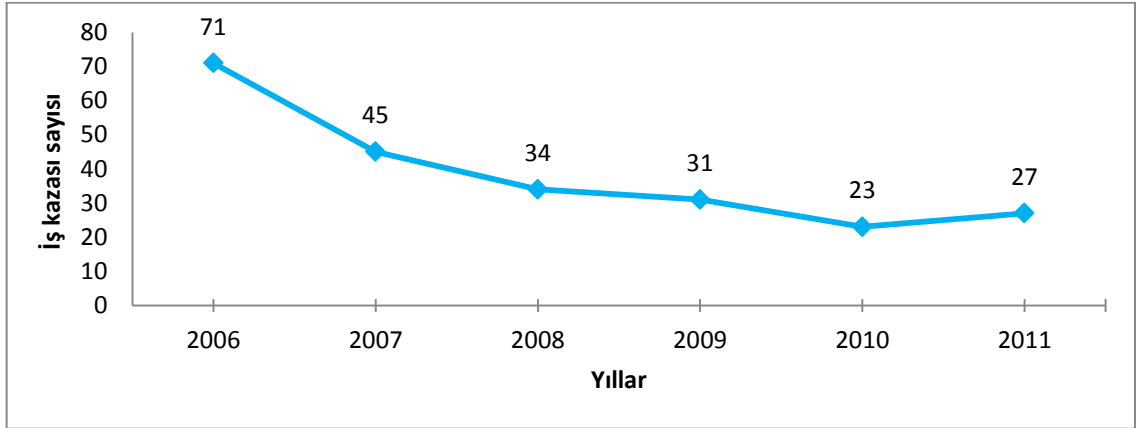
Madencilik, genelde yerleşim yerlerinden uzakta kırsal alanlarda doğa şartları ile mücadele edilerek yapılan bir işlemdir. Bu işlem sonucunda yeraltındaki ekonomik varlık ortaya çıkartılarak parasal değere dönüştürülmekte ve ülke hizmetine sunulmaktadır (Bu kaynağa erişilebilecek çevrimiçi adres www.eli.gov.tr).

BÖLÜM 5

UYGULAMA ÇALIŞMASI

ELİ’de 2006-2011 yılları arasında faaliyet göstermekte olan yeraltı ve yerüstü işletmelerinde toplam 258 iş kazası meydana gelmiştir. Bu kazalardan yer üstü ocaklarında meydana gelen 4 ölümlü iş kazası, yer altı ocaklarında meydana gelen 18 iş kazası ve model oluşturulma aşamasında veriler kategorik hale getirilirken sayısal çoğunluğu ayrı bir kategori oluşturmak için yeterli bulunmayan 5 iş kazası analiz dışında bırakılmıştır. Çalışmada, ELİ’de 2006-2011 yılları arasında meydana gelen 231 iş kazası verisi kullanılarak model oluşturulmuştur.

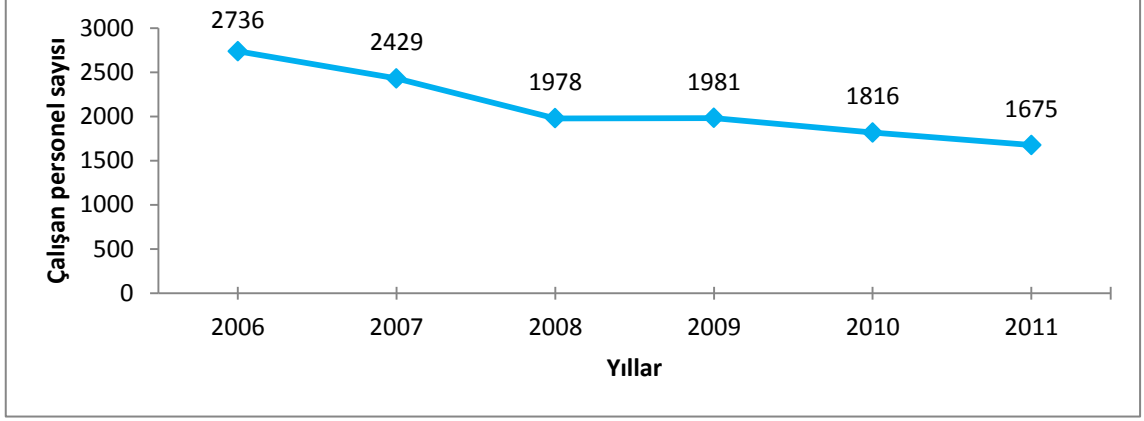
ELİ’de 2006-2011 yılları arasında meydana gelen iş kazalarının yıllara göre değişimi Şekil 5.1’de verilmiştir.



Şekil 5.1. ELİ’de 2006-2011 yılları arasında meydana gelen iş kazalarının yıllara göre değişimi

Şekil 5.1 incelendiğinde, iş kazası sayılarında yıllara göre genel olarak bir azalma olduğu görülmektedir. 2011 yılında ise az da olsa bir artış söz konusu olduğu

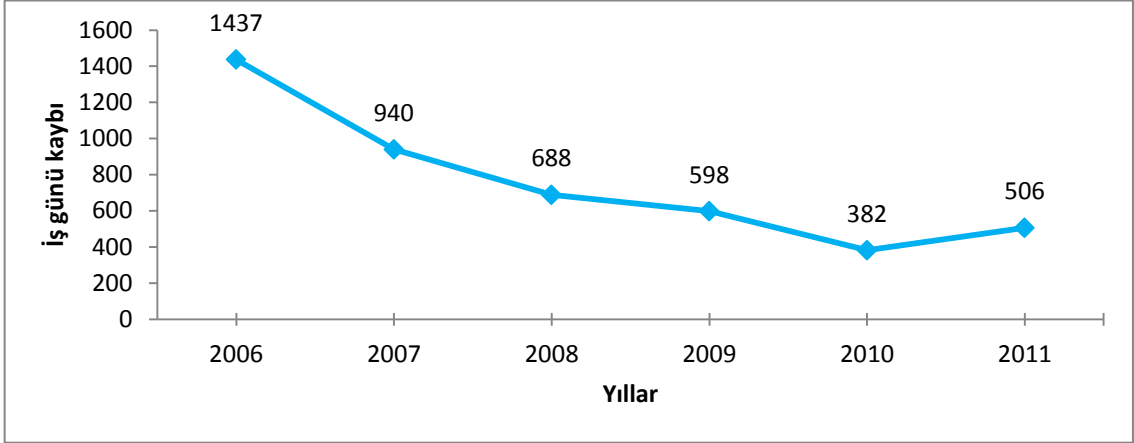
görülmektedir. Şekil 5.2’de ise 2006-2011 yılları arasında ELİ’de çalışan personel sayıları verilmiştir.



Şekil 5.2. ELİ’de 2006-2011 yılları arasında çalışan personel sayılarının yıllara göre değişimi

Şekil 5.2’ ye göre 2006-2011 yılları arasında ELİ’de çalışan personel sayısının giderek azaldığı görülmekte olup, 2006 yılında 2736 olan personel sayısı, 2011 yılında 1675’e düşerek %61 oranında azaldığı görülmektedir. Bu azalma trendinin nedeni işletmedeki yeraltı ocaklarının Haziran 2006 tarihinden sonra özel sektöre devri olarak açıklanabilir.

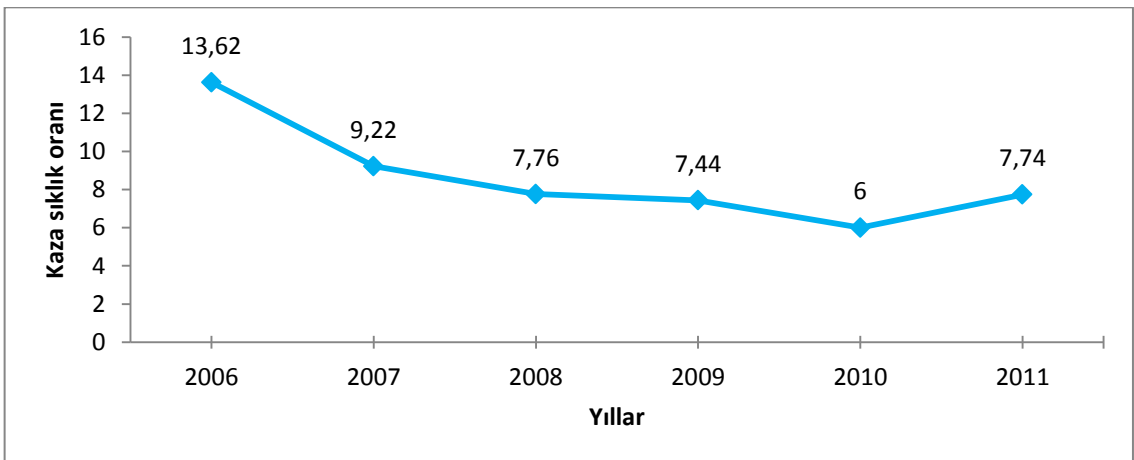
Şekil 5.3’te ELİ’de 2006-2011 yılları arasında meydana gelen iş kazaları sonucunda yaşanan gün kayıplarının yıllara göre değişimi verilmiştir.



Şekil 5.3. ELİ’de 2006-2011 yılları arasında meydana gelen iş kazaları sonucundaki gün kayıplarının yıllara göre değişimi

Şekil 5.3 incelendiğinde, işletmede meydana gelen iş kazaları sonucundaki gün kayıplarında genel olarak düzenli bir azaldığı, ancak 2011 yılında gün kayıplarında yeniden bir artış olduğu gözlemlenmiştir. Bu yılda meydana gelen iş kazası sayısının da artmış olması ve kazalar sonucu yaralanmaların daha ağır olduğu şeklinde yorumlanabilir.

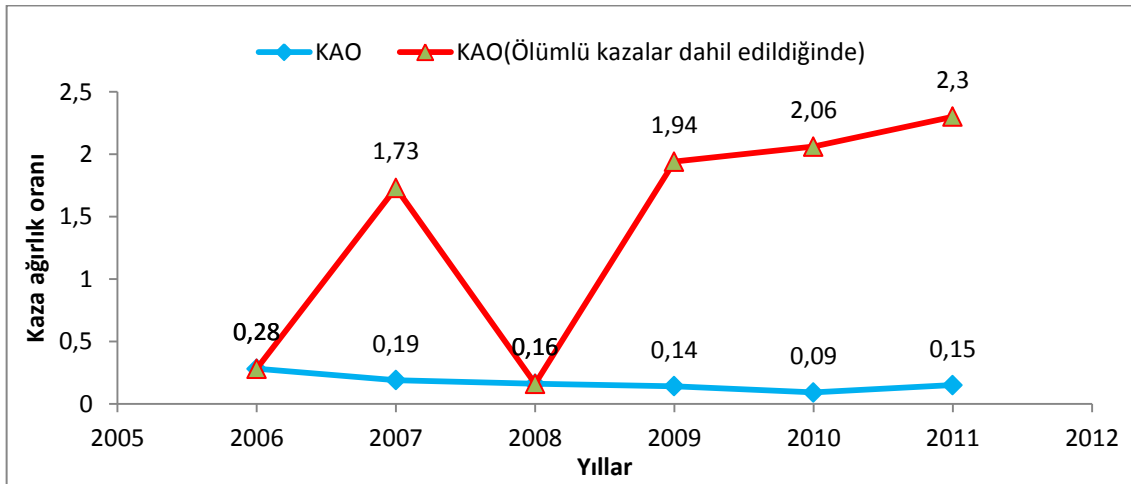
Şekil 5.4’te ELİ’de 2006-2011 yılları arasında meydana gelen iş kazası kayıtları kullanılarak hesaplanan kaza sıklık oranlarının değişimi verilmiştir.



Şekil 5.4. ELİ’de 2006-2011 yılları arasında hesaplanan kaza sıklık oranlarının yıllara göre değişimi

Şekil 5.4 incelendiğinde 2011 yılı dışında kaza sıklık oranlarında genel olarak bir azalma olduğu görülmüştür. Bunun nedeni işletmede meydana gelen iş kazalarının yıllara göre düzenli olarak azalması yani daha az sayıda kaza meydana gelmiş olması şeklinde ifade edilebilir.

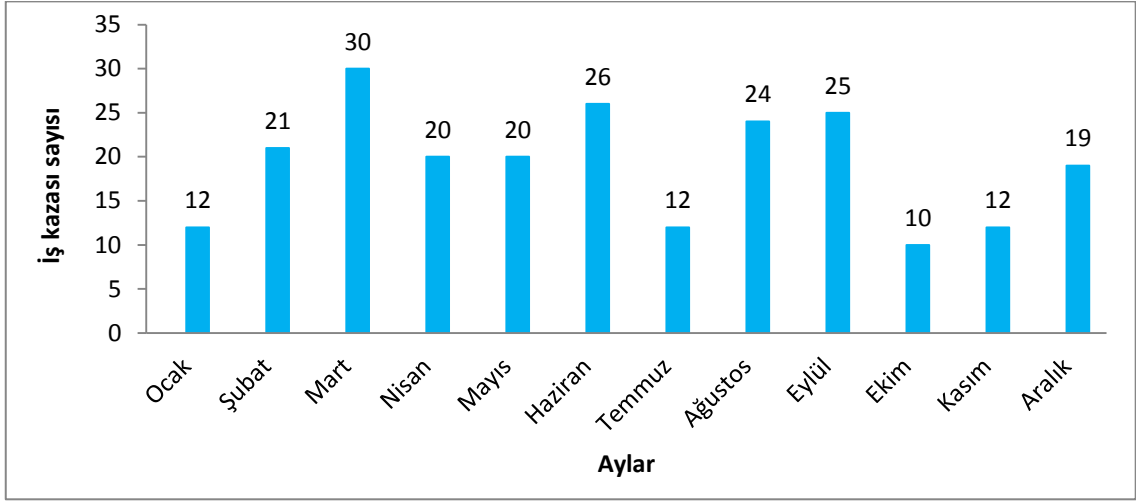
Şekil 5.5'te ELİ'de 2006-2011 yılları arasında meydana gelen iş kazası kayıtları kullanılarak hesaplanan kaza ağırlık oranlarının değişimini verilmektedir.



Şekil 5.5. ELİ'de 2006-2011 yılları arasında hesaplanan kaza ağırlık oranlarının yıllara göre değişimi

Şekil 5.5 incelendiğinde, işletme için genel olarak kaza ağırlık oranlarında bir azalma olduğu gözlemlenmektedir. Bu durum kaza sayıları ile birlikte iş günü kayıplarının da azaldığı şeklinde yorumlanabilir. Ancak 2011 yılında yeniden bir artış söz konusudur. Ölümlü bir iş kazası meydana geldiğinde iş günü kaybı kayıtlara Amerika Birleşik Devletleri'nde 6000 iş günü, İngiltere'de 6500 iş günü olarak girilirken Türkiye'de 7500 iş günü olarak girilir (Kasap, 2011). ELİ'de 2007, 2009, 2010 ve 2011 yıllarında meydana gelen ve analize dâhil edilmeyen 4 ölümlü iş kazası için her yıl 7500 iş günü kaybının katılmasıyla hesaplanan KAO değişimi de grafikte ayrıca verilmiştir. kaza ağırlık oranı hesabına dâhil edildiğinde değerlerin pik değerlere ulaştığı gözlemlenmiştir.

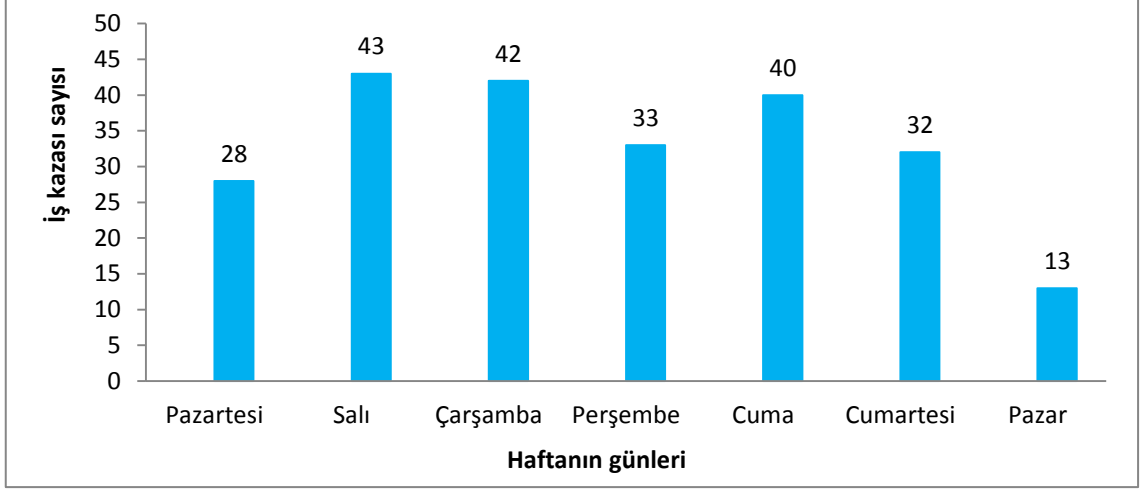
Şekil 5.6'da ELİ'de 2006-2011 yılları arasında meydana gelen iş kazalarının aylara göre dağılımı verilmiştir.



Şekil 5.6. ELİ'de 2006-2011 yılları arasında meydana gelen iş kazalarının aylara göre dağılımı

Şekil 5.6 incelendiğinde ELİ'de 2006-2011 yılları arasında meydana gelen iş kazalarının sırasıyla en çok mart, haziran, eylül ve ağustos aylarında yani üretim çalışmalarının en yoğun olduğu aylarda meydana geldiği görülmektedir. İşletmede bu aylar içerisinde meydana gelebilecek olası iş kazalarına karşı alınması gerekli tedbirleri daha sıklıkla gözden geçirilmeli, çalışanlar bu konuda bilgilendirilmelidir.

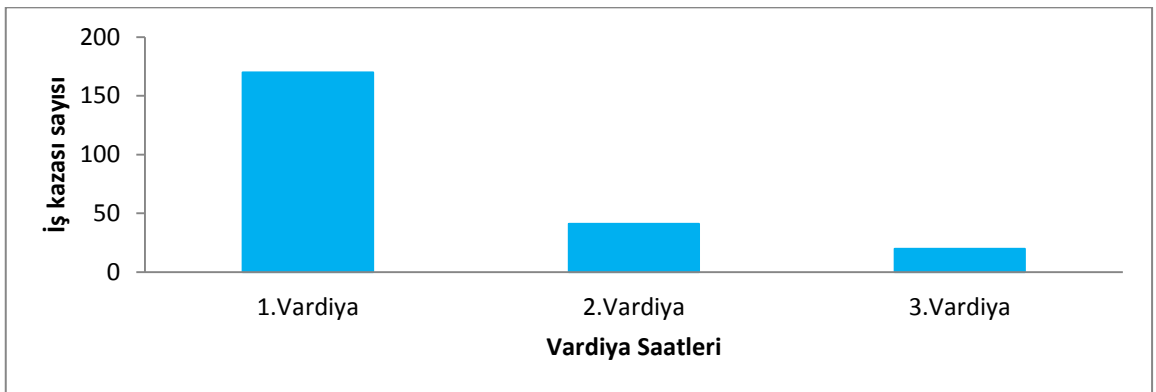
Şekil 5.7'de ELİ'de 2006-2011 yılları arasında meydana gelen iş kazalarının haftanın günlerine göre dağılımı verilmiştir.



Şekil 5.7. ELİ’de 2006-2011 yılları arasında meydana gelen iş kazalarının haftanın günlerine göre dağılımı

Şekil 5.7 incelendiğinde ELİ’de 2006-2011 yılları arasında meydana gelen iş kazalarının en çok sırasıyla salı, çarşamba ve cuma günleri meydana geldiği görülmüştür. Pazar günü iş kazaları sayısında bir düşüş gözlemlenmiştir.

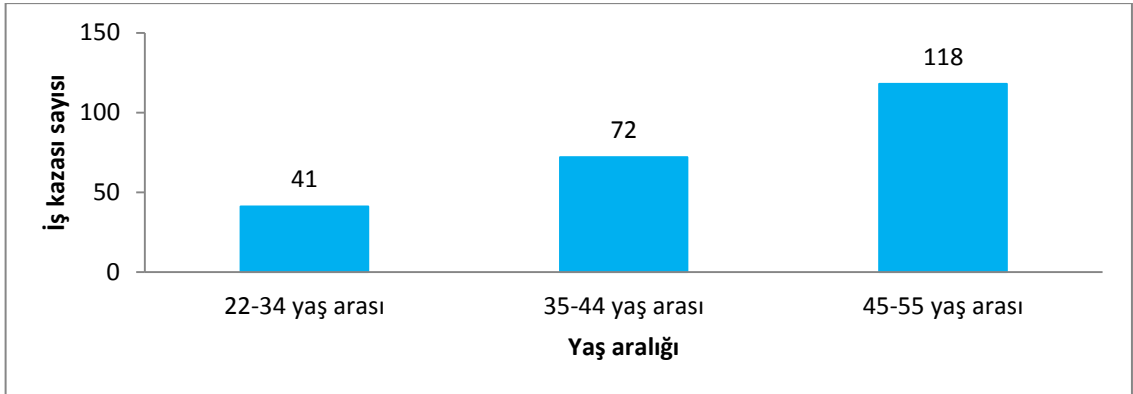
Şekil 5.8’ de ELİ’de 2006-2011 yılları arasında meydana gelen iş kazalarının işletmedeki vardiya saatlerine göre dağılımı verilmiştir. İşletme 3 vardiya olarak çalışmaktadır. 1. Vardiya 08.00-16.00, 2. Vardiya 16.00-24.00, 3. Vardiya ise 24.00-08.00 arasındadır.



Şekil 5.8. ELİ’de 2006-2011 yılları arasında meydana gelen iş kazalarının vardiya saatlerine göre dağılımı

Şekil 5.8 incelendiğinde, iş kazalarının 1. vardiyada yoğunlaştığı tespit edilmiştir. 1. Vardiyada meydana gelen iş kazalarının diğer vardiyalara göre fazla olmasının nedeni olarak bu vardiyada iş yoğunluğunun yani üretim faaliyetlerinin daha fazla olması, çalışanların vardiya bitimine kadar işlerini yetiştirebilme telaşı ve bu vardiyada çalışan sayısının diğer vardiyalara göre daha fazla olması gösterilebilir. 1. vardiyada meydana gelen iş kazalarını azaltmak için çalışma ortamlarında alınabilecek önlemler yeniden gözden geçirilmeli, vardiyalarda yapılan denetimler artırılmalıdır.

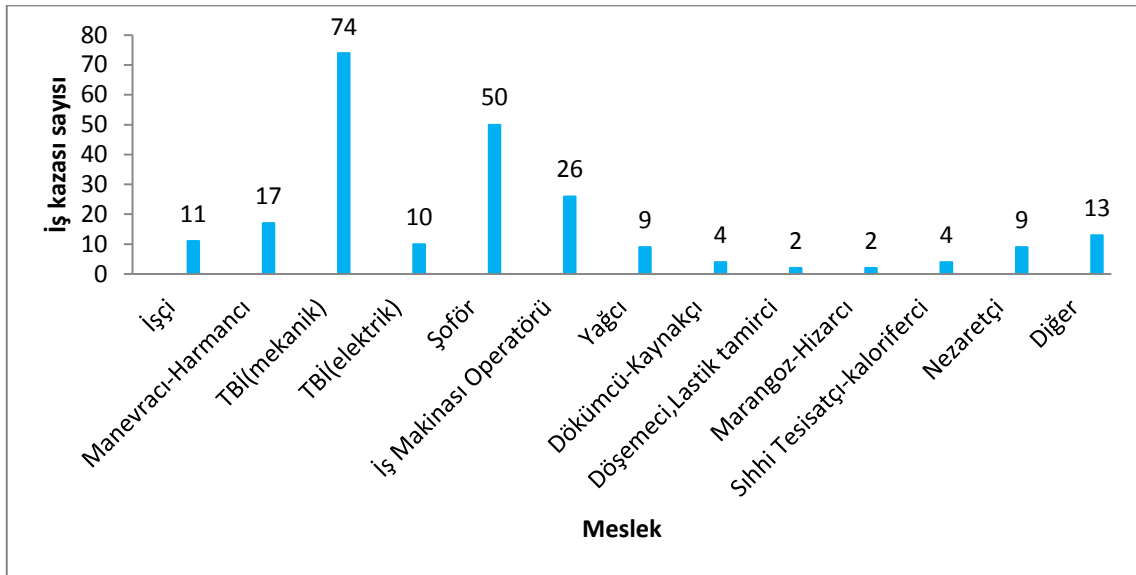
Şekil 5.9'da ELİ'de 2006-2011 yılları arasında meydana gelen iş kazalarının işletmede çalışanların yaşına göre dağılımı verilmiştir.



Şekil 5.9. ELİ'de 2006-2011 yılları arasında meydana gelen iş kazalarının çalışanların yaşına göre dağılımı

Şekil 5.9 incelendiğinde işletmede yaşanan iş kazalarının 45-55 yaş gruplarında yoğunlaştığı görülmektedir. 45-55 yaş grubundaki çalışanların geçirdiği iş kazası sayısı bu periyotta meydana gelen toplam iş kazasının %51'lik kısmını oluşturmaktadır. Bu artışın nedeni olarak, TKİ'nin bünyesindeki çalışanların ağırlıklı olarak 40 yaş ve üzerinde olması (TKİ, 2011), monotonluk ve yorgunluğun refleksi zayıflatması neticesi dikkat dağınıklığının yaşanması gösterilebilir. İşletmenin bu yaş aralığındaki çalışanlarına yönelik İSG eğitimlerini belirli periyodlarla artırması önerilebilir.

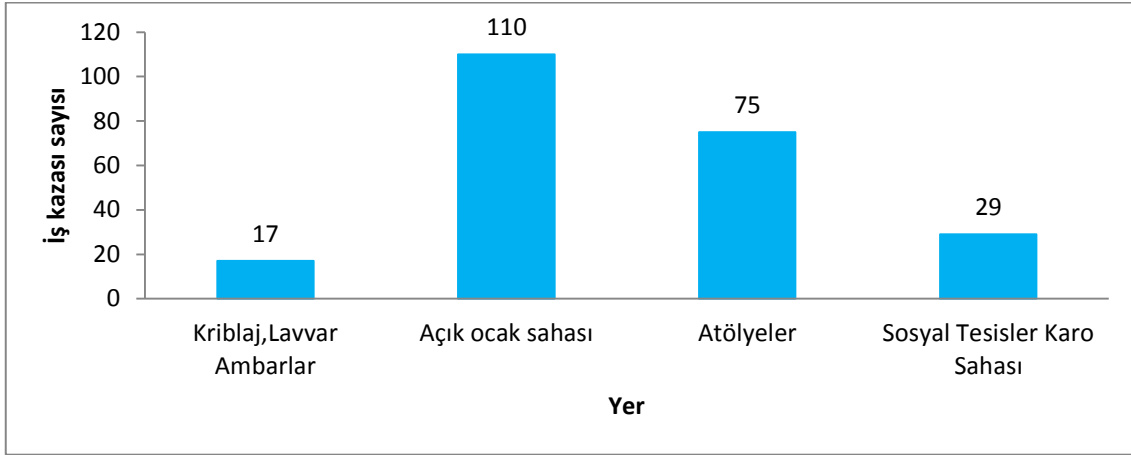
Şekil 5.10'da ELİ'de 2006-2011 yılları arasında meydana gelen iş kazalarının işletmede çalışanların mesleğine göre dağılımı verilmiştir.



Şekil 5.10. ELİ'de 2006-2011 yılları arasında meydana gelen iş kazalarının çalışanların mesleğine göre dağılımı

Şekil 5.10'da ELİ'de 2006-2011 yılları arasında meydana gelen iş kazalarının çalışanların mesleğine göre dağılımlarını gösteren grafik incelendiğinde en çok iş kazasının grafikte TBI (mekanik) olarak belirtilen tamir-bakım-imalat (mekanik) ve şoför meslek dalında meydana geldiği gözlemlenmektedir. Bu meslek gruplarından olan çalışanlar için eliminasyon, ikâme, izolasyon, riski transfer etme, mühendislik kontrolleri gibi kaynakta kontrollere ilişkin tedbirler alınmalıdır. İşletmede atölyelerde kullanılan kişisel koruyucu donanımların çalışanlar tarafından düzenli olarak kullanılıp kullanılmadığının kontrolü sağlamalı ve çalışanlar bu donanımları kullanmalarını konusunda teşvik edilmelidir. İşletmede şoför olarak çalışan personele yönelik İSG eğitimleri ve trafik eğitimleri sıklaştırılmalıdır.

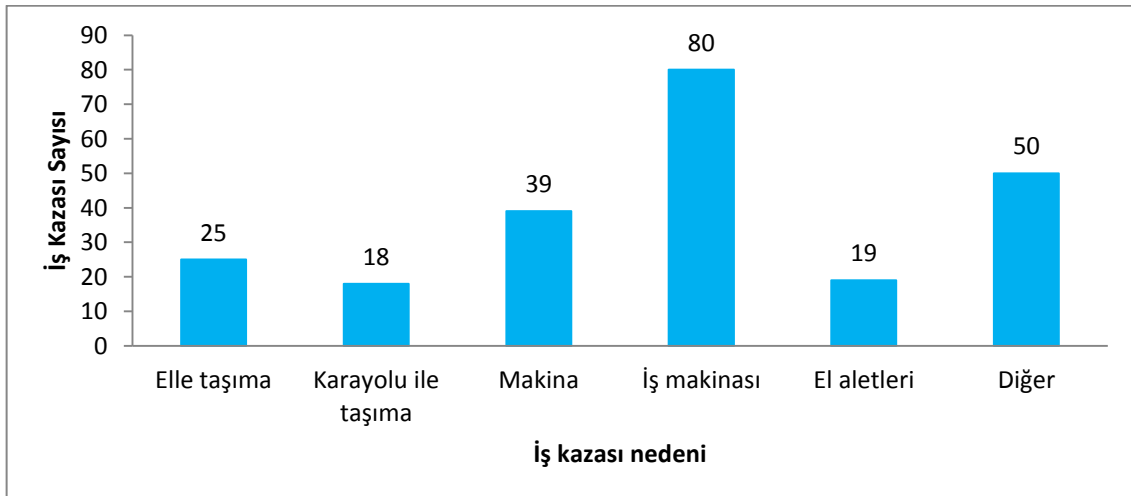
Şekil 5.11'de ELİ'de 2006-2011 yılları arasında meydana gelen iş kazalarının meydana geldiği yerlere göre dağılımı verilmiştir.



Şekil 5.11. ELİ’de 2006-2011 yılları arasında meydana gelen iş kazalarının meydana geldiği yerlere göre dağılımı

Şekil 5.11 incelendiğinde en çok iş kazasının açık ocak sahasında meydana geldiği ve atölyelerin de ikinci sırada yer aldığı gözlemlenmektedir. Faaliyet göstermekte olan açık ocak sahalarındaki ve atölyelerdeki tehlikeler belirlenmeli ve kaynağında yok edilmeye çalışılmalı ayrıca çalışan personele yönelik İSG eğitimleri düzenli olarak gerçekleştirilmelidir.

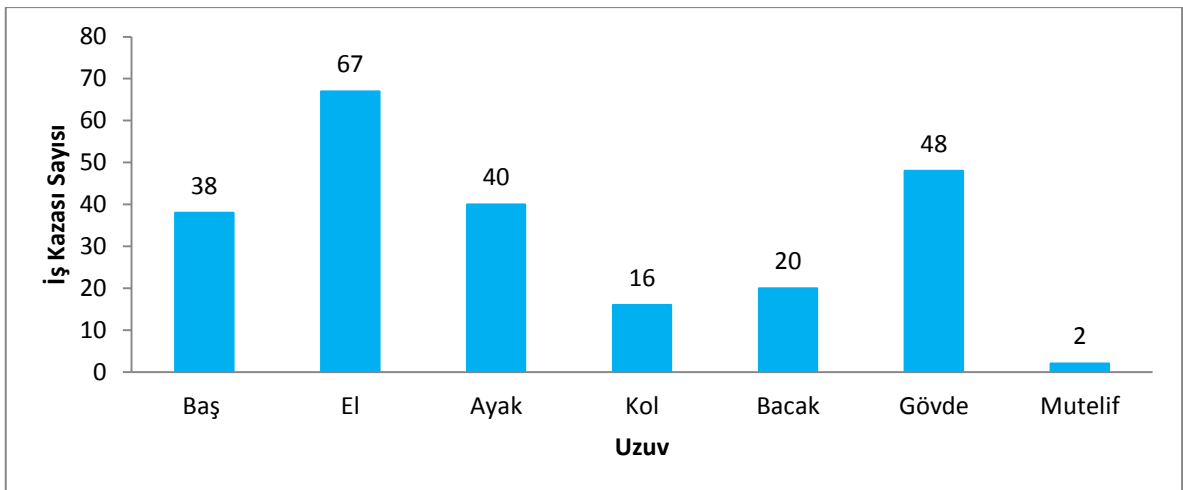
Şekil 5.12’de ELİ’de 2006-2011 yılları arasında meydana gelen iş kazalarının nedenlerine göre dağılımı verilmiştir.



Şekil 5.12. ELİ’de 2006-2011 yılları arasında meydana gelen iş kazalarının nedenlerine göre dağılımı

Şekil 5.12 incelendiğinde en çok iş kazasının iş makinesi kullanımı ve makina nedeniyle meydana geldiği görülmektedir. İş makinası nedeniyle meydana gelen kazalar, tüm kazaların %34'ünü, makine nedeniyle meydana gelen kazalar tüm kazaların %16'sını oluşturmaktadır. Yani iş makinası ve makine nedenli kazalar tüm kaza nedenlerinin yarısını oluşturmaktadır. İş makinası ve makine bakım-onarımının daha dikkatli ve kontrollü yapılması bunların doğru şekilde kullanımı ile ilgili eğitimlerin yapılması, bu nedenlerle ilgili kaza sayılarının azalmasını sağlayabilir.

Şekil 5.13'te ELİ'de 2006-2011 yılları arasında meydana gelen iş kazalarının kazalanan uzuvu göre dağılımı verilmiştir.



Şekil 5.13. ELİ'de 2006-2011 yılları arasında meydana gelen iş kazalarının kazalanan uzuvu göre dağılımı

Şekil 5.13'teki grafik incelendiğinde iş kazalarından en çok etkilenen uzuvların sırasıyla el, gövde, ayak ve baş olduğu belirlenmiştir. El yaralanması ve gövde yaralanması ile sonuçlanan iş kazalarının fazla olmasının nedeni bu uzuvların aktif olarak kullanılması ve kaza anında darbelere doğrudan maruz kalması olduğu söylenebilir. Gövdenin daha büyük yüzeye sahip olması kazalanma riskini arttırmaktadır. Ayrıca diğer uzuvları çeşitli koruyucu malzemelerle korumak mümkün iken gövdeyi fiziksel olarak sadece giyilen tulumlar korur, bunun dışında gövde için

herhangi bir koruyucu genellikle kullanılmamaktadır. Çalışanların uzuvlarını koruyucu ekipmanları kullanmasına önem verilmeli, çalışanlar bu konuda eğitilmeli, koruyucu ekipmanların kullanıldığının denetlenmesi gereklidir.

5.1. Uygulama Çalışması ve Model Oluşturulması

Bu uygulamada ülkemizde TKİ'ye bağlı olarak faaliyet göstermekte olan ELİ'de 2006-2011 yılları arasında meydana gelmiş iş kazaları verileri kullanılarak SPSS ver. 17.00 programında ikili lojistik regresyon analizi yapılmıştır. Gerçekleştirilen uygulama çalışmasında model oluşturma aşamaları adım adım anlatılmış ve oluşturulan model bir sonraki bölümde test edilmiştir.

İşletmede meydana gelen iş kazaları, kaza yerine göre 4 alt kategoriye ayrılmış olup bunlar açık ocak sahası, atölyeler, sosyal tesisler-karo sahası ve kriblaj-lavvar-ambarlardır. Kaza nedeni kategorisi makina, elle taşıma, iş makinası, diğer, el aletleri ve karayolu olmak üzere 6 alt kategoriye ayrılmıştır. Çalışanın mesleği, bakım personeli, şoför, işçi-manevraçı-harmanacı, iş makinası operatörü ve nezaretçi-diğer kategorisi olmak üzere 5 alt kategoriye ayrılmıştır. Meydana gelen iş kazası sonucu etkilenen uzuv ana kategorisi baş, el-kol, ayak-bacak ve gövde-muhtelif olarak 4 alt kategoriye ayrılmıştır. Çalışanın yaş aralığı 22-34, 35-44, 45-55 yaş aralıkları olarak 3 alt kategoriye ayrılmıştır. İş kazasının meydana geldiği vardiya saati ise 3 ayrı alt kategoriye ayrılmış olup bunlar 1. Vardiya (08.00-16.00), 2. Vardiya (16.00-24.00) ve 3. Vardiya (24.00-08.00) kategorileridir. Çizelge 5.1'de ELİ'de 2006-2011 yılları arasında meydana gelmiş iş kazası verilerinin, kategorilere göre % dağılımları verilmiştir.

Çizelge 5.1. ELİ’de 2006-2011 yılları arasında meydana gelen iş kazalarının kategorilere göre % dağılımları

Ana Kategoriler	Alt Kategoriler	% Dağılım
Kaza Yeri	Açık ocak sahası	47,62
	Atölyeler	32,47
	Sosyal tesisler, Karo sahası	12,55
	Kriblaj, lavvar, ambarlar	7,35
Kaza Nedeni	Makina	16,88
	Elle taşıma	10,82
	İş makinası	34,63
	Diğer	21,65
	El aletleri	8,23
	Karayolu ile taşıma	7,79
Meslek	Bakım personeli	45,45
	Şoför	21,65
	İşçi, manevracı, harmanıcı	12,12
	İş makinası operatörü	11,26
	Nezaretçi, diğer	9,52
Uzuv	Baş	16,45
	El, kol	35,93
	Ayak, bacak	25,97
	Gövde, muhtelif	21,65
Yaş	22-34	17,75
	35-44	31,17
	45-55	51,08
Vardiya Saati	1. Vardiya (08.00-16.00)	73,60
	2. Vardiya (16.00-24.00)	17,75
	3. Vardiya (24.00-08.00)	8,65
Gün Kaybı	İş günü kaybı ≤ 3 gün	15,58
	İş günü kaybı > 3 gün	84,42

Çizelge 5.2’de ELİ’de 2006-2011 yılları arasında meydana gelmiş iş kazası verilerindeki kaza nedenlerinin alt kategorilerinin, yaralanan uzuv, kaza yeri ve meslek gruplarına göre % dağılımları verilmiştir.

Çizelge 5.2. Kaza nedenleri alt kategorilerinin yaralanan uzuv, kaza yeri ve meslek gruplarına göre % dağılımları

Neden	%	Neden alt kategorisi	%	Uzuv	%	Yer	%	Meslek	%
Makine	16,88	Makine veya bir parçasının üzerine düşmesi	7,69	Baş	30,77	Açık ocak sahası	38,46	Bakım personeli	51,28
		Makine veya bir parçasının çarpması, vurması	38,46	El, kol	43,59	Atölyeler	51,28	Şöför	17,94
		Basınçlı hava veya hidrolik hortum patlaması	23,08	Ayak, bacak	10,26	Sosyal tesisler, karo sahası	7,69	İşçi, manevracı-harmancı	10,26
		Uzuv sıkışması	25,64	Gövde, muhtelif	15,38	Kriblaj, lavvar, ambarlar	2,57	İş makinası operatörü	10,26
		Uzuvlara çapak, yonga vs. batması (çivi batması dışında)	5,13					Nezaretçi, diğer	10,26
Elle taşıma	10,82	Herhangi bir şeyi taşıırken, kaldırırken, indirirken üzerine düşmesi	40,00	Baş	4,00	Açık ocak sahası	48,00	Bakım personeli	60,00
		Herhangi bir şeyi taşıırken, kaldırırken, indirirken düşmek	16,00	El, kol	32,00	Atölyeler	32,00	Şöför	16,00
		Herhangi bir şeyi taşıırken, kaldırırken, indirirken uzuv sıkışması	20,00	Ayak, bacak	32,00	Sosyal tesisler, karo sahası	16,00	İşçi, manevracı-harmancı	20,00
		Herhangi bir şeyi taşıırken, kaldırırken, indirirken belini incitmek	16,00	Gövde, muhtelif	32,00	Kriblaj, lavvar, ambarlar	4,00	İş makinası operatörü	4,00
		Diğer	8,00						
İş makinası	34,63	Makine parçasının çarpması, vurması	30,00	Baş	15,00	Açık ocak sahası	61,25	Bakım personeli	50,00
		İş makinasının üzerinde çalışırken düşme	6,25	El, kol	40,00	Atölyeler	31,25	Şöför	23,75
		İş makinasına binerken veya inerken merdivenden düşme	28,75	Ayak, bacak	26,25	Sosyal tesisler, karo sahası	3,75	İşçi, manevracı-harmancı	2,50
		Uzuv sıkışması	26,25	Gövde, muhtelif	18,75	Kriblaj, lavvar, ambarlar	3,75	İş makinası operatörü	18,75
		Uzuvlara çapak, yonga batması (çivi batması dışında)	3,75					Nezaretçi, diğer	5,00
		Makine parçasını kaldırma veya zorlama sonucu belini incitme	5,00						

Çizelge 5.2. (Devam ediyor) Kaza nedenleri alt kategorilerinin yaralanan uzuv, kaza yeri ve meslek gruplarına göre % dağılımları

Neden	%	Neden alt kategorisi	%	Uzuv	%	Yer	%	Meslek	%
Diğer	21,65	Düşme (elle taşıma, mek. taşıma, makine, el alet. ve iş mak. nedenliler hariç)	58,00	Baş	14,00	Açık ocak sahası	38,00	Bakım personeli	30,00
		Kapıya el, ayak vs. sıkışması	4,00	El, kol	26,00	Atölyeler	22,00	Şöför	12,00
		Ayak burkulması	16,00	Ayak, bacak	48,00	Sosyal tesisler, karo sahası	26,00	İşçi, manevracı-harmanıcı	30,00
		Diğer	22,00	Gövde, muhtelif	12,00	Kriblaj, lavvar, ambarlar	14,00	İş makinası operatörü Nezaretçi, diğer	10,00 18,00
El aletleri	8,23	El aletleri ile kendisine vurmak, kesmek, düşürmek	84,21	Baş	31,58	Açık ocak sahası	10,53	Bakım personeli	78,95
		El aletleri ile çalışırken zorlanma sonucu düşmek	10,53	El, kol	52,63	Atölyeler	57,89	Şöför	10,53
		Diğer	5,26	Ayak, bacak	10,53	Sosyal tesisler, karo sahası	10,53	İşçi, manevracı-harmanıcı	5,26
				Gövde, muhtelif	5,26	Kriblaj, lavvar, ambarlar	21,05	Nezaretçi, diğer	5,26
Karayolu ile taşıma	7,79	İş makinaları (devrilme, çarpma, yanma)	72,22	El, kol	16,67	Açık ocak sahası	72,22	Şöför	66,66
		İş makinaları dışındaki otomobil, otobüs, pikap vs.	27,78	Ayak, bacak	5,56	Sosyal tesisler, karo sahası	22,22	İşçi, manevracı-harmanıcı	5,56
				Gövde, muhtelif	77,77	Kriblaj, lavvar, ambarlar	5,56	İş makinası operatörü Nezaretçi, diğer	5,56 22,22

Çizelge 5.2 incelendiğinde makine nedeniyle meydana gelen kazaların en çok makine veya bir parçasının çarpması, vurması nedeniyle meydana geldiği, bu kazalardan en çok el, kol, baş uzuvlarının etkilendiği, yer olarak en sıklıkla atölyelerde ve açık ocak sahasında meydana geldiğini ve meydana gelen kazalardan en çok bakım personelinin etkilendiği söylenebilir. Elle taşıma nedeniyle meydana gelen kazaların en çok herhangi bir şeyi taşıırken kaldırırken, indirirken üzerine düşmesi sonucunda meydana geldiği, bu kazalardan baş hariç diğer tüm uzuvların eşit derecede etkilendiği ve elle taşıma nedenli kazaların yer olarak en sıklıkla açık ocak sahası ve atölyelerde meydana geldiğini ve en çok bakım personelinin etkilendiği söylenebilir. İş makinesi kullanımı nedeniyle meydana gelen kazaların en sıklıkla makine parçasının çarpması, vurması ve iş makinasına binerken veya inerken merdivenden düşme ve uzuv sıkışması gibi sebeplerden ötürü meydana geldiği, bu kazalardan en çok el, kol uzuvlarının etkilendiği ve bu kazaların sıklıkla açık ocak sahasında meydana geldiği, en çok bakım personelinin etkilendiği söylenilebilir. El aletleri kullanımı nedeniyle meydana gelen kazaların en sıklıkla el aletleri ile kendisine vurmak, kesmek, düşürmek nedeniyle meydana geldiği, bu kazalardan en çok el ve kolun etkilendiği, kazaların sıklıkla atölyelerde meydana geldiğini ve meydana gelen bu kazalardan en çok bakım personelinin etkilendiği söylenilebilir. Karayolu ile taşıma nedeniyle meydana gelen kazaların en çok iş makinalarının devrilmesi, çarpılması ve yanması sonucunda meydana geldiği, bu kazalardan gövde ve muhtelif uzuvlarının etkilendiği kazaların yer olarak en sıklıkla açık ocak sahasında meydana geldiğini ve kazalardan en çok şoförlerin etkilendiği söylenilebilir.

Modelde oluşturmak için kullanılan kodlar Çizelge 5.3'te verilmiştir. ELİ'de 2006-2011 yılları arasında yaşanan 231 iş kazası verisi de Çizelge 5.3'te verildiği gibi kategorik hale getirilmiştir.

Uygulama çalışmasında kullanılan kaza verileri, lojistik regresyon analizi için uygun hale getirebilmek amacıyla kategorilere ayrılmış ve her kategorideki değişkenler için atanan kod değerleri Çizelge 5.3'te verilmiştir.

Çizelge 5.3. Modelde kullanılan kodlar

Değişkenler	Değişkenlerin Açıklaması	Kod Değerlerinin Açıklaması
Y	İş günü kaybı	0 = 3 günden az iş günü kaybı ile sonuçlanan kazalar 1 = 3 günden çok iş günü kaybı ile sonuçlanan kazalar
X _{yer}	Kaza yeri	1 = Açık ocak sahası 2 = Atölyeler 3 = Sosyal tesisler, Karo sahası 4 = Kriblaj, Lavvar, Ambarlar
X _{neden}	Kaza nedeni	1 = Makine 2 = Elle taşıma 3 = İş makinası 4 = Diğer 5 = El aletleri 6 = Karayolu ile taşıma
X _{meslek}	Çalışanın mesleği	1 = Bakım personeli 2 = Şöför 3 = İşçi-manevracı-harmancı 4 = İş makinesi operatörü 5 = Nezaretçi, Diğer
X _{uzuv}	Kazalanan uzuv	1 = Baş 2 = El, Kol 3 = Ayak, Bacak 4 = Gövde, Muhtelif
X _{yaş}	Yaş	1 = 22-34 yaş 2 = 35-44 yaş 3 = 45-55 yaş
X _{vardiya}	Vardiya saati	1 = 1. Vardiya (08:00-16:00) 2 = 2. Vardiya (16:00-24:00) 3 = 3. Vardiya (24:00-08:00)

Gerçekleştirilen analizde Çizelge 5.3'te “Y” olarak belirtilen değişken bağımlı değişken olarak; X_{yer}, X_{neden}, X_{meslek}, X_{uzuv}, X_{yaş} ve X_{vardiya} değişkenleri ise bağımsız değişkenler olarak alınmıştır.

Uygulamada X_{yer} , X_{neden} , X_{meslek} , X_{uzuv} , $X_{\text{yaş}}$ ve X_{vardiya} bağımsız değişkenlerinin iş kazaları sonucundaki gün kayıpları üzerindeki etki düzeyleri (3 günden az iş günü kaybı ya da 3 günden çok iş günü kaybı) olmak üzere ikili lojistik regresyon analizi ile belirlenmeye çalışılmıştır. Bir diğer ifadeyle, bu bağımsız değişkenlerin iş kazası sonucu gerçekleşen iş günü kayıplarını 3 günden az ve 3 günden çok şeklinde etkileme özelliğine sahip olup olmadığı belirlenmeye çalışılmıştır. Kodlama aşamasında ise örneğin, 1. vardiyada çalışan 36 yaşındaki bir bakım personelinin atölyelerde el aletleri nedeniyle geçirdiği bir iş kazası sonucunda elinden yaralanması sebebiyle 5 iş günü kaybına neden olan bir iş kazası programa; 1. vardiya için X_{vardiya} değişkenine 1 değeri, 36 yaş için $X_{\text{yaş}}$ değişkenine 2 değeri, bakım personeli için X_{meslek} değişkenine 1 değeri, atölye için X_{yer} değişkenine 2 değeri, el aletleri için X_{neden} değişkenine 5 değeri, el yaralanması için X_{uzuv} değişkenine 2 değeri ve 5 iş günü kaybı için ise bağımlı değişken olan Y değişkenine 1 değeri atanmıştır. Yani bu örnek veri için değerler programa sırasıyla 1-2-1-2-5-2-1 şeklinde kodlanmıştır. ELİ’de 2006-2011 yılları arasında meydana gelen 231 iş kazası verisi programa bu şekilde girilmiştir. SPSS ver 17.00’da gerçekleştirilen kodlama işlemine ait ekran görüntüsü Şekil 5.14’te sunulmuştur.

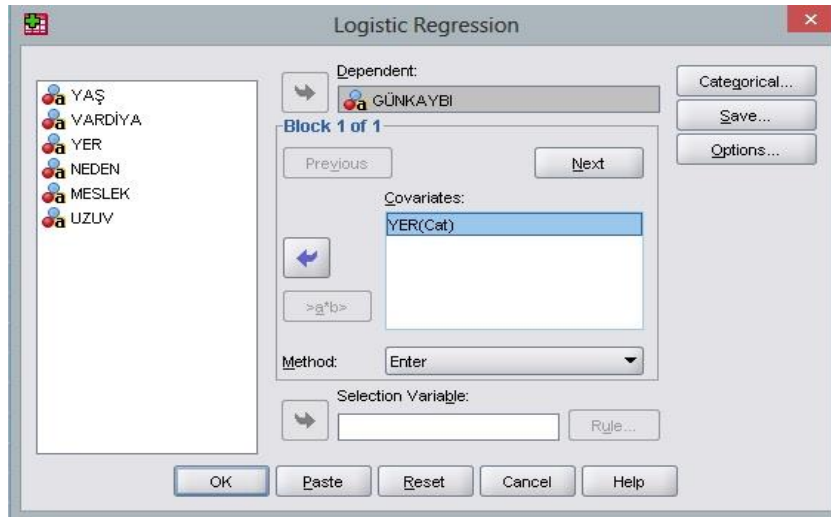
	YAŞ	VARDIYA	YER	GÜNKAYBI	NEDEN	MESLEK	UZUV	var	var	var	var	var
1	3	1	4	0	5	3	1					
2	2	1	3	0	4	3	1					
3	3	2	3	1	4	3	1					
4	3	1	3	1	1	3	1					
5	3	2	4	1	4	3	1					
6	3	1	1	1	4	3	1					
7	2	1	3	1	2	1	1					
8	3	1	2	0	1	1	1					
9	3	1	2	1	1	1	1					
10	3	2	2	1	1	1	1					
11	3	1	2	1	3	1	1					
12	2	1	1	1	3	1	1					
13	2	1	2	1	3	1	1					
14	3	1	2	1	3	1	1					

Şekil 5.14. Kaza verilerinin SPSS ver. 17.00 programına kodlanması

5.1.1. Basit ikili lojistik regresyon analizi

Her bir bağımsız değişkenin istatistiksel olarak anlamlılığı ve modele dâhil edilmelerini analiz etmek için basit ikili lojistik regresyon analizi yapılmıştır.

Basit ikili lojistik regresyon analizi için veriler SPSS ver. 17.00 programına kodlanmış halleriyle girildikten sonra Analyze menüsünden Regression, Binary Logistic seçeneği seçilir. Modelde kullanılan veriler için bağımlı ve bağımsız kategorik değişkenler programa tanımladıktan sonra ekrana gelen, Şekil 5.15'te görülmekte olan iletişim kutusundaki options seçeneğinde kurulacak model için hesaplanması istenilen değerlerin seçimi, “categorical” seçeneğinden ise değişkenlerin kategorik olup olmadığının tanımlanması işlemi gerçekleştirildikten sonra iletişim kutusunun alt kısmında bulunan “OK” kutucuğu tıklanır.



Şekil 5.15. Basit ikili regresyon analizi komut ekranı

Şekil 5.15'te modelde bağımlı değişken olan gün kaybı değişkeni ile bağımsız değişken olan yer değişkeni arasında gerçekleştirilen basit ikili lojistik regresyon analizi örneği diğer bağımsız değişkenler için de uygulanmış olup, her değişken için elde edilen analiz sonuçları Çizelge 5.4'te toplu halde verilmiştir.

Çizelge 5.4'te " β " sütununda modelde kestirilen regresyon katsayıları, "S.E" sütununda kestirilen eğim katsayılarının standart hataları, "Wald" sütununda Wald değerlerini (değişken katsayısının standart hataya bölümünün karesine eşittir), "df" sütununda serbestlik dereceleri, "Significant (p)" sütununda olasılık değerlerini, "Exp(β)" sütununda kestirilen Odds oranı değerleri, "95% C.I.for Exp (β)" sütununda ise tahminlenen Odds oranları için %95 alt (lower) ve üst (upper) güven sınırlarını göstermektedir.

Çizelge 5.4. Basit ikili lojistik regresyon analizi sonuçları

Bağımsız Değişkenler	β	S.E.	Wald	df	Significant (p)	Exp (β)	95% C.I.for Exp(β)	
							Lower	Upper
Yer	Kriblaj, Lavvar, Ambarlar ^a		83,860	3	,000			
	Açık ocak sahası	1,846	,278	44,137	1	,000***	6,333	3,674 10,918
	Atölyeler	1,761	,326	29,109	1	,000***	5,818	3,069 11,031
	Sosyal tesisler, Karo sahası	2,603	,733	12,614	1	,000***	13,500	3,210 56,770
Meslek	Nezaretçi, Diğer ^a		73,260	4	,000			
	Bakım personeli	-2,510	,253	35,478	1	,000***	4,526	2,754 7,439
	Şöför	-1,386	,354	15,374	1	,000***	4,000	2,000 7,998
	İşçi, Manevreci-Harmancı	-1,792	,540	11,007	1	,001***	6,000	2,082 17,292
İş makinesi operatörü	-2,485	,736	11,400	1	,001***	12,000	2,836 50,775	
Neden	Makina ^a		73,852	5	,000			
	Elle taşıma	3,178	1,021	9,696	1	,002***	24,000	3,247 177,405
	İş makinası	1,551	,294	27,770	1	,000**	4,714	2,648 8,392
	Diğer	2,197	,471	21,725	1	,000***	9,000	3,573 22,673
	El aletleri	1,674	,629	7,079	1	,008***	5,333	1,554 18,304
Karayolu ile taşıma	2,833	1,029	7,581	1	,006***	17,000	2,262 127,740	
Yaş	45-55 Yaş arası ^a		42,749	2	,000			
	22-34 Yaş arası	1,417	,394	12,930	1	,000***	4,125	1,905 8,930
	35-44 Yaş arası	1,946	,356	29,819	1	,000***	7,000	3,482 14,074
Vardiya	1. Vardiya ^a		83,756	2	,000			
	2. Vardiya	1,758	,217	65,891	1	,000***	5,800	3,794 8,867
	3. Vardiya	2,225	,526	17,865	1	,000***	9,297	3,297 25,951
Uzuv	Baş ^a		79,699	3	,000			
	El, Kol	1,879	,324	33,682	1	,000***	6,545	3,470 12,345
	Ayak, Bacak	1,872	,380	24,292	1	,000***	6,500	3,088 13,683
Gövde, Muhtelif	2,197	,471	21,725	1	,000***	9,000	3,573 22,673	

a: referans kategori.

*** 0,01 (%99) güvenilirlik seviyesinde istatistiksel olarak anlamlıdır.

Basit ikili lojistik regresyon analizi sonucu parametrelerin anlamlılıklarına (Significant (p) sütunu) bakıldığında tüm bağımsız değişkenlerin parametrelerinin %99

güvenilirlik seviyesinde istatistiksel olarak anlamlı olduğu görülmüştür. Bağımsız değişkenlerin oluşturulacak model için uygun olduğu anlamına gelmektedir.

Ayrıca bağımsız değişkenlerin kategorileri için hesaplanan Odds oranı (Çizelge 5.4'te Exp (β)) sütunundaki değerler) değerlerinin tümü 1' den büyük olduğu için tüm değişkenlerin oluşturulacak model için önemli bir etken olduğu görülmüş ve modele dâhil edilmesi uygun bulunmuştur.

Yer kategorisinde, kriblaj, lavvar, ambarlara göre 3 günden fazla iş günü kayıplı kaza geçirme ihtimali açık ocak sahasında 6,333 kat, atölyelerde 5,818 kat ve sosyal tesisler, karo sahasında 13,500 kat daha fazladır.

Meslek kategorisinde, nezaretçi, diğer meslek grubundan olan personele göre 3 günden fazla iş günü kayıplı kaza geçirme ihtimali bakım personeli için 4,526 kat, şoför için 4 kat, işçi, manevracı, harmanıcı için 6 kat, iş makinesi operatörü için 12,000 kat daha fazladır.

Neden kategorisinde, makine kullanımı nedenine göre 3 günden fazla iş günü kayıplı kaza geçirme ihtimali elle taşımada 24,000 kat, iş makinası kullanımında 4,714 kat, diğer nedenlerde 9,000 kat, el aletleri kullanımında 5,333 kat ve karayolu ile taşımada 17,000 kat daha fazladır.

Yaş kategorisinde, 45-55 yaş aralığındaki personele göre 3 günden fazla iş günü kayıplı kaza geçirme ihtimali 22-34 yaş aralığındaki çalışanlar için 4,125, 35-44 yaş aralığındaki personel için ise 7,000 kat daha fazladır.

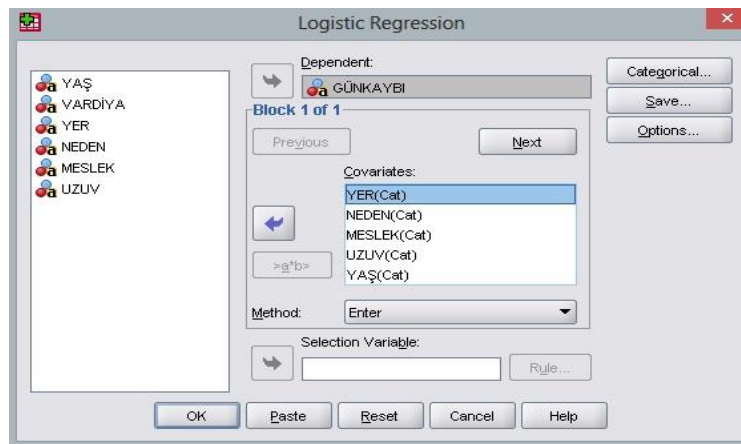
Vardiya kategorisinde, 1. vardiyada çalışan personellere göre 3 günden fazla iş günü kayıplı kaza geçirme ihtimali 2. vardiyada 5,800 kat, 3. Vardiyada ise 9,297 kat daha fazladır.

Uzuv kategorisinde, baş uzuvu yaralanması ile sonuçlanan kazalara göre el, kol uzuvlarının yaralanması ile sonuçlanan 3 günden fazla iş günü kayıplı kaza olarak

gerçekleşmesi ihtimali 6,545 kat, ayak-bacak yaralanmasında 6,500 kat, gövde yaralanmasında 9,000 kat daha fazladır.

5.1.2. Lojistik regresyon modeli tahmini

Uygulama çalışması için kodlanmış veriler SPSS ver. 17.00 programına girildikten sonra Analyze menüsünden Regression, Binary Logistic seçeneği seçilir. Modelde kullanılan veriler için bağımlı ve bağımsız kategorik değişkenler programa tanımlandıktan sonra ekrana gelen Şekil 5.16’da görülmekte olan iletişim kutusundaki Options seçeneğinde kurulacak model için hesaplanması istenilen değerlerin seçimi (modelde sabit bulunup bulunmaması, Hosmer-Lemeshow (H-L) testi, güven sınırları), Categorical seçeneğinden ise değişkenlerin kategorik olup olmadığının tanımlanmasında (programa model için kullanılan değişkenlerin kategorik olduğu tanımlanmaz ise program kodlanmış olan bu değişkenleri sürekli değişkenler olarak kabul etmektedir) işlemi gerçekleştirildikten sonra iletişim kutusunun alt kısmında bulunan “OK” kutucuğu tıklanır.



Şekil 5.16. Modelde kullanılan veriler için bağımlı ve bağımsız kategorik değişkenlerin programa tanımlanması

Tüm değişkenler modele katıldığında kurulan lojistik regresyon modeli için elde edilen analiz sonuçları Çizelge 5.5’te verilmiştir. Çizelge 5.5’te “ β ” sütununda

modelde kestirilen regresyon katsayıları, “S.E” sütununda kestirilen eğim katsayılarının standart hataları, “Wald” sütununda Wald değerleri (değişken katsayısının standart hataya bölümünün karesine eşittir), “df” sütununda serbestlik dereceleri, “Significant (p)” sütununda olasılık değerleri, “Exp (β)” sütununda kestirilen Odds oranı değerleri; “95% C.I.for Exp (β)” sütununda ise tahminlenen Odds oranları için %95 alt ve üst güven sınırları hesaplanmıştır.

Lojistik regresyon analizi sonuçları Çizelge 5.5’te verilmiştir.

Çizelge 5.5. Lojistik regresyon analizi sonuçları

Bağımsız Değişkenler	β	S.E.	Wald	df	Significant (p)	Exp (β)	95% C.I.for Exp(β)		
							Lower	Upper	
Yer	Kırlaj, Lavvar, Ambarlar ^a		13,849	3	,003				
	Açık ocak sahası	2,287	,700	10,678	1	,001***	9,844	2,497	38,805
	Atölyeler	2,347	,735	10,186	1	,001***	10,453	2,474	44,175
	Sosyal tesisler, Karo sahası	2,693	1,101	5,984	1	,014**	14,774	1,708	127,795
Meslek	Nezaretçi, Diğer ^a		9,706	4	,046				
	Bakım personeli	-2,171	,835	6,763	1	,009***	,114	,022	,586
	Şöför	-2,736	1,009	7,356	1	,007***	,065	,009	,468
	İşçi, Manevrecı-Harmancı	-2,129	,958	4,941	1	,026**	,119	,018	,777
İş makinesi operatörü	-1,238	1,174	1,112	1	,292	,290	,029	2,896	
Neden	Makine ^a		10,663	5	,058				
	Elle taşıma	2,379	1,163	4,185	1	,041**	10,793	1,105	105,436
	İş makinası	,918	,539	2,900	1	,089*	2,505	,871	7,208
	Diğer	1,456	,735	3,929	1	,047**	4,289	1,016	18,094
	El aletleri	1,785	,868	4,225	1	,040**	5,958	1,086	32,675
	Karayolu ile taşıma	2,500	1,248	4,012	1	,045**	12,188	1,055	140,766
Yaş	45-55 Yaş arası ^a		1,800	2	,407				
	22-34 Yaş arası	-,397	,579	,471	1	,493	,672	,216	2,091
	35-44 Yaş arası	,461	,549	,706	1	,401	1,586	,541	4,652
Vardiya	1. Vardiya ^a		5,618	2	,060				
	2. Vardiya	,868	,706	1,511	1	,219	2,382	,597	9,502
	3. Vardiya	-1,240	,700	3,139	1	,076*	,289	,073	1,141
Üzuv	Baş ^a		3,145	3	,370				
	El, Kol	,775	,540	2,063	1	,151	2,171	,754	6,256
	Ayak, Bacak	,934	,682	1,878	1	,171	2,545	,669	9,680
Gövde, Muhtelif	1,033	,743	1,932	1	,165	2,809	,655	12,054	

^a referans kategori.

* 0,10 (%90) güvenilirlik seviyesinde istatistiksel olarak anlamlıdır.

** 0,05 (%95) güvenilirlik seviyesinde istatistiksel olarak anlamlıdır.

*** 0,01 (%99) güvenilirlik seviyesinde istatistiksel olarak anlamlıdır.

Sonuç olarak lojistik regresyon denklemimiz:

$$\begin{aligned} \hat{Y} = & 2,287 X_{\text{açıkocaksahası}} + 2,347 X_{\text{atölyeler}} + 2,693 X_{\text{sosyaltesisler,karo sahası}} - 2,171 X_{\text{bakımpersoneli}} \\ & - 2,736 X_{\text{şöför}} - 2,129 X_{\text{işçi,manevracı,harmancı}} - 1,238 X_{\text{işmakinasıoperatörü}} + 2,379 X_{\text{elletaşıma}} + \\ & 0,918 X_{\text{işmakinası}} + 1,456 X_{\text{diğer}} + 1,785 X_{\text{elaletleri}} + 2,500 X_{\text{karayoluiletaşıma}} - 0,397 X_{\text{22-34yaşarası}} \\ & - 0,461 X_{\text{35-44yaşarası}} + 0,868 X_{\text{2.vardiya}} - 1,240 X_{\text{3.vardiya}} + 0,775 X_{\text{el,kol}} + 0,934 X_{\text{ayak,bacak}} + \\ & 1,033 X_{\text{gövde,muhtelif}} \end{aligned}$$

olarak bulunmuştur.

5.1.3. Model Parametrelerinin Anlamlılık Testleri

Modelde hesaplanan p (significant (p)) değerlerinin hesabında kullanılan Wald test istatistiği kullanılmak istenirse;

$$H_0 : \beta_k = 0$$

$$H_1 : \beta_k \neq 0 \text{ hipotez testleri kullanılabilir. (k=1,2,\dots,K)}$$

Modele katılan her bir değişken için Wald test istatistiğinin değerleri χ^2 tablo değerlerinden belirtilen anlamlılık düzeyleri için büyük bulunduğundan kaza yeri kategorisi için açık ocak sahası, atölyeler, sosyal tesisler ve karo sahası; sanat kategorisi için bakım personeli, şöför, işçi, manevracı ve harmancı; neden kategorisi için elle taşıma, iş makinası, diğer, el aletleri, karayolu ile taşıma; vardiya kategorisi için ise 3. vardiya değişkenlerinin istatistiksel olarak anlamlı olduğu söylenilebilir. Anlamlılık değeri olan p değeri Wald test istatistiği kullanılarak hesaplanır. Çizelge 5.5'te SPSS ver. 17.00 programında gerçekleştirilen analiz sonucunda elde edilen değerlerden örnek olarak modeldeki kaza yeri kategorisi için Wald test istatistiği değerinin Çizelge 5.5'te (Significant (p)) olarak belirtilen anlamlılık değeri olan p değerinin yorumlanmasındaki gibi kullanılabileceği daha detaylı açıklanmak istenirse; örneğin kaza yeri kategorisinde yer alan açık ocak sahası için Çizelge 5.5'te 10,678 olarak hesaplanan Wald istatistiği test değeri %99 güvenilirlik seviyesinde 1 serbestlik derecesi için χ^2 test istatistiğinin χ^2 dağılımı tablo değeri olan 6,635 değeri ile karşılaştırıldığında bu değerden daha büyük

olduğundan H_0 hipotezinin reddedildiği sonucuna ulaşılabilir. Yani açık ocak sahası değişkeninin değeri 0'dan farklı olduğu %99 güvenle ifade edilebilir. Bu durum şu şekilde gösterilebilir:

$$H_0 : \beta_{\text{açıkocaksahası}} = 0$$

$$H_1 : \beta_{\text{açıkocaksahası}} \neq 0$$

Diğer kategorilerdeki anlamlı olduğu tespit edilen değişkenlere ilişkin Wald testi de yukarıdaki örneğe benzer şekilde yorumlanabilir.

Eğer modelin genel anlamlılığı test edilmek istenirse;

$$H_0: \beta_1 = \beta_2 = \dots = \beta_k = 0$$

$$H_1: \beta_1 \neq \beta_2 \neq \dots = \beta_k \neq 0 \quad (\text{en az bir } \beta_k \text{ sıfırdan farklıdır (k = 1,2,\dots,K olmak üzere)})$$

hipotezleri altında hesaplanan test istatistiği 6 serbestlik derecesinde (6 kategorik değişken için) G istatistik değeri 17,758 (indirgenmiş modelin -2 Log likelihood değeri olan 174,447 ile indirgenmemiş modelin -2 Log likelihood değeri olan 156, 689' un farkı) olarak hesaplanmıştır. Hesaplanan bu değer %99 güvenilirlik seviyesinde 6 serbestlik derecesi için χ^2 test istatistiğinin tablo değerinden ($\chi^2_{6;0,01} = 16,812$) daha büyük olduğu için ($17,758 > 16,812$) H_1 hipotezi kabul edilir. Buradan tahmin edilen modellerin bir bütün olarak anlamlı olduğu sonucuna ulaşılabilir. Model için G test istatistik değerinin hesabında kullanılan -2 Log likelihood değerleri Çizelge 5.6. ve Çizelge 5.7'de verilmiştir.

Çizelge 5.6. İndirgenmiş modelin -2 Log likelihood değeri hesabı

Adım	- 2 Log likelihood
1	174,447
2	159,653
3	156,902
4	156,691
5	156,689
6	156,689

Çizelge 5.7. İndirgenmemiş modelin -2 Log likelihood değeri hesabı

Model Özeti			
Adım	-2 Log likelihood değeri	Cox & Snell R ² değeri	Nagelkerke R ² değeri
1	156,689	0,507	0,676

Modelin uyum iyiliğini test etmek amacıyla Hosmer-Lemeshow (H-L) testi de kullanılmaktadır.

Çizelge 5.8'de modelin Hosmer-Lemeshow testi sonucu verilmiştir. Çizelge 5.9'da ise modelin Hosmer-Lemeshow testi sonucunda hesaplanan gözlenen ve beklenen frekans değerleri dağılımı verilmiştir.

Çizelge 5.8. Hosmer-Lemeshow testi sonuçları

Modelin Hosmer and Lemeshow testi sonuçları			
Adım	χ^2 değeri	Serbestlik derecesi	Olasılık değeri
1	19,188	8	,014

Çizelge 5.9. Gözlenen ve beklenen frekans değerleri dağılımı

Modelin gözlenen ve beklenen frekans değerleri dağılımı						
		Gün kaybı = 0		Gün kaybı= 1		Toplam
		Gözlenen	Beklenen	Gözlenen	Beklenen	
Adım	1	15	12,311	8	10,689	23
	2	3	6,819	20	16,181	23
	3	4	4,910	19	18,090	23
	4	2	3,649	21	19,351	23
	5	3	2,726	19	19,274	22
	6	7	2,070	16	20,930	23
	7	1	1,414	22	21,586	23
	8	1	0,858	23	23,142	24
	9	0	0,500	23	22,500	23
	10	0	0,182	24	23,818	24

“ H_0 : Model verilere uygundur” ve H_1 : Model verilere uygun değildir” hipotezleri altında modelin uyum iyiliğinin değerlendirilmesi amacıyla yapılan Hosmer-Lemeshow test istatistiği değeri \hat{C} (modelin χ^2 test istatistiği değeri) Çizelge 5.8’de belirtildiği gibi 19,188 olarak hesaplanmıştır. Modelin hesaplanmış olan \hat{C} test istatistiği değeri, %99 güvenilirlik seviyesinde 8 ($g-2 = 10-2 = 8$) serbestlik derecesi için χ^2 test istatistiğinin tablo değeri olan $\chi_{0,01;8}^2 = 20,090$ ile karşılaştırıldığında daha küçük olduğu için ($19,188 < 20,090$) ve H_0 hipotezi kabul edilir. Bağımlı değişkenin ne derece etkin olarak tanımlandığını gösteren modelin uyum iyiliği testi sonucunda, bağımlı değişkenin modeli etkin bir biçimde tanımladığı belirlenmiştir.

Model için hesaplanan yapay R^2 değerleri Çizelge 5.10’da verilmiştir;

Çizelge 5.10. Model İçin Hesaplanan Yapay R^2 Değerleri

Model özeti			
Adım	-2 Log likelihood değeri	Cox & Snell R^2 değeri	Nagelkerke R^2 değeri
1	156,689	0,507	0,676

Çizelge 5.10'a göre yapay R²'lerin bağımsız değişkenlerin bağımlı değişkenleri açıklama oranı Cox & Snell için yaklaşık %51, Nagelkerke için %68 olarak belirlenmiştir. Bu değerlerin yapay R² değerleri için oldukça iyi değerler olduğu söylenilebilir. Modelin sınıflandırma tablosu Çizelge 5.11'de verilmiştir.

Çizelge 5.11. Modelin sınıflandırma tablosu

Modelin sınıflandırma tablosu			
Gözlenen	Tahmin edilen		
	Gün kaybı (Modele atanan)		Doğru sınıflandırma yüzdesi
	0 (3 günden az)	1 (3 günden çok)	
Gün Kaybı 0 (3 günden az)	10	26	27,8
1 (3 günden çok)	1	194	99,5
Genel yüzde			88,3

Kesim değeri (c) = 0,5

Çizelge 5.11'de model için hesaplanan sınıflandırma oranlarının oluşturma aşamasında öncelikle kesim değeri (c) 0,5 olarak belirlenmiş ardından tahmin edilen değerler, belirlenen kesim değerleri ile karşılaştırılarak uygun kategoriye atama yapılmıştır. Yani tahmin edilen değer eğer 0,5 değerini aşmış ise 1 kategorisine, aşmamış ise 0 kategorisine atanmıştır. Modelde kullanılan 231 adet iş kazası verisinden 36 iş kazası 3 günden az iş günü kaybı ile, 195 adet iş kazasının ise 3 günden çok iş günü kaybı ile sonuçlanmıştır. Çizelge 5.11'e göre modelin sınıflandırması 195 adet 3 günden çok iş günü kaybı ile sonuçlanan iş kazasından 194 adetinin 3 günden çok iş günü kaybı, 1 adedinin ise 3 günden az iş günü kaybı ile sonuçlandı; 36 adet 3 günden az iş günü kaybı ile sonuçlanan iş kazasından 26 adetinin 3 günden çok iş günü kaybı, 10 adetinin ise 3 günden az iş günü kaybı ile sonuçlandığı şeklinde gerçekleşmiştir. Böylece elde edilen denklemin 3 günden az iş günü kaybı ile sonuçlanan kazaları doğru tahmin etme oranı %27,8, 3 günden çok iş günü kaybı ile sonuçlanan kazaları doğru tahmin etme oranı %99,5, modelin genel olarak doğru sınıflandırma oranının ise %88,3 olduğu belirlenmiştir.

5.1.4. Modelde Odds Ratio (olasılık oranları)' nın yorumlanması

Tahmin edilen lojistik regresyon modelinden çıkartılacak yorumlar, modeldeki Odds oranları (Çizelge 5.5'te (Exp (β)) sütununda hesaplanan olasılık oranları) ile yapılır. Bu aşamada modelde anlamlı olduğu tespit edilen değişkenler yorumlanmıştır.

Yer kategorisinde yer alan referans kategori olarak kabul edilen kriblaj, lavvar, ambarlara göre 3 günden fazla iş günü kayıplı kaza geçirme ihtimali sosyal tesisler, karo sahasında 14,774 kat, atölyelerde 10,453 kat, açık ocak sahasında 9,844 kat daha fazladır. Oluşturulan modelde yer kategorisindeki değişkenlerin Odds oranı değerlerine göre, meydana gelen kazaların 3 günden fazla iş günü kaybı ile sonuçlanma olasılığı bakımından işletmedeki en riskli yerlerin sırasıyla sosyal tesisler ve karo sahası, atölyeler, açık ocak sahası olduğu belirlenmiştir. Bu değişkenler için hesaplanan Odds oranı değerleri 1' den büyük olduğu için, bu alanların işletme için gün kaybı bakımından önemli bir risk faktörü olduğu yorumu yapılabilir.

Katsayıları negatif ve Odds oranı değerleri 0' a yakın olarak tahmin edilen meslek kategorisinde yer alan değişkenlerin, gün kaybını azaltmada önemli birer faktör olduğu söylenilebilir. Söz konusu değişkenlere ilişkin yorum yapılabilmesi için Odds oranı değerlerinin 1/Odds oranı olarak düzeltilmesi gerekir. Nezaretçi, diğer meslek grubundan olan personele göre 3 günden fazla iş günü kayıplı kaza geçirme ihtimali şoför için 15,385 kat, bakım personeli için 8,772 kat, işçi, manevracı, harmanıcı için 8,403 kat daha fazladır.

Modelde neden kategorisinde yer alan, istatistiksel olarak anlamlı kabul edilen değişkenler için hesaplanan Odds oranı değerlerinin tümü 1'den yüksek olduğu belirlenmiştir. Bu değişkenlerin 3 günden fazla iş günü kayıplı kaza geçirme ihtimali bakımından önemli birer risk faktörleri olduğu yorumu yapılabilir. Makina kullanımı nedeniyle meydana gelen kazalara göre 3 günden fazla iş günü kayıplı kaza geçirme ihtimali karayolu ile taşıma nedenli kazalarda 12,188 kat, elle taşıma nedenli kazalarda 10,793 kat, el aletleri kullanımı nedenli kazalarda 5,958 kat, iş makinası kullanımı nedenli kazalarda 2.505 kat ve diğer nedenli kazalarda 4,289 kat daha fazladır.

Modelde değişken katsayısı negatif olarak tahmin edilen ve vardiya kategorisinde yer alan 3. vardiya değişkenlerine ilişkin yorum yapılabilmesi için Odds oranı değerlerinin 1/Odds oranı olarak düzeltilmesi gerekir. Buna göre 1. vardiyaya göre 3 günden fazla iş günü kayıplı kaza geçirme ihtimali 3. vardiyada 3,460 kat daha fazladır.

5.2. Modelin ELİ'de 2012 Yılında Meydana Gelen Kaza Verileri Kullanılarak Test Edilmesi

Lojistik regresyon denklemimiz Bölüm 5.1.2' de;

$$\hat{Y} = 2,287X_{\text{açıkocaksahası}} + 2,347X_{\text{atölyeler}} + 2,693X_{\text{sosyaltesisler,karo sahası}} - 2,171X_{\text{bakımpersoneli}} - 2,736 X_{\text{şöför}} - 2,129 X_{\text{işçi,manevracı,harmancı}} - 1,238 X_{\text{işmakinasıoperatörü}} + 2,379 X_{\text{elletaşıma}} + 0,918 X_{\text{işmakinası}} + 1,456 X_{\text{diğer}} + 1,785 X_{\text{elaletleri}} + 2,500 X_{\text{karayoluiletaşıma}} - 0,397 X_{\text{22-34yaşarası}} - 0,461 X_{\text{35-44yaşarası}} + 0,868 X_{\text{2.vardiya}} - 1,240 X_{\text{3.vardiya}} + 0,775 X_{\text{el,kol}} + 0,934 X_{\text{ayak,bacak}} + 1,033 X_{\text{gövde,muhtelif}}$$

olarak bulunmuştur.

2012 yılında ELİ'de meydana gelen gün kayıplı iş kazaları model parametrelerine uygun şekilde kodlanmış olarak Çizelge 5.12'de verilmiştir.

Çizelge 5.12. ELİ'de 2012 yılında meydana gelen gün kayıplı iş kazaları kayıtları

Kaza	Yaş Kodu	Vardiya Kodu	Meslek Kodu	Yer Kodu	Neden Kodu	Uzuv Kodu	Gün kaybı Kodu
1	1	2	3	1	3	3	1
2	3	1	5	1	3	2	0
3	1	1	3	1	4	3	1
4	2	2	4	1	3	2	1
5	3	2	2	1	3	1	0
6	3	1	5	1	3	4	1
7	3	1	1	2	1	4	1
8	3	1	1	2	1	2	1
9	3	1	1	2	1	2	0
10	2	1	1	2	5	2	1
11	1	1	1	2	4	3	0
12	1	1	1	2	3	3	1
13	2	1	1	2	5	2	1
14	3	1	1	2	5	1	0
15	1	1	1	2	3	4	0
16	1	1	1	2	3	2	1
17	1	1	1	2	4	4	1
18	2	1	1	2	4	4	1
19	3	1	1	2	4	4	1
20	3	1	1	2	4	3	1
21	2	1	1	2	5	1	0
22	2	1	1	2	2	2	1
23	2	1	1	2	5	2	1

Bulunan bu denklem çerçevesinde kullandığımız 6 değişkeni içeren 2012 yılında işletmede meydana gelmiş olan kaza verileri değerleri modele girilerek test işlemi gerçekleştirilmiştir. İşletmede 2012 yılında meydana gelmiş olan 2 ayrı kazaya ilişkin gerçekleştirilen test işlemi aşağıda verilmiştir;

Kaza-1; İşletmede 2. vardiyada çalışan 41 yaşındaki bir iş makinesi operatörünün açık ocak sahasında iş makinesi kullanımı nedeniyle geçirdiği bir iş kazası sonucunda elinden yaralanması sebebiyle 9 iş günü kaybına neden olan iş kazasının verileri modelde kullanılmıştır.

2. vardiya için denklemdeki $X_{2.\text{vardiya}}$ değişkenine 2 değeri,
 41 yaş için denklemdeki $X_{35-44\text{yaşarası}}$ değişkenine 2 değeri,
 iş makinesi operatörü için denklemdeki $X_{\text{işmakinasıoperatörü}}$ değişkenine 4 değeri,
 açık ocak sahası için $X_{\text{açıkocaksahası}}$ değişkenine 1 değeri,
 iş makinesi kullanımı nedeni için denklemdeki $X_{\text{işmakinası}}$ değişkenine 3 değeri
 el uzuvundan yaralanma için denklemdeki $X_{\text{el,kol}}$ değişkenine 2 değeri verilmiştir.

$$\hat{Y} = 0,868 X_{2.\text{vardiya}} - 0,461 X_{35-44\text{yaşarası}} - 1,238 X_{\text{işmakinasıoperatörü}} + 2,287 X_{\text{açıkocaksahası}} + 0,918 X_{\text{işmakinası}} + 0,775 X_{\text{el,kol}}$$

$$\hat{Y} = (0,868 \times 2) - (0,461 \times 2) - (1,238 \times 4) + (2,287 \times 1) + (0,918 \times 3) + (0,775 \times 2)$$

$$\hat{Y} = z = 2,453$$

$$P(Y=1) = \frac{1}{1+e^{-z}} = \frac{1}{1+e^{-2,453}} = 0,92$$

Bulduğumuz bu değer 0.50' den büyük olduğundan modele göre bu personelin 3 günden fazla iş günü kayıplı kaza geçirme ihtimalinin yüksek olduğu söylenebilir. Kaza verilerinden yapılan kontrolde personelin geçirdiği bu iş kazası neticesinde 9 günlük bir iş günü kaybı olduğu görülmüş ve modelin gün kaybını doğru olarak tahmin ettiği tespit edilmiştir.

Kaza-2; İşletmede 1. vardiyada çalışan modelde bakım personeli kategorisinde yer alan 27 yaşındaki bir elektrik teknisyeninin atölyelerde iş makinesi kullanımı nedeniyle geçirdiği bir iş kazası sonucunda ayağından yaralanması sebebiyle 19 iş günü kaybına neden olan iş kazasının verileri modelde kullanılmıştır;

1. vardiya için değişkeni modelde referans kategoride yer aldığı için bu değişkene bir değer atanmamış,

27 yaş için denklemdeki $X_{22-34\text{yaşarası}}$ değişkenine 1 değeri,

bakım personeli için denklemdeki $X_{\text{bakımpersoneli}}$ değişkenine 1 değeri,

atölyeler için $X_{\text{atölyeler}}$ değişkenine 2 değeri,
iş makinesi kullanımı nedeni için denklemdeki $X_{\text{işmakinası}}$ değişkenine 3 değeri
ayak uzuvundan yaralanma için denklemdeki $X_{\text{ayak,bacak}}$ değişkenine 3 değeri
verilmiştir.

$$\hat{Y} = -0,397 X_{22-34\text{yaşarası}} - 2,171 X_{\text{bakımpersoneli}} + 2,347 X_{\text{atölyeler}} + 0,918 X_{\text{işmakinası}} + 0,934 X_{\text{ayak,bacak}}$$

$$\hat{Y} = (-0,397 \times 1) - (2,171 \times 1) + (2,347 \times 2) + (0,918 \times 3) + (0,934 \times 3)$$

$$\hat{Y} = z = 7,682$$

$$P(Y=1) = \frac{1}{1+e^{-z}} = \frac{1}{1+e^{-7,682}} = 0,99$$

Bulduğumuz bu değer 0.50' den büyük olduğundan modele göre bu personelin 3 günden fazla iş günü kayıplı kaza geçirme ihtimalinin yüksek olduğu söylenilebilir. Kaza verilerinden yapılan kontrolde personelin geçirdiği bu iş kazası neticesinde 19 günlük bir iş günü kaybı olduğu görülmüş ve modelin meydana gelen bu iş kazası için gün kaybı olasılığını doğru olarak tahmin ettiği tespit edilmiştir.

Yukarıdaki kontroller ELİ'nin açık ocaklarında 2012 yılında meydana gelen iş kazalarının tümüne uygulanmış ve model tarafından işletmede meydana gelen 23 iş kazasından 3 günden fazla iş günü kaybı ile sonuçlanan 16 iş kazası doğru tahmin edilmiş, 3 günden az iş günü ile sonuçlanan 7 iş kazası ise 3 günden fazla iş günü kayıplı iş kazası olarak tahmin edilmiştir. Sonuç olarak ELİ'deki açık ocaklarda 2012 yılı içerisinde meydana gelen iş kazaları sonucundaki gün kayıplarının %70' inin model tarafından doğru tahmin edildiği tespit edilmiştir.

BÖLÜM 6

SONUÇ VE ÖNERİLER

Ülkemizde Manisa ilinin Soma ilçesinde TKİ'ye bağlı olarak faaliyet göstermekte olan ELİ'nin açık ocaklarında 2006-2011 yılları arasında meydana gelen iş kazası kayıtları kullanılarak yapılan çalışmada, istatistiksel yöntemlerden biri olan lojistik regresyon analizi kullanılarak madenciliğin en önemli sorunlarından biri olan iş kazaları ve iş kazaları sonucundaki gün kayıpları ele alınmıştır. Madencilik sektöründe yaygın ölümcül olmayan ve gün kaybıyla sonuçlanan kazalar yapılacak doğru analizlerle önlemler alınarak azaltılabilir veya önlenabilir.

Lojistik regresyon analizi sonucunda, yer kategorisinde yer alan, kriblaj, lavvar, ambarlara göre 3 günden fazla iş günü kayıplı kaza geçirme ihtimali sosyal tesisler, karo sahasında 14,774 kat, atölyelerde 10,453 kat, açık ocak sahasında 9,844 kat daha fazladır.

Meslek kategorisinde, Nezaretçi, diğer meslek grubundan olan personele göre 3 günden fazla iş günü kayıplı kaza geçirme ihtimali şoför için 15,385 kat, bakım personeli için 8,772 kat, işçi, manevracı, harmanıcı için 8,403 kat daha fazladır.

Modelde neden kategorisinde, makina kullanımı nedeniyle meydana gelen kazalara göre 3 günden fazla iş günü kayıplı kaza geçirme ihtimali karayolu ile taşıma nedenli kazalarda 12,188 kat, elle taşıma nedenli kazalarda 10,793 kat, el aletleri kullanımı nedenli kazalarda 5,958 kat, iş makinası kullanımı nedenli kazalarda 2.505 kat ve diğer nedenli kazalarda 4,289 kat daha fazladır.

Vardiya kategorisinde, 1. vardiyaya göre 3 günden fazla iş günü kayıplı kaza geçirme ihtimali 3. vardiyada 3,460 kat daha fazladır.

İşletmede kaza yeri olarak değerlendirildiğinde çoktan aza doğru sırasıyla sosyal tesisler, karo sahasında, atölyelerde ve açık ocak sahasında, kaza nedeni olarak değerlendirildiğinde sırasıyla karayolu ile taşıma, elle taşıma, el aletleri kullanımı nedeniyle meydana gelebilecek kazaların 3 günden fazla iş günü kaybı ile sonuçlanan kazalar olmasının daha olası olduğu görülmüştür. Bu unsurlarda işletmede alınan tedbirlerin yeniden gözden geçirilerek arttırılması gün kayıplarının azaltılabilmesi için büyük önem arz etmektedir.

Alınacak tedbirler sırasıyla kaynakta, ortamda ve kişide korunma ilkeleri göz önünde bulundurulurken düzenlenmelidir. Kazaların kök nedenlerine yönelik alınacak tedbirler, kazaların ortaya çıkmasını tümüyle engelleyeceğinden gün kayıplı kazaların meydana gelmesi de engellenmiş olacaktır.

Elle taşıma işlerinin mümkünse mekanik araçlarla yapılması, uzuvları koruyucu donanımların kullanılması ve ergonomiye yönelik alınan tedbirlerin yeniden gözden geçirilmesi hem kazaları önleyici, hem de kaza meydana gelmesi durumunda yaşanabilecek gün kayıplarını azaltması yönünden etkilidir.

İşletmenin, atölyelerinde kullanılan kişisel koruyucu donanımların çalışanlar tarafından düzenli olarak kullanıp kullanılmadığının kontrolü sağlanmalıdır. Atölyelerde düşmelere karşı her türlü çalışma zemini temiz ve engelsiz olarak bulundurulmalıdır. Çalışma zeminlerinde malzeme ve malzeme artığı bulundurulmamalı, kaymaya neden olacak maddelerin zemin üzerine dökülmesi engellenmelidir.

Bakım atölyelerinde kullanılan forklift vb. iş makinelerini yetki belgesi olmayanlar kullanmamalı ve araç üzerine operatöründen başkası bindirilmemelidir. İş makinelerinin mekanik olarak tamir bakımında görevli olan çalışanların ellerini korumak için çalışanlara verilen eldivenlerin düzenli olarak kullanılıp kullanılmadığı denetlenmeli, eskijenleri değiştirilmelidir. Meydana gelebilecek iş kazaları sonucundaki gün kayıplarının azaltılması hem çalışanların, hem işverenlerin hem de ülke ekonomisine kazanç sağlayacağı düşünülürse, bu konuda yapılacak çalışmaların ne

derece önemli olduğu ortadadır. Verilecek eğitimlerle işçileri tehlikeler ve riskler konusunda bilgilendirmek, işçilerin kişisel koruyucu donanımları kullanma alışkanlıklarını geliştirmek açısından meslek içi eğitimlerin süreklilik arz etmesi kaza meydana gelmesi durumunda işçinin maruz kalacağı zararın en düşük düzeye indirilmesi açısından önem arz etmektedir.

Riskli alanlarda yeterli iş tecrübesine sahip personelin çalıştırılması meydana gelebilecek iş kazası sayılarını azaltma konusunda önemlidir. Ancak gerekli önlemlerinin alınmasından sonra da zamanla yeni tehlikeli durumlar oluşabilmektedir. Bu nedenle üretimin her aşamasında kontrol ve denetim aksamadan sürdürülmelidir. Bu sayede işletmelerin iş kazalarından doğan kayıpları azaltılacak, üretimin kesintisiz olarak sürmesi sağlanacak, işgücü veriminde ve toplam verimdeki artışlarla ülke kalkınmasına yardımcı olunacaktır.

Ayrıca lojistik regresyon analizi sonucunda kurulan model kullanılarak işletmede 2012 yılında meydana gelen iş kazaları sonucundaki gün kaybı olasılıkları tahmin edilmeye çalışılmıştır. Kurulan bu modelin meydana gelen kazalar sonucundaki gün kayıplarını %70 oranında doğru olarak tahmin ettiği tespit edilmiştir.

Lojistik regresyon modelleri kategorik olarak gruplandırılan veriler için esnek ve uygun olduğundan birçok alanda kullanılabildiği gibi madencilik alanında da kullanılabileceği bu çalışmada kanıtlanmıştır. Önemle vurgulanması gereken bir nokta da bu uygulama çalışmasının sadece ELİ müessesesi için geçerli olduğudur. Ellerinde geçmiş yıllara ait kaza verileri olan tüm işletmeler bu tip çalışmalar gerçekleştirerek meydana gelebilecek iş kazaları sonucundaki gün kayıplarını azaltma yönünde önemli adımlar atabilirler.

KAYNAKLAR DİZİNİ

- Agresti, A., 1996 An Introduction to categorical data analysis, John Wiley and Sons Inc., 372 p.
- Aksaraylı, M. ve Saygın, Ö., 2011, Algılanan hizmet kalitesi ve lojistik regresyon analizi ile hizmet tercihinin etkisinin belirlenmesi, Dokuz Eylül Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, 13, 1, 21-37.
- Akyiğit, E., 2001, İçtihatlı ve uygulamalı iş kanunu şerhi, Seçkin Yayınları, Ankara, 1637 s.
- Aydın, H., 2010, Evaluation of the risk of coal workers pneumoconiosis (CWP): A case study for he Turkish hardcoal mining, Scientific Research and Essays, 5, 21, 3289-3297.
- Bircan, H., 2004, Lojistik regresyon analizi: tıp verileri üzerine bir uygulama, Kocaeli Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, 2, 185-208
- Düzgün, H.S.B. and Einstein, H.H., 2004, Assessment and management of roof fall risks in underground coal mines, Safety Science, 42, 23-41.
- Düzgün, H.S.B., 2005, Analysis of roof fall hazards and risk assessment for Zonguldak coal underground mines, International Journal of Coal Geology, 64, 104-115.
- Erbayat, C.K., Akyel, H.S. ve Yüksel, A., 2011, Yeraltı kömür madenlerinde iş müfettişlerince yapılan kaza incelemelerinin değerlendirilmesi, Maden İşletmelerinde İşçi Sağlığı ve İş Güvenliği Sempozyumu Bildiriler Kitabı, Zonguldak, 117-123.
- Gerek, N., 1998, Türkiye’de İşçi Sağlığı ve İş Güvenliği, Türk- Ar yayınları, Eskişehir, 198 s.
- Girginer, N. ve Cankuş, B., 2008, ,Tramvay yolcu memnuniyetinin lojistik regresyon analizi ile ölçülmesi: Estram örneği, Celal Bayar Üniversitesi İ.İ.B.F. Dergisi, 15, 1, 181-193.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Gök, A. C., 2010, İletmelerin tahminleme sürecinde bulanık doğrusal regresyon analizi ve lojistik regresyon analizinin uygulanması, Yüksek Lisans Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İzmir
- Gujarati, D. N., 2003, Basic Econometrics, Mc-Grawhill Companies, New York, 4th Edition, 1002 p.
- Güler, Ç., ve Akın L., 1997, Halk sağlığı temel bilgiler, Güneş Kitabevi-Ankara, 265-281.
- Güriş, S. ve Çağlayan, E., 2000, Ekonometri temel kavramlar, Der Yayınları, İstanbul, 812 s.
- Gürsakal, N., 2007, Sosyal bilimler karmaşıklık ve kaos, Nobel Yayın Dağıtım, Ankara, 1, 168 s.
- Hosmer, D. W. and Lemeshow, S., 1989, Applied logistic regression, John Wiley & Sons, New York, 307 p.
- Hosmer, D. W. and Lemeshow, S., 2000, Applied logistic regression, John Wiley & Sons, New York, 2, 373 p.
- Işığışok, E., 2011, Altı sigma kara kuşaklar için hipotez testleri yol haritası, Marmara Kitabevi Yayınları, Bursa, 2, 356 s.
- İstanbulluoğlu, Y.S., 1999, 1984-1999 Yılları arasında TKİ kurumunda olan iş kazalarının istatistiksel değerlendirilmesi, Madencilik Dergisi, 38, 4, 29-41.
- Kasap, Y., 2011, The effect of work accidents on the efficiency of production in the coal sector, South African Journal of Science, 107, 5/6.
- Konuk, A. ve Önder, S., 1999, Maden istatistiği, Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Maden Mühendisliği Bölümü, Eskişehir, 156 s.
- Maiti, J. and Bhattacharjee, A., 1999, Evaluation of risk of occupational injuries among underground coal mine workers through multinomial logit analysis, Journal of Safety Research, 30, 2, 93-101.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Murat, D., 2006, Parasal krizlerin istatistiksel analizi ve Türkiye uygulaması, Uludağ Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 129 s.
- Murat, D. and Işığçok, E., 2008, Expectations regarding the economic and political situation in the 2007 election period : the case of Bursa, Uludağ Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi, 27, 2, 1-24.
- Oğuzlar, A., 2005, Lojistik regresyon analizi yardımıyla suçlu profilinin belirlenmesi, Atatürk Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi, 19, 21-37.
- Önder, M. and Adıgüzel, E., 2010, Evaluation of occupational fatalities among uderground coal mine workers throught hierarchical loglinear models, Industrial Health, 48, 6, 872-878.
- Önder, S. ve Önder, M., 2010, TKİ' ye bağlı işletmelerde yaralanmalı iş kazalarının analizi, Madencilik Dergisi, 49, 3, 3-12.
- Önder, S, Suner, N, Önder, M., 2011 a, Madencilik sektöründe meydana gelen iş kazalarının risk değerlendirme karar matrisi ile incelenmesi, Türkiye 22. Uluslararası Madencilik Kongresi ve Sergisi, Ankara, 399-406.
- Önder, S, Mutlu, M, Önder, M., 2011 b, Açık işletme kömür madenciliğindeki iş kazalarının risk değerlendirme karar matrisi ile değerlendirilmesi, Maden İşletmelerinde İşçi Sağlığı ve İş Güvenliği Sempozyumu 2011 Bildiriler Kitabı, Zonguldak, 155-162.
- Önder, S., 2013, Evaluation of occupational injuries with lost days among opencast coal mine workers through logistic regression models, Safety Science, 59, 86-92.
- Özarıcı, Ö., 1996, Farklı not sistemlerinde öğrencinin başarılı olma olasılığının probitregresyon analiziyle değerlendirilmesi, Yüksek Lisans Tezi, Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Eskişehir, 63s.
- Özdamar, K., 2002, Paket programlar ile istatistiksel veri analizi 1, Kaan Kitabevi, Eskişehir, 686 s.
- Özdamar, K., 2004, Paket programlar ile istatistiksel veri analizi 1, Kaan Kitabevi, Eskişehir, 649 s.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Özkılıç, Ö., 2005, İş sağlığı ve iş güvenliği yönetim sistemleri ve risk değerlendirme metodolojileri, Ankara, TISK Yayınları, 246 s.
- Palei, S.K. and Das, S.K., 2009, Logistic regression model for prediction of roof fall risks in bord and pillar workings in coal mines: An approach, *Safety Science*, 47, 88-96.
- Paul, P.S., 2009, Predictors of work injury in underground mines – an application of a logistic regression model, *Mining Science and Technology*, 19, 282-289.
- Poplin, G.S., Miller, H., Sottile, J., Hu, C., Hill, J.R.M. and Burgess, J.L., 2013, Enhancing severe injury surveillance: The association between severe injury events and fatalities in US coal mines, *Journal of Safety Research*, 44, 31-35.
- Rega, 2006, 5510 sayılı Sosyal Sigortalar ve Genel Sağlık Sigortası Kanunu
- Ridley, J and Channing, J., 2008, *Safety at work*, Elsevier, Oxford, 7th Edition, 231p.
- Sarı, M., Düzgün H.S.B., Karpuz, C. and Selçuk, A.S., 2004, Accident analysis of two Turkish uderground coal mines, *Safety Science*, 42, 675-690.
- Serper, Ö., 1996 *Uygulamalı istatistik 2*, Filiz Kitabevi, İstanbul, 3, 370 s.
- Stock, J. H. and Watson, M W., 2007, *Introduction to econometrics*, Pearson Addison Wesley, Boston, 840 p.
- Stojadinović, S., Svrkota, I., Petrović, D., Denić, M., Pantović, R. And Milić, V., 2012, Mining injuries in Serbian underground coal mines – a 10-year study, *Injury-International Journal of the Care of the Injured*, 43, 2001-2005.
- Tabachnick, B. G. And Fidel, L.S., 1996, *Using multivariate statistics*, HarperCollins College Publishers, Third Edition, New York, 581 p.
- Tatar, Ç. ve Özfirat, K., 2002, TKİ-ELİ Eynez yeraltı linyit ocağında 1992-2000 yılları arasındaki kazaların araştırılması, *Türkiye 13. Kömür Kongresi Bildiriler Kitabı*, 61-73.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

Tatlidil, H, 2002, Uygulamalı çok değişkenli istatistiksel analiz, Ziraat Matbaacılık, Ankara, 289 s.

TKİ, 2010, İş Güvenliği Ve Sağlığı Daire Başkanlığı Faaliyetleri Ve Kaza İstatistikleri Raporu

TKİ, 2011, İş Güvenliği Ve Sağlığı Daire Başkanlığı Faaliyetleri Ve Kaza İstatistikleri Raporu

TMMOB, 2011, Madencilik Sektörü ve Politikaları Raporu, Mart 2011

Tüzüntürk, S., 2007, Ekonometri bölümü mezunlarının çalışma hayatına girişi: deneysel bir alan araştırması, 8. Türkiye Ekonometri ve İstatistik Kongresi, Malatya.

Ural, S. and Demirkol, S., 2008, Evaluation of occupational safety and health in surface mines, Safety Science, 46, 1016-1024.

Ürük, E., 2007, İstatistiksel uygulamalarda lojistik regresyon analizi, Yüksek Lisans Tezi, Marmara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 83 s.

Wattimena, R.K., Kramadibrata, S., Sidi, I.D. and Azizi, M.A., 2013, Developing coal pillar stability chart using logistic regression, International Journal of Rock Mechanics & Mining Sciences, 58, 55-60.

Yıldırım, H., 2009, Kapalı devre suni solunum sağlayan cihazlar, Maden İşletmelerinde İş Sağlığı ve Güvenliği Sempozyumu Bildiriler Kitabı, Adana, 273-280

<http://www.sgk.gov.tr/>

<http://www.erkisgdanismanlik.com/default.asp?sayfa=istekulturdetay&no=33>

http://www.imo.org.tr/resimler/dosya_ekler/6d204756f96ebac_ek.pdf

http://tr.wikipedia.org/wiki/Uluslararası_Çalışma_Örgütü

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

<http://www.toprakisveren.org.tr/2010-86-serifcetindag.pdf>

http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/globstrat_e.pdf

<http://www.tccb.gov.tr/ddk/ddk49.pdf>

<http://www.sayistay.gov.tr/rapor/kit/06TkiELi2011.pdf>

http://www.sosyalsiyaset.net/documents/issagligi_guvenligi.htm

<http://www.eli.gov.tr/>