



**TÜRKİYEDE MEYDANA GELEN İŞ KAZALARININ VERİ  
MADENCİLİĞİ KÜMELEME MODELİNDE GRAF TEORİ İLE ANALİZİ**

**Gökhan TUNA**

**DOKTORA TEZİ**

**KAZALARIN ÇEVRESEL VE TEKNİK ARAŞTIRMASI ANABİLİM DALI**

**GAZİ ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**EYLÜL 2017**

Gökhan TUNA tarafından hazırlanan “TÜRKİYEDE MEYDANA GELEN İŞ KAZALARININ VERİ MADENCİLİĞİ KÜMELEME MODELİNDE GRAF TEORİ İLE ANALİZİ” adlı tez çalışması aşağıdaki jüri tarafından OY BİRLİĞİ ile Gazi Üniversitesi Kazaların Çevresel ve Teknik Araştırması Anabilim Dalında DOKTORA TEZİ olarak kabul edilmiştir.

**Danışman:** Prof. Dr. Mustafa KURT

Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı, Gazi Üniversitesi

Bu tezin, kapsam ve kalite olarak Doktora Tezi olduğunu onaylıyorum.



**Başkan:** Prof. Dr. Adnan SÖZEN

Enerji Sistemleri Mühendisliği Anabilim Dalı, Gazi Üniversitesi

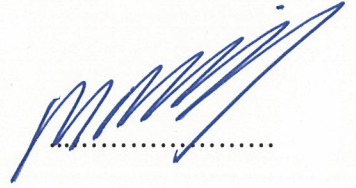
Bu tezin, kapsam ve kalite olarak Doktora Tezi olduğunu onaylıyorum.



**Üye:** Prof. Dr. Mustafa Necmi İLHAN

Halk Sağlığı Anabilim Dalı, Gazi Üniversitesi

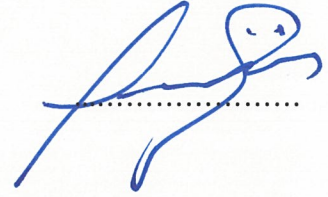
Bu tezin, kapsam ve kalite olarak Doktora Tezi olduğunu onaylıyorum.



**Üye:** Prof. Dr. Göksel ÖZKAN

Kimya Mühendisliği Anabilim Dalı, Gazi Üniversitesi

Bu tezin, kapsam ve kalite olarak Doktora Tezi olduğunu onaylıyorum.



**Üye:** Prof. Dr. İhsan YÜKSEL

Sayısal Yöntemler Anabilim Dalı, Kırıkkale Üniversitesi

Bu tezin, kapsam ve kalite olarak Doktora Tezi olduğunu onaylıyorum.



Tez Savunma Tarihi: 13/09/2017

Jüri tarafından kabul edilen bu tezin Yüksek Lisans Tezi olması için gerekli şartları yerine getirdiğini onaylıyorum.

.....

Prof. Dr. Hadi GÖKÇEN

Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

## ETİK BEYAN

Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tez Yazım Kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmada;

- Tez içinde sunduğum verileri, bilgileri ve dokümanları akademik ve etik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
  - Tüm bilgi, belge, değerlendirme ve sonuçları bilimsel etik ve ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu,
  - Tez çalışmada yararlandığım eserlerin tümüne uygun atıfta bulunarak kaynak gösterdiğimi,
  - Kullanılan verilerde herhangi bir değişiklik yapmadığımı,
  - Bu tezde sunduğum çalışmanın özgün olduğunu,
- bildirir, aksi bir durumda aleyhime doğabilecek tüm hak kayıplarını kabullendiğimi beyan ederim.

Gökhan TUNA

13/09/2017

# TÜRKİYEDE MEYDANA GELEN İŞ KAZALARININ VERİ MADENCİLİĞİ KÜMELEME MODELİNDE GRAF TEORİ İLE ANALİZİ

(Doktora Tezi)

Gökhan TUNA

GAZİ ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

Eylül 2017

## ÖZET

Çalışanların sağlığını ve hayatını doğrudan etkileyen iş kazaları karmaşık olaylardır ve bu karmaşıklık kazaların nasıl oluştuğu sorusunu cevaplamak için çalışmalar yapılmasına yol açmıştır. Matematiksel görselleştirme yöntemleri ve sayısal sonuçları sosyal sistemlerde araştırma açısından oldukça faydalıdır. Tez çalışmamızda iş kazaları sosyal ağının analiz edilmesinde sıklıkla kullanılan niceliksel yöntemlerden farklı olarak uygulamalı matematiğin bir alt dalı olan graf teorisi kullanılmıştır. Çalışmamızın amacı iş kazalarının analizinde bugüne kadar kullanılan yöntemlerin ortaya çıkardığı sonuçların dışında; öngörülemediği, beklenmeyen yeni yapıların keşfi için graf teorisini kullanarak Türkiye’de 2013-2014 yıllarında gerçekleşmiş iş kazaları verilerini analiz etmektir. Çalışmamızda her bir iş kazasını grafın tepesi olarak alıp, iş kazaları ile ilgili her bir parametreyi tepenin bir koordinatı olacak şekilde nümerik olarak belirledikten sonra belirli bir eşik değeri ile her bir iş kazası arasındaki korelasyona göre graf yapısı oluşturulmuştur. Aktörlerin aralarındaki ilişkiyi belirlemek için pearson korelasyon katsayısı kullanılmıştır. İş kazası sosyal ağ yapısında kümeleme-topluluk belirleme yöntemlerinden yüksek modülerlik yöntemi kullanılmıştır. Oluşan grafın ve alt graflarının minimum geren ağaçları (MST) kullanılarak iş kazaları içinde alt baskın ultra-metrik yapıların topolojisi belirlenmiş ve olaylar arasındaki hiyerarşik ilişki analiz edilmiştir. Hiyerarşilerdeki MST'nin merkezi tepeleri, yerel kümelemeye karşılık gelen topluluktaki en etkili iş kazaları olarak keşfedilmiştir. Alt topluluklardaki merkezi tepelerin vektörler arasında bağımsızlık testleri gerçekleştirilerek MST’lerde bağımlılıkları en yüksek tepe ikilileri bulunmuştur. MST’lerin topolojisi aktörler arasındaki ayrıtlar ile kurulduğundan ayrıtlar için topolojik ölçümler de sunulmuştur. Bu gibi yüksek boyutlu bir analizde graf teorisi, kompleks bir sistem olarak incelenebilecek iş kazaları sosyal ağının davranışını anlamamızı sağlamıştır.

Bilim Kodu : 20404

Anahtar Kelimeler : İş kazaları, Sosyal Ağ Analizi, Uygulamalı Matematik, Graf Teorisi, Graf Komüniteleri, Kümeleme, Pearson Korelasyon Minimum Geren Ağaç.

Sayfa Adedi : 159

Danışman : Prof. Dr. Mustafa KURT

THE ANALYSIS OF OCCUPATIONAL ACCIDENTS IN TURKEY VIA GRAPH THEORY  
IN DATA MINING CLUSTERING MODEL

(Ph. D. Thesis)

Gökhan TUNA

GAZİ UNIVERSITY

GRADUATE SCHOOL OF NATURAL AND APPLIED SCIENCES

September 2017

ABSTRACT

Occupational accidents that directly affect the health and lives of employees are complex events, and this complexity has led to efforts to answer the question of how accidents happen. Mathematical visualization methods and numerical results are very useful in terms of research in social systems. In our thesis study, different from the quantitative methods frequently used in the analysis of the social network of occupational accidents, a subdivision of applied mathematics, graph theory is used. The aim of our work is, apart from the results of the methods used so far in the analysis of occupational accidents, to analyse the work accidents happened in Turkey in 2013-2014 using the graph theory for the discovery of unforeseen and unexpected new structures. In our work, each occupational accident was taken as a vertex of the graph and a graph structure was formed according to the correlation between a certain threshold value and each occupational accident after numerically specifying each parameter related to occupational accidents as a vertex coordinate. The Pearson correlation coefficient was used to determine the relationship between the actors. The high modularity method used in clustering-community determination methods in the occupational accident social network structure. The topology of the sub-dominant ultra-metric structures in the occupational accidents was determined using the minimum spanning trees (MST) of the resulting graph and subgraphs and the hierarchical relationship between the events was analysed. The central vertices of the MST in the hierarchies were discovered as the most effective occupational accidents in the community corresponding to the local cluster. The independence tests were performed between the vectors of the central vertices in the lower communities, and the vertices binaries of highest dependence were found in the MSTs. Since the topology of the MSTs was established with the edges between actors, also topological measurement for the edges was presented. In such a high-dimensional analysis, graph theory provided a sense of the behaviour of the social network of occupational accidents that could be studied as a complex system.

Science Code : 20404

Key Words : Work Accidents, Social Network Analysis, Applied Mathematics, Graph Theory, Graf Communities, Clustering, Pearson Correlation, Minimum Spanning Tree.

Page Number : 159

Supervisor : Prof. Dr. Mustafa KURT

## TEŞEKKÜR

Ülkemiz ve milletimiz için faydalı bireylerin yetişmesine gayret gösteren, doktora çalışmama öncülük ederek akademik anlamda ve manevi anlamda beni destekleyen değerli hocam Prof.Dr. Mustafa KURT'a, tez çalışmamda değerli görüş ve katkılarıyla beni yönlendiren Prof.Dr. Mustafa Necmi İLHAN'a ve Prof. Dr. Adnan SÖZEN'e teşekkür etmeyi bir borç bilirim. Matematik biliminin gelişimi için emek harcayan ve akademik çalışmalarımın tüm aşamalarında bana destek olan değerli arkadaşlarım Yrd. Doç. Dr. Mehmet Ali BALCI'ya ve Araş.Gör.Dr. Ömer AKGÜLLER'e, bu meşakkatli hayat yolunda kahrımı çeken aileme, isimlerinin daha küçük yaşta bir doktora tezinde geçmesinin onlara güzel hedefler çizmesi dileğiyle kızlarım Şevval TUNA'ya, Zeynep TUNA'ya ve oğlum Ahmet İbrahim TUNA'ya teşekkürlerimi sunarım. Bana iman, imkan, sağlık, sıhhat, akıl, aile, evlat, nimet ve devlet bahşeden Rabbime şükürlerimi sunarım.

**İÇİNDEKİLER**

	<b>Sayfa</b>
ÖZET .....	iv
ABSTRACT.....	v
TEŞEKKÜR.....	vi
İÇİNDEKİLER .....	vii
ÇİZELGELERİN LİSTESİ.....	x
ŞEKİLLERİN LİSTESİ.....	xi
SİMGELER VE KISALTMALAR.....	xiii
1. GİRİŞ.....	1
2. TÜRKİYE’DE MEYDANA GELEN İŞ KAZALARI.....	7
2.1. İş Kazalarının İstatistiksel Görünümü .....	8
2.2. İş Kazası Ölçütleri .....	15
2.2.1. İş kazası sıklık (insidans) hızı .....	15
2.2.2. İş kazası ağırlık hızı.....	18
2.3. Faaliyet Gruplarına Göre Sınıflandırılmış İstatistikler .....	19
3. KAVRAMSAL ÇERÇEVE .....	29
3.1. İş Kazası.....	29
3.1.1. İş kazasının tanımı.....	29
3.1.2. İş kazasının nedenleri .....	31
3.1.3. İş kazasının unsurları.....	33
3.1.4. İş kazası sigortası ve sağlanan yardımlar .....	34
3.1.5. İş kazasında yükümlülükler.....	36
3.1.6. İş kazasının bildirimini .....	39
3.1.7. Sosyal Güvenlik Kurumu iş kazası tespit işlemleri.....	40
3.1.8. Sosyal Güvenlik Kurumu iş kazası veri tabanı .....	41



	<b>Sayfa</b>
3.2. Veri Madenciliği .....	51
3.2.1. Veri madenciliğinin tanımı .....	51
3.2.2. Veri madenciliğinin diğer disiplinlerle ilişkisi ve uygulama alanları .....	53
3.2.3. Veri madenciliğinde işlem süreçleri .....	55
3.2.4. Veri madenciliğinde kullanılan modeller .....	59
3.2.5. Veri madenciliği yöntemlerinin karşılaştırılması .....	70
3.2.6. İş kazaları istatistikleri için uygulanmış veri madenciliği yöntemleri .....	71
<b>4. YÖNTEM</b> .....	<b>75</b>
4.1. Temel Graf Bilgileri .....	76
4.2. Ağırlıklı Graflar .....	80
4.2.1. Canberra uzaklığı .....	82
4.2.2. Bray-Curtis benzeşmezliği .....	82
4.2.3. Pearson korelasyon katsayı uzaklığı (PCCD) .....	83
4.2.4. Pearson doğrusal benzeşmezlik uzaklığı .....	83
4.3. Minimum Geren Ağaç .....	84
4.4. Temel İstatistik Bilgileri .....	90
4.5. Graf Kümeleme .....	98
<b>5. TÜRKİYE’DE MEYDANA GELEN İŞ KAZALARININ GRAF TEORİ İLE ANALİZİ</b> .....	<b>105</b>
5.1. İş Kazaları Ağının Kurulması ve Graf Toplulukları .....	105
5.2. 2013-2014 Yılında Türkiye’de Meydana Gelen İş Kazaları Verisi .....	108
5.2.1. Kısıtlama .....	109
5.2.2. Rasgele vektörler .....	111
5.2.3. İş kazası ağı ve minimum geren ağaçlar .....	112
5.3. Bağımlılık Analizi .....	120
5.4. Topoloji Analizi .....	122

	<b>Sayfa</b>
6. SONUÇ .....	125
KAYNAKLAR .....	129
EKLER.....	145
EK-1. 2008-2015 Yılları itibariyle iş kazası geçirenlerin cinsiyete göre yaş dağılımı ..	146
EK-2. 2008-2015 Yılları itibariyle iş kazasına bağlı ölümlerin cinsiyete göre yaş dağılımı.....	147
EK-3. 2008-2015 Yılları itibariyle iş kazasının meydana geldiği saatler cinsiyet ayrımı.....	148
EK-4. 2008-2015 Yılları itibariyle iş kazası geçirenlerin son işveren yanında çalışma süreleri .....	149
EK-5. Nace Rev.2 sınıflandırmasına göre faaliyet grupları .....	150
EK-6. Çalışma ortamı.....	151
EK-7. Çalışma çevresi.....	152
EK-8. Yaralanma sebebi .....	153
EK-9. Yaralanma türü .....	154
EK-10. Yaranın vücuttaki yeri .....	155
EK-11. MST'lerin merkezi tepelerinin bileşen açıklamaları.....	156
ÖZGEÇMİŞ .....	158

## ÇİZELGELERİN LİSTESİ

<b>Çizelge</b>	<b>Sayfa</b>
Çizelge 2.1. Yıllar itibariyle iş kazaları sayıları.....	8
Çizelge 2.2. İş kazası sıklık ve ağırlık hızları .....	16
Çizelge 2.3. Yıllar itibariyle iş kazası sayısı bakımından ilk on faaliyet grupları .....	22
Çizelge 2.4. 16 faaliyet grubu 2008-2015 iş kazasına bağlı sayılar .....	24
Çizelge 2.5. 16 faaliyet grubu 2008-2015 iş kazası insidans hız sıralaması .....	27
Çizelge 2.6. 16 faaliyet grubu 2008-2015 iş kazası kaba ölüm hız sıralaması .....	28
Çizelge 3.1. Veri madenciliği yöntemlerinin karşılaştırılması.....	70
Çizelge 4.1. OECD ülkelerinin yıllar itibariyle iş gücü katılım yüzdeleri .....	87
Çizelge 5.1. Algoritma .....	106
Çizelge 5.2. İş Kazası İnsidans Hızları (2014-2008 Ortalamalarına Göre) .....	110
Çizelge 5.3. $\alpha = 0,05$ İçin örneklem büyüklükleri.....	110
Çizelge 5.4. Her bir alt topluluktaki tepe sayısı .....	115
Çizelge 5.5. 2. seviyedeki MST'lerin merkezi tepeleri.....	119
Çizelge 5.6. Atası topluluk 1 olan 4. seviyedeki MST'lerin merkezi tepeleri .....	119
Çizelge 5.7. Atası topluluk 2 olan 4. seviyedeki MST'lerin merkezi tepeleri .....	119
Çizelge 5.8. 2. Seviyedeki MST'ler için topolojik ölçümler .....	124
Çizelge 5.9. Atası 1. Topluluk olan 4. Seviyedeki MST'ler için topolojik ölçümler ...	124
Çizelge 5.10. Atası 2. Topluluk olan 4. Seviyedeki MST'ler için topolojik ölçümler ...	124

## ŞEKİLLERİN LİSTESİ

<b>Şekil</b>	<b>Sayfa</b>
Şekil 2.1. 2008-2015 Yılları arasında iş kazası geçirenlerin yaş dağılımı.....	10
Şekil 2.2. 2008-2015 Yılları itibariyle iş kazası geçirenlerin ağırlıklı yaş ortalaması .	11
Şekil 2.3. 2008-2015 Yılları itibariyle iş kazasına bağlı ölümlerin yaş dağılımı .....	11
Şekil 2.4. 2008-2015 Yılları itibariyle iş kazasına bağlı ölümlerin ağırlıklı yaş ortalaması .....	12
Şekil 2.5. 2008-2015 Yılları itibariyle iş kazalarının meydana geldiği saatler .....	13
Şekil 2.6. 2008-2015 Yılları itibariyle iş kazası geçirenlerin son işyerinde çalışma süresi.....	14
Şekil 2.7. 2008-2015 Yılları itibariyle iş kazası ölüm hızları.....	17
Şekil 2.8. 2008-2015 Yılları itibariyle iş kazası ağırlık hızları.....	19
Şekil 2.9. Türkiye geneli ve 16 faaliyet grubu 2008-2015 iş kazası kaba ölüm hızları	25
Şekil 2.10. Türkiye geneli ve 16 faaliyet grubu 2008-2015 iş kazası insidans hızları ...	26
Şekil 3.1. İş kazası nedenleri .....	32
Şekil 3.2. Sigortalı T.C. kimlik numarası ile sigortalılık statüsü sorgulama.....	43
Şekil 3.3. Sigortalı işyeri bilgileri.....	43
Şekil 3.4. İşyeri ve bildirim hazırlayan bilgileri .....	44
Şekil 3.5. Kaza Arama .....	44
Şekil 3.6. Kazaya ait bilgi giriş ekranı.....	45
Şekil 3.7. Sigortalı (kazazede) bilgileri ekranı .....	46
Şekil 3.8. Veri madenciliği ile bilgiye ulaşma süreci .....	55
Şekil 3.9. Veri tabanlarında bilgi keşfi süreci.....	56
Şekil 3.10. CRISP-DM Veri Madenciliği Süreci.....	57
Şekil 3.11. Veri tabanlarında bilgi keşfi süreci.....	57
Şekil 3.12. Veri madenciliği modelleri .....	60
Şekil 3.13. Karar ağacı.....	63
Şekil 4.1. Könisberg köprülerinin graf modeli .....	75

<b>Şekil</b>	<b>Sayfa</b>
Şekil 4.2. Tepe kümeleri aynı, ayrıt kümeleri farklı iki graf.....	79
Şekil 4.3. 6 tepeli birleştirilmiş graf .....	80
Şekil 4.4. Minimum geren ağaç örneği.....	85
Şekil 4.5. G Grafı ve MST'nin tepe derece dağılımları.....	86
Şekil 4.6. İş gücü katılımı açısından aralarında güçlü ilişkiler olan OECD ülkeleri grafi.....	88
Şekil 4.7. İş gücü ilişkileri grafının minimum geren ağacı.....	88
Şekil 4.8. Yoğun ilişkili bir grafın toplulukları .....	100
Şekil 4.9. 1. Topluluğun graf üzerinde gösterimi .....	101
Şekil 4.10. 2. Topluluğun graf üzerinde gösterimi .....	101
Şekil 4.11. 3. Topluluğun graf üzerinde gösterimi .....	102
Şekil 4.12. 4. Topluluğun graf üzerinde gösterimi .....	102
Şekil 4.13. 5. Topluluğun graf üzerinde gösterimi .....	103
Şekil 5.1. Düzenli bir alt ağ bölüntüsü .....	108
Şekil 5.2. Verinin korelasyon uzaklık matrisi .....	112
Şekil 5.3. Graf toplulukları .....	114
Şekil 5.4. Verinin alt topluluklara bölünmesi.....	115
Şekil 5.5. 3.1, 3.2 ve 3.3 alt topluluklarının MST leri.....	116
Şekil 5.6. 4.1 ve 4.2 alt topluluklarının MST leri.....	116
Şekil 5.7. Atası 1. Topluluk olan 4. seviye alt toplulukların MST leri.....	117
Şekil 5.8. Atası 2. Topluluk olan 4. seviye alt toplulukların MST leri.....	118
Şekil 5.9. 2. Seviyeye ait alt toplulukların merkezi tepeleri için uygulanan testlerin p-değerleri.....	120
Şekil 5.10. Atası Topluluk 1 olan 4. seviyeye ait alt toplulukların merkezi tepeleri için uygulanan testlerin p-değerleri .....	121
Şekil 5.11. Atası topluluk 2 olan 4. seviyeye ait alt toplulukların merkezi tepeleri için uygulanan testlerin p-değerleri .....	122

## SİMGELER VE KISALTMALAR

Bu çalışmada kullanılmış simgeler ve kısaltmalar, açıklamaları ile birlikte aşağıda sunulmuştur.

### Simgeler

### Açıklamalar

$\mathbb{R}^n$	n boyutlu Euclid uzayı
$\vec{X}$	Rasgele vektör
$L_{CPL}$	Karakteristik yol uzunluğu
$L_{MCM}$	Ortalama korelasyon ölçüsü
$L_{MOL}$	Ortalama iş katmanı
$L_{NTL}$	Normalleştirilmiş ağaç uzunluğu
$P_i^t$	t inci gündeki döviz takas değeri
$\rho_{X,Y}$	Pearson korelasyon katsayısı
$\delta$	Kronecker deltası

### Kısaltmalar

### Açıklamalar

CMST	Korelasyon Minimum Geren Ağaçlar
ESAW	İş kazaları üzerine Avrupa istatistikleri
EUROSTAT	Avrupa Birliği İstatistik Ofisi
ILO	Uluslararası Çalışma Örgütü
İKAH	İş Kazası Ağırlık Hızı
İKH	Basit İnsidans İş Kazası Sıklık Hızı
İKHS	İş Kazası Sıklık İnsidans Hızı
MST	Minimum Geren Ağaç
NACE	Avrupa Topluluğunda Ekonomik Faaliyetler Sınıflaması
PCCD	Pearson Korelasyon Katsayı Uzaklığı
SGK	Sosyal Güvenlik Kurumu
SSİY	Sosyal Sigorta İşlemleri Yönetmeliği
WHO	Dünya Sağlık Teşkilatı



## 1. GİRİŞ

İş çeşitliliği ve çalışan sayısının artması neticesinde çoğalan iş kazaları ile oluşan maddi ve manevi zararlar hem kaza geçiren kişileri, ailelerini etkilemekte hem de ülke ekonomisine önemli zararlar vermektedir. 6331 sayılı İş Sağlığı ve Güvenliği Kanununun 3'üncü maddesine göre iş kazası, işyerinde veya işin yürütümü nedeniyle meydana gelen, ölüme sebebiyet veren veya vücut bütünlüğünü ruhen ya da bedenen engelli hale getiren olay olarak tanımlanmıştır. İş kazaları, üretim yöntemi, üretim araçları, çevre koşulları ve psikolojik etkenler gibi birden fazla nedene bağlı olarak gerçekleşmektedir (Tuna ve Kurt, 2017, baskıda).

Şirketler yönetsel olarak gerek hukuki sebeplerden gerekse risk analizleri için iş sağlığı ve güvenliği konularına önem vermektedir (Bird ve Germain, 1996; İngiliz Standartlar Enstitüsü, 1996). Geleneksel ve betimleyici istatistiksel yöntemler iş kazalarını incelemekte en yoğun olarak kullanılan yöntemlerdir (Benavides, Benach, Muntaner, Delclos, Catot ve Amable, 2006; Christian, Bradley, Wallace ve Burke, 2009; Hales, Sauter, Peterson, Fine, Putz-Anderson, Schleifer, Ochs ve Bernard, 1994; Léger, Massuel, Metlaine, 2006; Leigh, Marcin ve Miller, 2004, Seo, 2005). Bu yöntemler esasen iş kazalarının oluştuğu durumlarla alakalı olarak toplanan bilgilerin kronolojik dizilimini dikkate almaktadır. Kaza tipi ile kazaya sebebiyet veren tüm faktörlerin ilişkilerini ve kazaya olan etkilerini inceleyen çalışma sayısı çok azdır.

Benavides ve diğerleri (2006) kıdemsiz çalışan ve çalıştığı işyeri hakkında bilgisi az olan işçilerin iş kazası geçirme olasılığının daha fazla olduğunu savunmaktadır. Christian ve diğerleri (2009) çalışmasında iş kazalarının gerçekleşmesinden önce grupların ortak güvenlik ortamlarının bir tahmin unsuru olduğunu söylemektedir. İnşaat alanlarındaki kaza faktörlerini (Haslam, Hide, Gibb, Gyi, Pavitt, Atkinson ve Duff, 2005) donanım yetersizliği, çalışma grupları arasındaki sorunlar, iş alanı sorunları, risk yönetimi problemleri ve kullanılan malzemenin uygunsuzluğu olarak açıklamaktadırlar. Léger ve diğerleri (2006)'da bazı sektörlerde uyku bozuklukları İnsomniyak'ın oluşturduğu problemleri incelemiştir. Genel olarak bu çalışmalar iş kazalarını oluşturan belli bir soruna veya belli bir sektörde meydana gelen iş kazalarına odaklanmaktadır. Dolayısıyla bu



çalışmalarla genel durum değerlendirmesi yapılmakta, daha detaylı bir sonuca ulaşılmamakta ve kronolojik sıralama olarak kalmaktadırlar.

İş kazalarının incelenmesi işyerinde aynı tipteki yeni kazaların önlenmesi, hatalı ve sorunlu konuların keşfedilmesi bakımından önemlidir. Bununla birlikte, kazayla ilgili kusurlu ve sorumlu kişilerin tespit edilerek cezalandırılması da caydırıcılık açısından da önemlidir. İş kazaları karmaşık olaylar olup bu kazaların nasıl oluştuğunu öğrenmek için çalışmalar yapılmasına yol açmıştır. İş kazası nedenlerini sorgulamada bilimsel bir değişim 1930'ların başlarında olmuştur (Heinrich, 1931; Newbold, 1926). Bireylerin davranışlarını inceleyen basit domino modeller ile olay analizinin zaman serisini ele alan daha karmaşık lineer modellerden engeller ve savunmaları ele alan sistematik modellere doğru gelişmeler olmuştur. Daha karmaşık ve non-lineer hale gelen yeni modeller iş kazalarının nedenlerinin karmaşıklığına daha dikkat edilmesiyle ortaya çıkmıştır. Bu modellerin bazıları Gordon'un çoklu etkenler modeli (Gordon, 1949), Haddon'un enerji değişim modeli (Haddon, 1973), Wiggelsworth'un nedensellik modeli (Wiggelsworth, 1972) ve iş güvenliği kavramında bir milat olan Petersen'in hümanist yaklaşımıdır (Peterson, 1998).

Zaman serileri analizine dayanan birçok yöntem iş kazalarının analizi ve sebeplerinin belirlenmesi sonucu alınacak önlemler için kullanılmaktadır. Ancak literatürde, istatistiksel yöntemler dışında, karmaşık sistemlerin modellenmesinde oldukça kullanışlı yöntemlerden olan graf teori gibi yöntemlerin kullanılmadığı görülmektedir. Gerçek dünyanın sosyal, ekonomik ve biyolojik sistemlerinde gözlemlenen fenomenlerin açıklanmasında Matematiksel yöntemlerin başarılı bir şekilde kullanımı gittikçe artmaktadır (Balcı ve Akgüller, 2015, 2016; Strogatz, 2001).

Green ve Bossomaier (2000)'de birimler arası kompleks ilişkilerin anlamlı gösterimini farklı birçok sistem üzerinde detaylı bir şekilde sunmuşlardır. Bu görselleştirme yöntemleri sonucunda elde edilen sayısal sonuçlar, sosyal sistemlere araştırma açısından olumlu katkılar sağlamaktadır. Graf teori gibi hiyerarşik yöntemler veri madenciliği ve istatistiksel regresyon gibi niceliksel yöntemlere göre daha şeffaf yapıya sahiptir. Son zamanlarda; ekonomi, sosyoloji ve tıp alanlarında kullanılan, iletişim ağları ve hiyerarşik gösterimler gibi karmaşık sistem araçları bu alanlardaki araştırmalara hız kazandırmıştır. Fakat reel veri bulunmadığı sürece bu tip sistem modelleri tam değildir (Mezard, Parisi ve Virasoro,

1987). Çok fazla non-lineer ilişkili elemanlardan oluşan Kompleks sistemler doğal veya sosyal sistemlerdir. Yeni modeller üzerinde çalışan, farklı kurumların araştırmacıları ve farklı disiplinlerden karmaşık yöntemler uygulamaya çalışan araştırmacılar daha kolay bir analiz ile fenomeni anlayabilmek için veri toplama gereği duymuşlardır. Sistemin yapısına ait yalın bilgiyle net olarak tahmin edilemeyen veya kolaylıkla türetilmeyen fenomenlerin elde edilmesi bu sistemlerin en göz alıcı özelliğidir. Graf teori yöntemleri birçok karmaşık sistem özelliklerinden uzun vadeli etkileşimler (Özkanlar ve Clark, 2014), ölçü değişmezliği (Liu, Parelius ve Singh, 1999), toplama etkileri ve gürültü (Chan, Osher ve Shen, 2001), kritiklik (Morel ve Ramanujam, 1999) ve evrimdeki gerekircilik ve esneklik arasındaki ilişki (Hur ve Lillis, 1999) gibi özellikler için oldukça yararlıdır.

Bireyler arasındaki kaynak değişimini ve kaynak uygunluğunu sosyal ağ analizi inceler ve etkileşimdeki bireylerin ilişki modeline odaklanır (Scott, 1991; Wasserman ve Faust, 1994; Jackson, 2008). Soyut olarak sosyal destek ve etkilenme öğeleri, somut olarak da mallar, hizmetler ve para gibi ticari öğeler kaynak değişimi olabilmektedir. Sosyal ağ analizi ile işçi sosyal ağlarında bu soyut öğelerin dağılımı incelenebilir. Özel bir tip soyut öğe değişimine denk gelen her bir ilişki mevcuttur. Bireyler veya kurumlar bu öğeleri değiştiren aktörler olabilir. Hangi tip bilginin kimler arasında neden değiştirildiğini bilgi ilişkileri belirtir. Verinin otoriter oluşunu ele alma ve bireylerin belirli tip bilgiyi açığa çıkarma benzerliklerini açığa çıkaran aktörler arasındaki ilişkinin modelidir. Aktörlerin bilgi akışını nasıl kontrol ettiklerini ve ağlarda bir bilginin nasıl dolaştığını modelleyen öteleme ve alma modelleridir.

İlişkilerdeki çalışma birlikteliği veya bilgi trafiği gibi konuları ele alan modelleri analiz eden sosyal ağ analizleri diğer analiz yöntemlerinden daha öncüdür. Bu nedenle her bir iş kazasını bir aktör olarak tanımlayıp aktörler arası bilgi trafiğinin veya soyut öğe değişiminin nasıl oluştuğunu analiz etmek için sosyal ağ analizi etkin bir yöntem olarak benimsenecektir. Aktörler arasındaki gözlemlenen ilişkiyi deneysel olarak ortaya çıkarma tekniği, sosyal yapıyı apriori sınıflandırmanın tersine kullanan sosyal ağ analiz tekniğidir. Aktörlerin ünvanlarının, görevlerinin, rollerinin, yaşlarının, cinsiyetlerinin, statülerinin benzerliklerine göre sınıflandırılması tipik ağ dışı yaklaşımlardır.

Araştırmacılar bireylerin sınıflara atanmasını “benzer objeler kavram olarak ortak etikete göre bir araya getirildiği karşılaştırmanın zihinsel yöntemi” ne göre yaparak sınıfları tanımlamaktadırlar (Bates ve Peacock, 1989). Bu yöntemdeki ortak etiket “grup” tanımını vermektedir. Bir sonraki aşamada gruplar arasındaki etkileşimi inceleyerek araştırmacılar sosyal yapıyı görselleştirmektedirler. Sosyal ağ analiz teknikleri aktörler arasındaki ilişkiyi aktörleri gruplamadan önce incelemektedir. Bir ağın yoğun olarak bağlantılı bölgelerinde gruplar oluşur (Monge, 1987). Aynı sınıflandırmanın içindeki diğer aktörlerin davranışları tahmin edilebilmek için ve anlamlı bir yapılandırma olabilmesi için daha sonra grup olarak etiketlemek gerekecektir (Bates vd., 1989). Bir grubun kategorisinin kullanılabilirliği aktörün belirli bir etnik köken, cinsiyet, sınıf vb. üyelikleri ile değil aktörlerin birbirleri ile olan ilişkilerinin yoğunluğuyla ortaya çıkmaktadır.

İş kazalarının aktör olarak ele alındığı karmaşık sistemler de graflar ile görselleştirilebilmektedir. Sistemin ilgili grafında böyle bir sistemin karmaşıklığı da gösterilmiş olacaktır. İlgili graf yoğun bağlantıların ve girift ilişkilerin olduğu bir yapıdır. Bu sebeple önemli özelliklerini belirlemek için birtakım filtreleme yöntemleri kullanılarak böyle karmaşık bir grafın daha az karmaşık alt yapılarına geçiş yapılacaktır. Minimum Geren Ağaç (MST) literatürde en çok kullanılan filtreleme yöntemlerinden bir tanesidir. G'nin geren ağacı; bir G grafının bütün tepelerini içeren çevrimsiz bir alt grafına denir. MST algoritmaları klasik olarak m grafın ayrıt sayısı ve n grafın tepe sayısı olmak üzere  $O(m \log n)$  karmaşıklığı ile çalışır (Bollabas, 2013). n boyutlu Euclid uzayındaki noktaların geren ağacı Korelasyon Minimum Geren Ağaçlarıdır (CMST). Bu ağacın iki noktasının korelasyon uzaklığı ile kenar uzunlukları birbirine eşittir (Mantegna, 1999). İrregüler sınırlara sahip kümeleri belirleme MST kümeleme algoritmasının yeteneğidir. MST kümeleme algoritmaları verinin küresel şekil kümeleme yapısını dikkate almayarak, geleneksel kümeleme algoritmalarından farklılık gösterir. Bir grafın; n boyutlu Euclid uzayında nokta kümeleri yapısını ortaya çıkaran ve minimum geren ağacını korelasyon uzaklığına bağlı olarak bulan CMST kümeleme algoritmasıdır. Maksimum inter-küme uzaklığı veya minimum intra-küme uzaklığı gibi optimallik ölçümlerini belirlemekte Kümeler kullanılır.

Veri kümesindeki her bir noktanın en ilgili bağlantılarını seçen MST yaklaşımı en çok tercih edilir. Ayrıca, bu algoritma analiz edilen veri kümesinin noktalarının ultra-metrik

alt-baskın hiyerarşik yapısını doğrudan vermektedir (Mantegna, 1999). İş kazaları olarak belirlediğimiz karmaşık sistemdeki aktörlerin izole gruplarını, MST tarafından bulunmuş ilgili hiyerarşik yapı ile ortaya çıkan topolojiyi ele alarak belirlenebilecektir. Belirlenen hiyerarşik yapı, izole grupları etkileyen faktörleri aramakta ve iş kazalarının teorik tanımında etkili olacaktır. Bu hiyerarşik yapının taksonomisi iş kazası verilerinin parametrik girdileri ile bulunacaktır.

Balcı (2016, baskıda) çalışmasında graf komünitelerinin karmaşık sistemlerde etkili bir kümeleme yöntemi olduğunu göstermiştir. Hiyerarşik yapıya ulaşmada ilk olarak aktörlerin ağırlıklı tam grafi ele alınmaktadır. Bu ağırlıklı graf üzerinde oluşacak tek bir komünite bütün aktörleri içerecek şekilde ortaya çıkar. Bu problemin üzerinden gelmek için karmaşık sistemi ifade eden grafın özdeğerlerine bağlı olarak en uygun sayıda ayrıt içerecek şekilde grafın oluşturulmasında Algoritmik bir yol izlenmiştir. Oluşan komüniteler içerisindeki hiyerarşiler ise hem taksonomik olarak hem de kümelenmeler açısından kuvvetli bir şekilde oluşmuştur. Bu yöntemin parametrik girdiler ile belirlenen veri yapıları üzerinde uygulanması gerçekleştirilirken çalışmamızda sunduğumuz veri kümesi gibi korelasyon uzaklıkları sıfıra oldukça yakın, yani korelasyonları yüksek, yapılarda etkili sonuç vermeyecektir. Bu sorunun üstesinden gelmek için bu çalışmamızda Balcı (2016, baskıda) da sunulan metoda benzer bir metod geliştirilmiştir ve 2013-2014 yıllarında Türkiye’de meydana gelen iş kazası verileri bu yöntem ile incelenerek hiyerarşik yapı analizi yapılmıştır.



## 2. TÜRKİYE’DE MEYDANA GELEN İŞ KAZALARI

İş kazaları, Uluslararası Çalışma Örgütü (ILO) tarafından hazırlanan 28.06.1952 tarih ve 102 sayılı Sosyal Güvenliğin Asgari Normları Hakkındaki Sözleşmesinde sosyal riskler arasında sayılmış ve sözleşme ülkemiz tarafından onaylanıp 10 Ağustos 1971 tarih ve 13922 sayılı Resmi Gazetede yayımlanmıştır.

4857 sayılı İş Kanunu, iş sağlığını merkezine almış olup hangi hal ve durumlarda meydana gelen bir kazanın iş kazası olarak tanımlanabileceğine ise gerek 506 sayılı Sosyal Sigortalar Kanununun 11/A maddesinde gerekse bu Kanunun yürürlüğüne son veren 5510 sayılı Sosyal Sigortalar ve Genel Sağlık Sigortası Kanununun 13 üncü maddesinde hüküm verilmiştir. Yalnızca işçinin sağlığını değil, işten kaynaklanan tehlike ve riskleri merkeze alan işçinin, işyerinin ve çevrenin sağlığını da korumayı amaçlayan 6331 sayılı İş Sağlığı ve Güvenliği Kanunu 2012 yılında yasalaşmıştır (Şen, 2015: 117,142).

ILO’ ya göre “Dünyada her 15 saniyede bir işçi, işle ilgili bir kazadan veya meslek hastalığından dolayı ölmektedir. Her 15 saniyede 153 işçi iş kazası geçirmektedir. Her gün 6.300 kişi, iş kazaları veya meslek hastalıkları sonucu ölmektedir. Yılda, 317 milyon iş kazası meydana gelmekte, 2.3 milyondan fazla iş kazasına bağlı ölüm gerçekleşmektedir (ILO, 2017)”.

Türkiye’de ise yılda ortalama 107.126 iş kazası meydana gelmekte, 1.194 kişi iş kazası sonucunda yaşamını yitirmekte ve her 100.000 işçiden 1.109’u iş kazası geçirmektedir. Her 100.000 işçiden 12’si ise iş kazasına bağlı ölmektedir (Bkz. Çizelge 2.1).

İş Kazalarının bildirilmesi yasal bir zorunluluk olması ve bu bildirimlerin SGK ya yapılması nedeniyle bildirimlerden elde edilen istatistikler SGK tarafından derlenerek SGK istatistik yıllıkları adı altında yayımlanmaktadır. Üçüncü bölümde anlatılacak olan tespit ve soruşturma işlemlerinin gecikmesi dolayısıyla bildirim yapılmasına rağmen iş kazası olduğu kesinleşmeyen iş kazaları sebebiyle istatistikler gecikmeli olarak yayımlanmaktadır. Son olarak yayımlanan istatistik yıllığı 2015 yılına aittir. Yayımlanan istatistikler 5510 sayılı Kanununun 4-1/a maddesi kapsamındaki sigortalılardan (hizmet akdi ile çalışanlardan) iş kazası geçirenlere ait sayısal bilgileri içermektedir. 4-1/b maddesi

kapsamındaki sigortalılar (kendi nam ve hesabına bağımsız çalışanlar) iş kazası meslek hastalığı sigortası kapsamında bulunmasına rağmen SGK tarafından istatistiklere konu edilmemekte ayrıca iş kazaları açısından genel istatistikler içinde değerlendirmeyi etkilemeyecek düzeyde olduğundan çalışmamızda yer verilmemiştir. 4-1/c maddesi kapsamındaki sigortalılar (kamu çalışanları) ise kapsamda değildir.

Bu bölümde SGK tarafından yasal çerçevede sonucunda oluşan veri tabanından raporlaştırılan iş kazaları istatistikleri üzerinden analizler yapılmıştır.

## 2.1. İş Kazalarının İstatistiksel Görünümü

2003-2015 yılları itibariyle iş kazaları sayıları Çizelge 2.1’de yer almaktadır.

Çizelge 2.1. Yıllar itibariyle iş kazaları sayıları

YILLAR	SİGORTALI SAYISI	İŞ KAZASI SAYISI	ÖLÜM SAYILARI
2003	5.615.238	76.668	810
2004	6.181.251	83.830	841
2005	6.918.605	73.923	1.072
2006	7.818.642	79.027	1.592
2007	8.505.390	80.602	1.043
2008	8.802.989	72.963	865
2009	9.030.202	64.316	1.171
2010	10.030.810	62.903	1.444
2011	11.030.939	69.227	1.700
2012	11.939.620	74.871	744
2013	12.484.113	191.389	1.360
2014	13.240.122	221.366	1.626
2015	13.999.398	241.547	1.252

\*2003-2015 SGK istatistik yıllıklarından tarafımızca derlenmiştir.

Son 13 yılda (2003-2015) toplam 1.392.632 iş kazası meydana gelmiş ve iş kazası sebebiyle 15.520 insanımız hayatını kaybetmiştir.

2003 yılında 810, 2004 yılında 841 ve 2005 yılında 1.072 olan iş kazası sonucu ölüm sayısı %48,5’lik bir artışla 2006 yılında 1.592’ye ulaşmıştır. İş kazaları sayısı 2007-2010

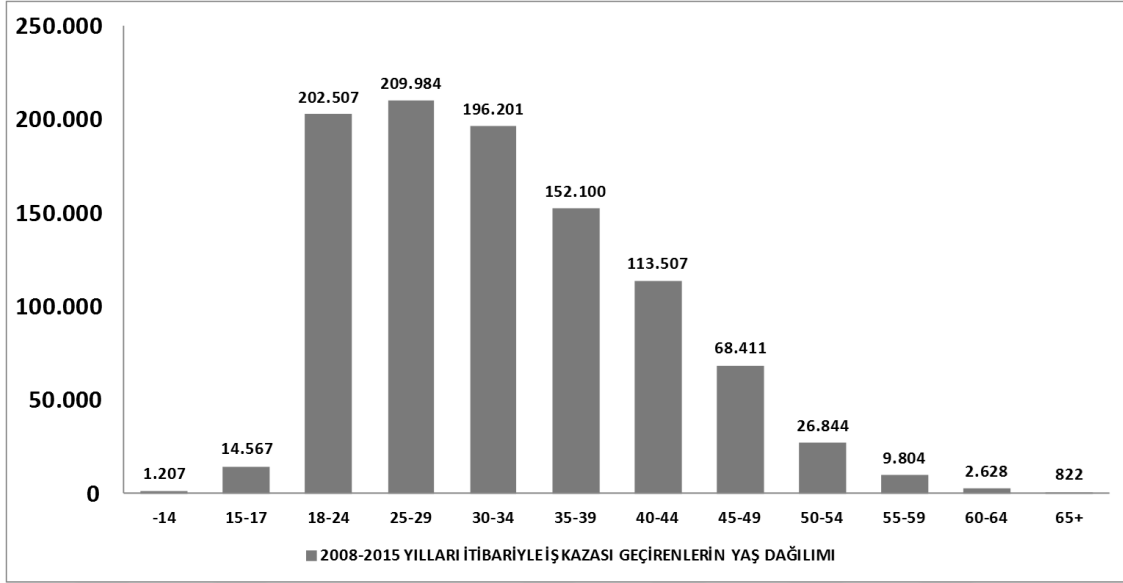
aralığında azalan sonraki yıllarda ise artan bir seyir izlemektedir. İş kazası sonucu ölüm bakımından en kara yıl 2011 yılıdır. Bu kara yılda 1.700 kişi hayatını kaybetmiş ve son 13 yılın en yüksek iş kazası sonucu ölüm sayısı oluşmuştur. Bir önceki yıla göre karşılaştırıldığında 2012 yılında ölüm sayısında %56,2'lik bir gerileme söz konusu iken, ölüm sayılarındaki en yüksek artış ise %82,8'lik bir artış ile 2013 yılında gerçekleşmiştir.

Bir önceki yıla göre karşılaştırıldığında sigortalı sayılarının en çok arttığı yıl %13 ile 2006 yılı olup bunu %11,9'lik bir artışla 2005 yılı takip etmektedir. 2005 yılında iş kazası sayısında %11,8 lik bir azalma söz konusudur. Ters orantılı bir şekilde sigortalı sayısının arttığı oranda iş kazasının azalması 2005 yılını önemli hale getirmektedir. Son 13 yılın en az sigortalı artışı 2009 yılında %2,6 ile gerçekleşmiş ve iş kazası sayılarında en çok gerileme %11,9 ile bu yılda gerçekleşmiştir. Tez konumuzu oluşturmamakla birlikte araştırmacıların 2005 ve 2009 yıllarındaki sigortalı sayısındaki artışa rağmen iş kazası sayılarındaki düşüşün nedenleri sayılabilecek olan o yıllardaki tüm iş sağlığı güvenliği tedbir, uygulama ve tespitleri konu edinmelerinin Ülkemiz için faydalı olacağı kanaatindeyiz.

Sigorta statülerinde norm ve standart birliğini sağlamak amacıyla yürürlüğe konulan ve yeni düzenlemeleri içinde barındıran 5510 sayılı Sosyal Sigortalar ve Genel Sağlık Sigortası Kanununun 2008 yılında yürürlüğe girmiştir. Avrupa Topluluğunda ekonomik faaliyetlerin istatistiki sınıflamasına uyumlu istatistiklerin ilk referans yılı 2008 yılıdır. SGK'nın yayımladığı son istatistik yıllığı da 2015 yılına aittir. Tüm bu nedenlerle bundan sonraki analizlerimizde 2008-2015 SGK istatistik yıllıklarındaki son 8 yıllık veriler kullanılmıştır.

Son 8 yılda iş kazasına uğrayan sigortalıların Şekil 2.1'de toplamda yaş dağılımına bakıldığında 18-34 yaş aralığındaki sigortalıların yoğun olarak iş kazasına uğradığı görülmektedir.

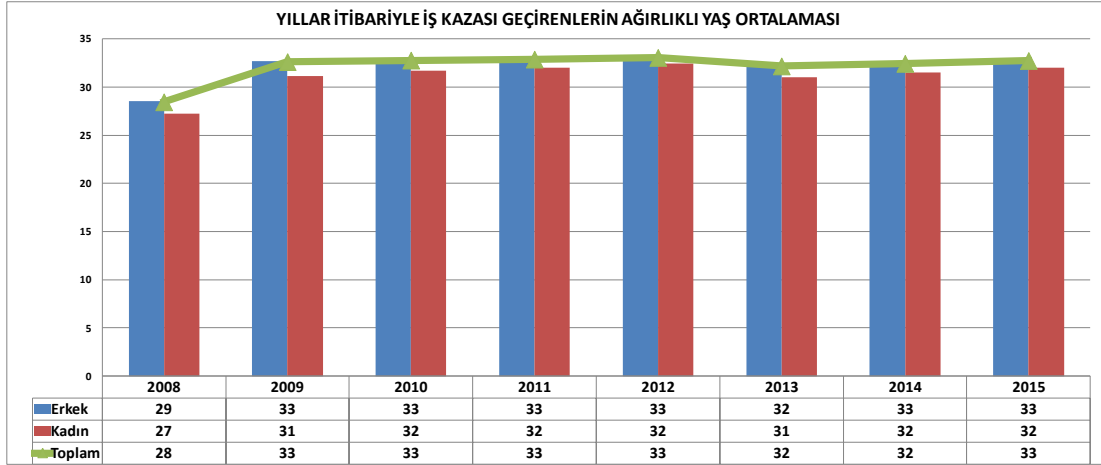




Şekil 2.1. 2008-2015 Yılları arasında iş kazası geçirenlerin yaş dağılımı

Son 8 yılda 25-29 yaş grubu Ülke genelinde 209.984 kişinin iş kazasına uğradığı en yoğun yaş grubu olma özelliğini göstermektedir. İş kazasına uğrayanların %61'i 18-34 yaş aralığındadır. 18-24 yaş grubu son 8 yılda 25.984 kadın işçinin iş kazası geçirdiği en yoğun yaş grubudur. Erkeklerde ise bu ölçekte en yoğun iş kazası geçirilen yaş grubu 191.005 kişi ile 25-29 yaş grubudur. Son yıllarda iş kazası geçiren 14 yaş ve altı sigortalıların azaldığını, 65 yaş ve üstünün ise giderek arttığını görürüz. 14 yaş ve altı sigortalılar 2013 ve 2014 te hiç kaza geçirmemişken 2015 yılında yalnızca 2 kişi iş kazası geçirmiş olup toplam 1.207 sigortalı iş kazasına uğramıştır. 65 yaş ve üstü toplam 822 sigortalı iş kazasına uğramıştır (Bkz. Ek-1).

Son yıllarda iş kazasına uğrayanların Şekil 2.2'de ağırlıklı yaş ortalamasına bakıldığında 2008 yılında erkeklerde 29, kadınlarda 27, tüm sigortalılar da 28 olan yaş ortalaması, 2015 yılında erkeklerde 33 kadınlarda 32 ve tüm sigortalılarda 33 yaşına yükselmiştir. Genel yaş ortalaması ise 32'dir.



Şekil 2.2. 2008-2015 Yılları itibariyle iş kazası geçirenlerin ağırlıklı yaş ortalaması

Son 8 yılda iş kazasına bağlı ölümlerde sigortalıların Şekil 2.3'te toplam yaş dağılımlarına bakıldığında 35-39 yaş aralığının 1.611 kişinin ölümü ile en fazla olduğu görülmektedir.

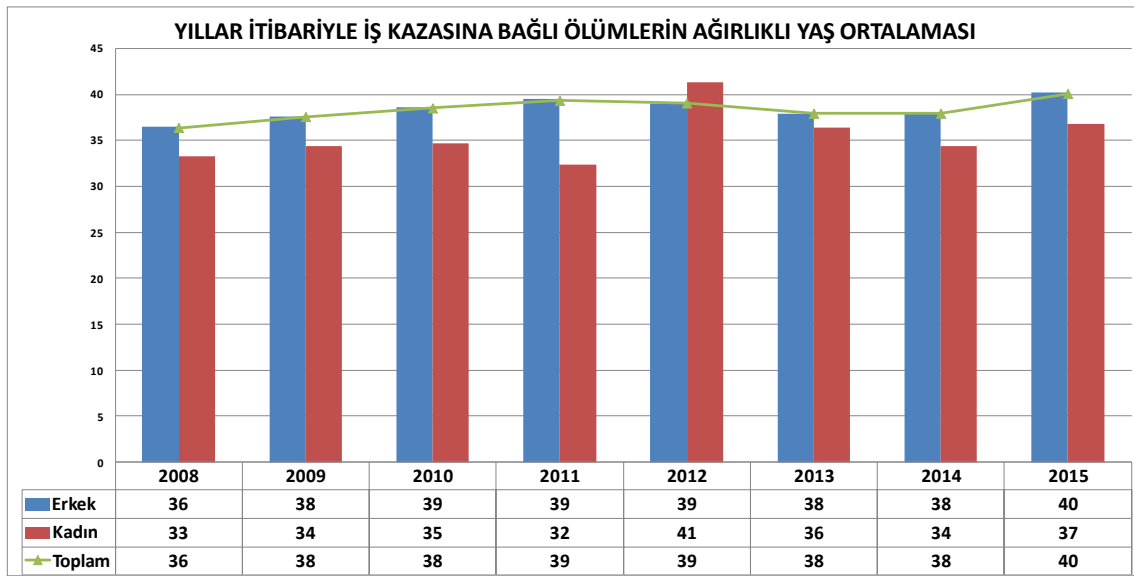


Şekil 2.3. 2008-2015 Yılları itibariyle iş kazasına bağlı ölümlerin yaş dağılımı

Son 8 yılda 14 yaş altı sigortalılardan iş kazası nedeniyle hayatını kaybeden bir tek kişi dahi olmaması sevindirici bir durumdur. İş kazası sonucu ölenlerin %46'sı 30-44 yaş aralığındadır.

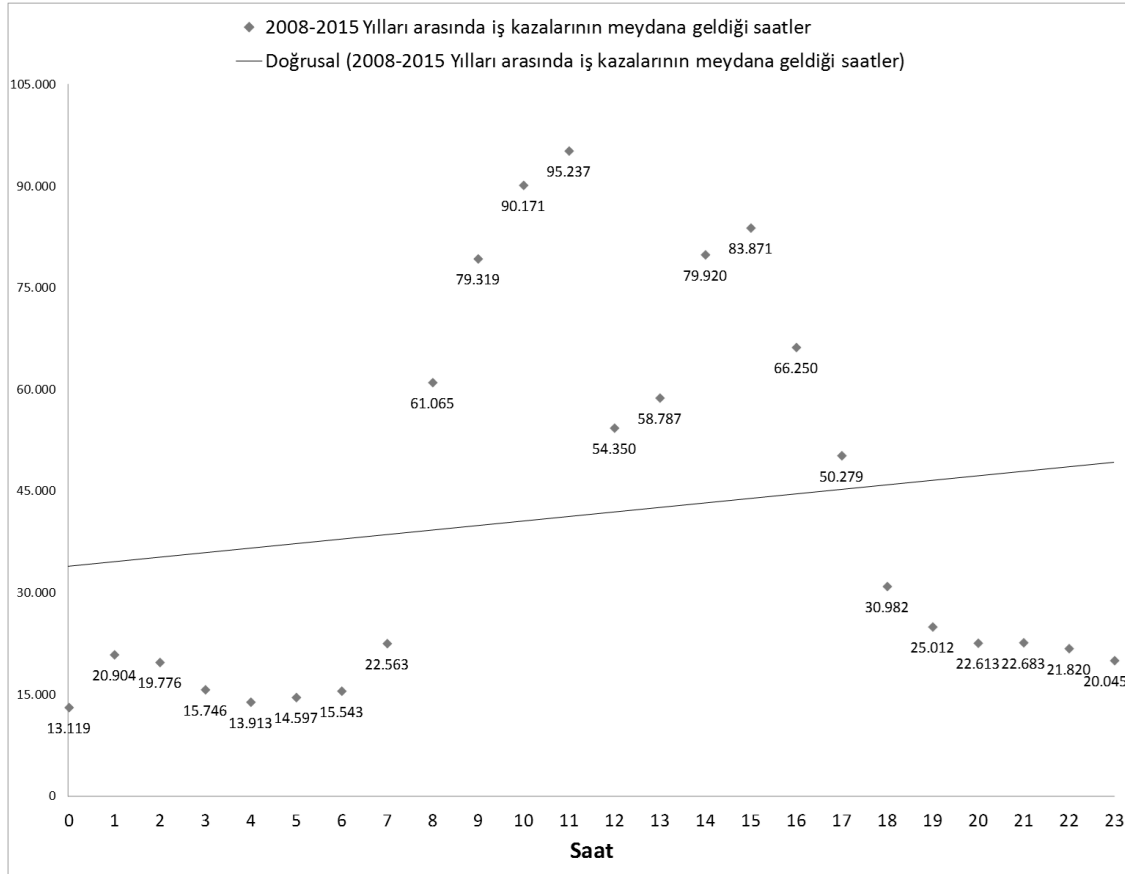
35-39 yaş grubu son 8 yılda 37 kadın işçinin iş kazasında hayatını kaybettiği en yoğun kadın yaş grubudur. Erkeklerde ise bu ölçükle en yoğun iş kazası sonucu ölüm yaş grubu 1.545 kişi ile 30-34 yaş grubudur (Bkz. Ek-2).

Son yıllarda iş kazası sonucu ölenlerin Şekil 2.4'te ağırlıklı yaş ortalamasına bakıldığında 2008 yılında erkeklerde 36, kadınlarda 33, tüm sigortalılar da 36 olan yaş ortalaması, 2015 yılında erkeklerde 40, kadınlarda 37 ve tüm sigortalılarda 40 yaşına yükselmiştir. Genel yaş ortalaması ise 38'dir.



Şekil 2.4. 2008-2015 Yılları itibariyle iş kazasına bağlı ölümlerin ağırlıklı yaş ortalaması

Çalışma saatlerinin işe yoğunlaşma sorunu ve beden yorgunluğuna sebep olduğu bilinmektedir. İş kazalarının meydana geldiği çalışma saatlerine baktığımızda bu etkiyi gözlemleyebiliriz. İş kazalarının meydana geldiği saatler yıllar itibariyle Şekil 2.5'de incelenecek olursa en çok iş kazası 95.237 kişi ile 11:00-11:59 saatleri arasında meydana gelmiştir.

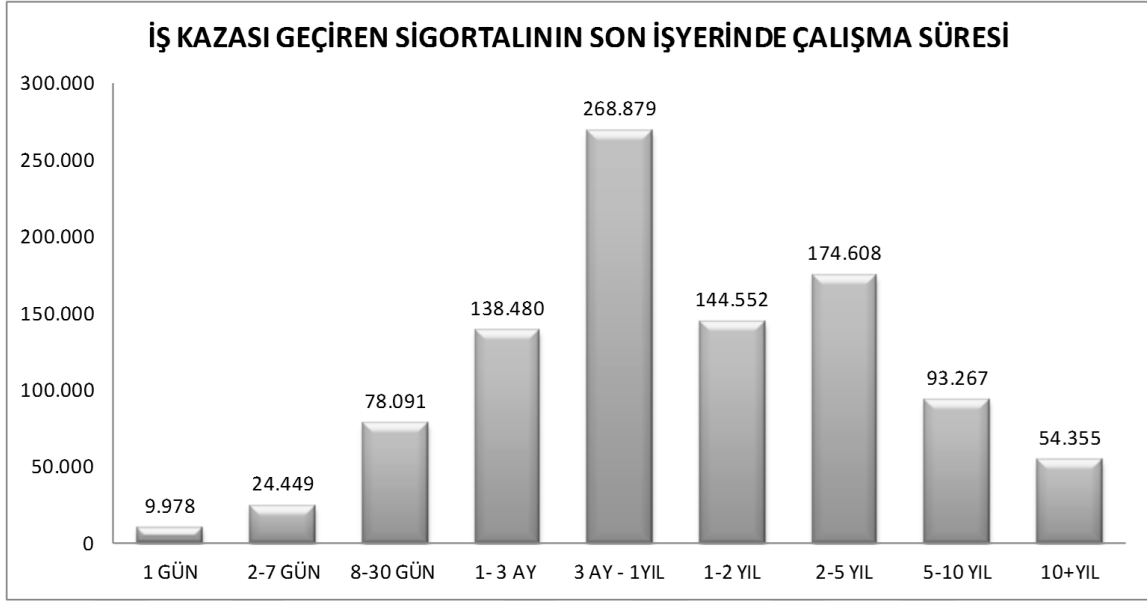


Şekil 2.5. 2008-2015 Yılları itibariyle iş kazalarının meydana geldiği saatler

2008 yılında 08:00-08:59 saatleri arasında, 2009 ve 2010 yıllarında 15:00-15:59 saatleri arasında, 2011 yılında 10:00-10:59 saatleri arasında, 2012,2013,2014,2015 yıllarında 11:00-11:59 saatleri arasında en çok iş kazasının meydana geldiği saatlerdir.

Kadın ve erkek sigortalılar için iş kazası geçirilen en yoğun zaman dilimleri ilk üç sırada aynı saatlerdir. 1. sırada 10:00-10:59, 86.471 erkek - 8.766 kadın; 2. sırada 11:00-11:59, 81.714 erkek, 8.457 kadın; 3. sırada 15:00-15:59; 75.467 erkek, 8.404 kadın sigortalı iş kazası geçirmiştir. Genel ortalamada da en yoğun iş kazasının görüldüğü zaman dilimi 11:00-11:59'dur (Bkz. Ek-3).

İş kazalarının oluşumunda işyerinde çalışanların o işletmedeki tecrübeleri de önemli bir faktördür. Yıllar itibariyle iş kazası geçirenlerin son işveren yanında çalışma süreleri Şekil 2.6'da görüleceği üzere üç aydan fazla ve bir yıldan az tecrübeye sahip olanların en yoğun kaza geçiren sigortalı kitlesini oluşturduğu tespit edilmiştir.



Şekil 2.6. 2008-2015 Yılları itibariyle iş kazası geçirenlerin son işyerinde çalışma süresi

Son işveren yanında üç aydan fazla bir yıldan az çalışma süresi olan 236.797 erkek sigortalı ile 32.082 kadın sigortalı en çok iş kazasına maruz kalan gruptur. Bu grubu iki yıldan fazla ve beş yıldan az çalışma süresi olan 156.894 erkek, 17.714 kadın sigortalının maruz kaldığı iş kazaları takip etmektedir. İş kazaları, deneme sürelerinde düşük olup ilk bir yıllık çalışmada artan bir seyirdedir. Kıdem arttıkça iş kazası sayılarında bir düşüş göstermektedir. Son 8 yılda 998.582 sigortalının 519.877'si (%52'si) ilk hizmet yılında (1 gün-1 yıl) iş kazasına uğramıştır. On yıldan fazla tecrübeye sahip kişilerin maruz kaldığı kazalar toplam kazaların %5'ini oluşturmaktadır (Bkz. Ek-4).

İlk hizmet yılında iş kazalarının yoğun olması, çalışanların yaptıkları işte tecrübesiz olmaları ile yeterli düzeyde eğitim almadan iş başı yapmış olmalarından kaynaklandığı söylenebilir. Eğitim, kıdem ve dolayısıyla iş tecrübesi arttıkça çalışanlar o işe karşı yatkınlık, farkındalık ve alışkanlık kazanmaktadır. Bu kazanımlar elde eden çalışanlar kazaları tahmin edebilmekte ve kazaya karşı tedbirler alabilmektedirler.

Sigortalı sayılarının da her yıl arttığı düşünüldüğünde yalnızca iş kazası sayıları üzerinden yeterli değerlendirme yapılamayacağından değerlendirilmelerde kullanılmak üzere çeşitli kıyaslama ölçütleri geliştirilmiştir.

## 2.2. İş Kazası Ölçütleri

İş güvenliği tedbirlerinin yeterli olup olmadığı, iyileştirme amaçlı çalışmalara başlanıp başlanmayacağıının belirlenmesi için iş kazası sıklığı, iş kazası ağırlığı, iş kazası ölüm hızı gibi izleme verileri kullanılmaktadır (Özdemir ve Topçuoğlu, 2009). İş kazaları istatistikleri ile hesap edilebilen iş kazası sıklık hızı ve iş kazası ağırlık hızı değerleri bir sonraki yıl meydana gelecek kaza sayısı tahminini vermektedir (Demirer, 2013).

Ülkemizde SGK tarafından kullanılan istatistiklerde de düzenli olarak izlenen iş kazası sıklık hızı, iş kazası ağırlık hızı ölçütleri ile iş kazası ölüm hızı bilgileri bu bölümde sunulmaktadır.

### 2.2.1. İş kazası sıklık (İnsidans) hızı

İş kazası sayısı, sigortalı sayısı ve çalışma gün sayısı gibi değerlerin birlikte kullanılarak hesaplamalara dahil edildiği ölçütlerden birisi iş kazası sıklık hızıdır (Esaw, 2017).

SGK'nın yayımlanmış olduğu istatistik yıllıklarında iş kazası sıklık hızı iki yöntemle hesaplanmaktadır. Yöntemlerin ilkinde iş kazası sayısı, tüm sigortalıların bir yıl içinde toplam çalışma saatinin bir milyon iş saati ile çarpımına bölünerek, bir yılda çalışılan 1 milyon iş saatine karşılık kaç iş kazası olduğu bulunur. Yöntemin ikincisinde ise iş kazası sayısı, tam gün çalışan 100 sigortalının haftada 45 saat, yılda 50 hafta çalıştığı kabul edilerek bulunan değere bölünmesi ile tam gün çalışan her 100 kişi arasında kaç iş kazası geçirildiği bulunmakta olup hesaplama şu şekildedir:

$$\text{I. Yöntem:} \quad \text{İKHS} = \text{İKS} / (\text{PTEGS} * 8) * 1\,000\,000$$

$$\text{II. Yöntem:} \quad \text{İKHS} = \text{İKS} / (\text{PTEGS} * 8) * 225.000$$

2008-2015 SGK istatistik yıllıklarından elde edilen iş kazası sıklık hızları ile bir sonraki konuda ele alacağımız iş kazası ağırlık hızları Çizelge 2.2'de görülmektedir.

Çizelge 2.2. İş kazası sıklık ve ağırlık hızları

Yıllar	İş kazası sayısı	Toplam prim tahakkuk eden gün sayısı	İş kazası sıklık hızı		Sürekli İş Göremezlik Dereceleri Toplamı	Geçici iş göremezlik süresi (gün)	Ölüm sayısı	İş kazası ağırlık hızı	
			1.000.000 iş saatinde	100 kişide				Gün	Saat
2008	72.963	2.945.664.020	3,10	0,70	52.685	1.795.046	865	519	0,42
2009	64.316	2.915.404.372	2,76	0,62	61.300	1.572.106	1.171	641	0,51
2010	62.903	3.190.289.762	2,46	0,55	75.833	1.502.871	1.444	706	0,56
2011	69.227	3.532.389.503	2,45	0,55	78.054	1.757.422	1.700	721	0,58
2012	74.871	3.855.795.100	2,43	0,55	66.039	1.647.127	744	395	0,32
2013	191.389	4.069.831.784	5,88	1,32	52.825	2.357.505	1.360	507	0,41
2014	221.366	4.248.428.182	6,51	1,47	42.857	2.065.962	1.626	514	0,41
2015	241.547	4.462.091.444	6,77	1,52	103.833	2.992.070	1.252	565	0,45

\*2008-2015 SGK İstatistik yıllıklarından tarafımızca derlenmiştir.

İş kazası sıklık hızınının 2008'den 2010'a kadar düzenli olarak azaldığı, 2010, 2011 ve 2012'de sabit bir değer aldığı görülmektedir. 2013 yılından itibaren ani bir yükselişle yeni bir trend yakalamıştır. Bunun sebebinin iş kazası geçiren tüm sigortalı sayılarına ait verilerin 2013 yılından itibaren Avrupa Birliği standartları da (Esaw) dikkate alınarak toplanmasıdır (SGK, İstatistik yıllıkları).

2010, 2011 ve 2012 yılında her 100 kişiden 0,55'i iş kazası geçirirken 2015 yılında her 100 kişiden 1,52'si iş kazasına maruz kalmıştır. 2012 yılında her 1 000 000 iş saatinde 2,43 iş kazası meydana gelirken 2015 yılında her 1 000 000 iş saatinde 6,77 iş kazası gerçekleşmiştir. Son 8 yılın toplamında ise her 100 kişiden 0,96'sı iş kazası geçirirken her 1 000 000 iş saatinde 4,27 iş kazası olmuştur.

Bir kazanın olma ihtimali bir kişinin çalıştığı ekonomik faaliyete bağlı olduğu için ülkeler arasındaki verileri karşılaştırırken bu standardize iş kazası sıklık hızı oranlarının kullanılması gerekir. Ancak ülke içindeki karşılaştırmalarda basit insidans (kaza sıklık) hızı kullanılabilir.

#### Basit insidans hızı

Avrupa Birliği İstatistik Ofisi (Eurostat), insidans oranını (kaza sıklık hızı) 100.000 işçi başına düşen iş kazası olarak tanımlamaktadır. Bazı çalışmalarda kaza sıklık hızlarının

1.000, 10.000 ve 100.000 gibi değerler kullanılmakta olup (Ceylan, 2011) önemli olan katsayıya göre uygun yorumun yapılmasıdır.

Kaza sayısını istihdam edilen kişilerin sayısı ile ilişkili olarak ifade etmek için iş kazaları sayısını (İKS) toplam çalışan sayısına (TÇS) oranlanarak basit insidans hızı (İKH) gösterilmektedir (Ceylan, 2012).

Basit İnsidans (iş kazası sıklık) Hızı

$$\text{İKH} = \text{İKS} / \text{TÇS} * 100.000$$

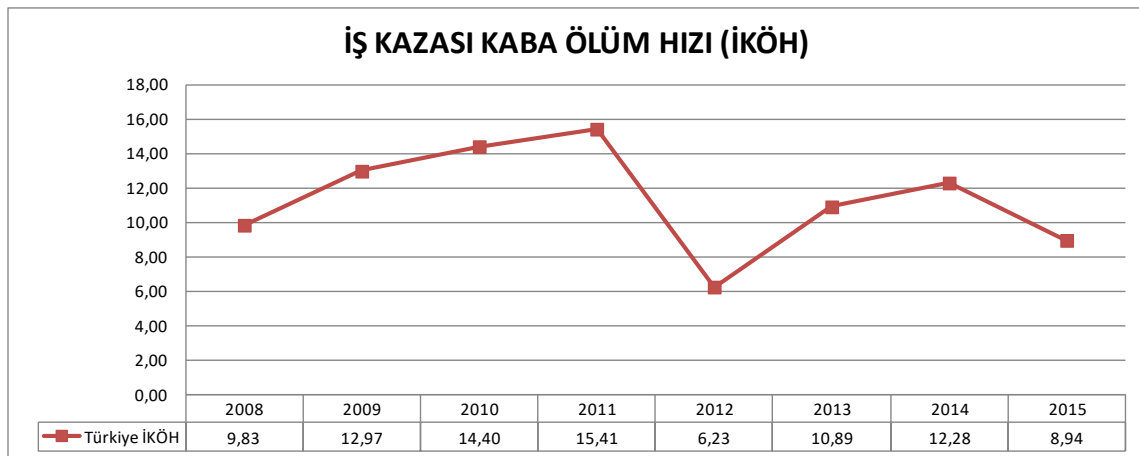
### İş kazası kaba ölüm hızı

İş kazalarının sonucunda karşılaşılan en kötü sonuç işçinin ölümüdür. Ölen işçinin geride bıraktığı aile fertlerinin yaşadığı mağduriyetin yanında, ölümler işverene ve SGK'ya önemli maliyetler yüklemektedir. İş kazası sonucu ölüm olasılığını görebilmek için kullanılan bir ölçüt olan iş kazası ölüm hızı iş kazasına bağlı ölüm sayısının toplam çalışan sayısına oranlanması ile elde edilir (Ceylan, 2012).

İş Kazası Kaba Ölüm Hızı

$$\text{İKÖH} = \text{ÖS} / \text{TÇS} * 100.000$$

Şekil 2.7'de son yıllarda Türkiye'de meydana gelen iş kazası sonucu ölümlerin kaba ölüm hızları görülmektedir.



Şekil 2.7. 2008-2015 Yılları itibariyle iş kazası ölüm hızları



Ülkemizde 2008 yılında 100.000 bin sigortalıdan 9,83 kişi iş kazasına bağlı olarak ölmüştür. İş kazasına bağlı ölüm hızı 2011 yılında 15,41'e yükselmiştir. 2012 yılında en düşük değerini alan ölüm hızı 6,23 tür. Son 8 yılın toplamında 100.000 bin sigortalıdan 11,22'si iş kazası sonucunda yaşamını yitirmiştir.

### 2.2.2. İş kazası ağırlık hızı

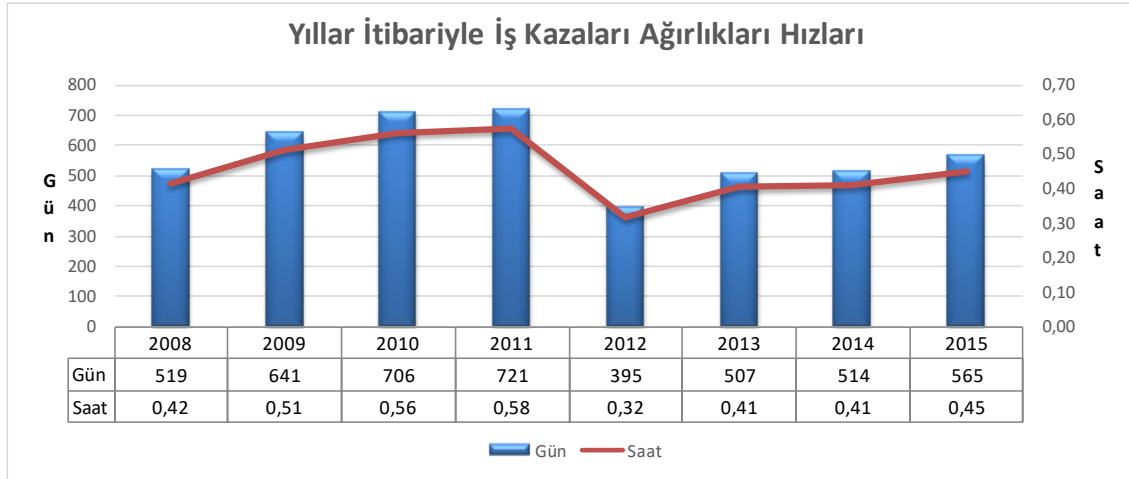
İş kazalarının maliyetinin ne kadar olduğunun tespit edilmesi için geliştirilen ölçütlerden biri olan iş kazası ağırlık hızı, yılda çalışılan belirlenmiş iş saati veya günü üzerinden iş kazası nedeniyle kayıp olan zamanı göstermektedir (Esaw, 2017).

SGK'nın istatistik yıllıklarında iş kazası ağırlık hızı da yayımlanmakta olup iş kazası sıklık hızında olduğu gibi iki yöntemle hesaplanmaktadır. Sürekli iş göremezlik dereceleri toplamı ve ölüm vaka sayısı belirli katsayılarla çarpılarak geçici iş göremezlik süresi ile toplanmasıyla iş kazası sonucu toplam gün kaybı (TGK) hesaplanır. Bu sonuç, toplam prim tahakkuk eden gün sayısının (PTEGS) 8 saatlik tam çalışma ile çarpılarak elde edilen bir yıl içinde toplam çalışma saatine oranlanır. Ortaya çıkan değer yöntemlerin ilkinde bir yılda çalışılan 1 000 000 iş saati ile çarpılarak iş kazası sebebiyle kaç iş gününün kaybedildiği hesaplanmaktadır. Yöntemlerin ikincisinde çalışılan her 100 saati ile çarpılarak iş kazası sebebiyle kaç saatin kayıp zaman olduğu bulunmakta olup hesaplamalar şu şekildedir:

$$\text{I.Yöntem:} \quad \text{İKAH} = \text{TGK} / (\text{PTEGS} * 8) * 1\ 000\ 000$$

$$\text{II. Yöntem:} \quad \text{İKAH} = (\text{TGK} * 8) / (\text{PTEGS} * 8) * 100$$

2008-2015 yılları değerlerinden hesaplanan (Bkz. Çizelge 2.2) iş kazası ağırlık hızlarının grafiği Şekil 2.8'de yer almaktadır.



Şekil 2.8. 2008-2015 Yılları itibariyle iş kazası ağırlık hızları

2011 yılında her 1 000 000 iş saatinde 721 gün, her 100 saatte 0,58 saat kayıp zaman olarak iş kazası ağırlık hızının en büyük değerini oluşturmaktadır. En düşük değer ise 2012 yılında her 1 000 000 iş saatinde 395 gün, her 100 saatte 0,32 saat kayıp zaman şeklinde gerçekleşmiştir. Son 8 yılda toplamda her 1 000 000 iş saatinde 564 gün her 100 saatte 0,45 saat çalışma zamanı kaybedilmiştir.

Bu kadar zaman dilimi içinde işgücünün kaybedilmiş olması üretimi olumsuz yönde etkilemekte ve ülke ekonomisine büyük zararlar vermektedir.

Genel iş kazaları istatistiklerinin analizi şeklinde incelenen verilerle somutlaştırılmaya çalışılan Türkiye’de meydana gelen iş kazaları bölümünün bu kısmından sonra analizlerimiz iş kazaları verilerinin yoğunlaştığı sektörler yoluyla devam edecektir.

### 2.3. Faaliyet Gruplarına Göre Sınıflandırılmış İstatistikler

Bu bölümde iş kazalarının yoğunlaştığı sektörler ülkemizdeki genel veriler üzerinden gösterilecektir. 2008 yılı öncesinde sektörler iş kolu şeklinde SGK istatistik yıllıkları yer bulmakta iken 2008 ve sonrasında ise faaliyet grupları farklılaşmıştır.

Faaliyet grupları sınıflandırmasında “Avrupa Topluluğunda Ekonomik Faaliyetlerin İstatistiki Sınıflaması” (NACE) olarak bilinen iktisadi faaliyet kolu sınıflandırması

kullanılmaktadır (Bkz. Ek-5). Örneğin, metal sektörü için “Ana Metal Sanayi” ve “Fabrikasyon Metal Ürünleri (Makine Techizat Hariç)” iş kolları esas alınmaktadır.

NACE iktisadi faaliyet kolu sınıflandırması, Avrupa’da ekonomik faaliyetlerle ilgili istatistiklerin üretilmesi ve yayılması amacıyla yönelik olarak kullanılan bir kaynaktır. NACE kısaltması Fransızca "Nomenclature générale des Activités économiques dans les Communautés Européennes" kelimelerinden türetilmiştir. Avrupa istatistik sisteminde belli bir standart içerisinde karşılaştırılabilir nitelik kazandırmak için kullanılmakta olan NACE, ekonomik faaliyetleri temel alan üretim, istihdam gibi geniş bir istatistiksel alanda istatistiksel verilerin toplanması ve analizi için bir şablon görevi görür.

Faaliyetleri önce kısım bazında sonra ayrıntıya girerek alt sınıfa kadar analiz eden NACE’nin ekonomik faaliyetleri kodlama yöntemi şu şekildedir. Ekonomik faaliyetleri kısımlara, kısımları bölümlere, bölümleri gruplara, grupları sınıflara, sınıfları da alt sınıflara ayırır. Kısımlar alfabetik bir kodla tanımlanır. Sayısal bir kodla tanımlanan bölümler iki basamaklı, gruplar üç basamaklı, sınıflar dört basamaklı, alt sınıflar ise altı basamaklıdır. NACE’de 21 adet kısım, 88 adet bölüm, 272 adet grup, 615 adet sınıf ve 2.182 adet alt sınıf vardır. NACE sınıflandırmasında bölümler 1’den 99’a kadar ardışık olarak kodlanmıştır. Bununla birlikte, NACE kodlamasını tamamen değiştirmeksizin, araya ek bölümlerin girmesine olanak sağlamak amacıyla bazı sayılar arasında boşluklara yer verilmiştir. Bu boşluklar, ek bölümlere ihtiyaç olması muhtemel olan kısımlarda bırakılmıştır. Bu nedenle 04, 34, 40, 44, 48, 54, 57, 67, 76, 83 ve 89 bölümleri NACE’de kullanılmamıştır (TOBB, 2012).

NACE kodlamasının son hali olan NACE.Rev2 Avrupa Topluluğunda ekonomik faaliyetlerin istatistiki sınıflamasına uyumlu istatistiklerin ilk referans yılı 2008 yılıdır (Eurostat. Nace., 2017). 2008 yılından istatistiklerin son yayımlandığı 2015 yılına kadar olan veriler aynı kodlamaya sahiptir.

Tuna ve Kurt (2014) çalışmasında ülkemizde son 5 yılda (2008-2012) meydana gelen iş kazalarının genel verileri iş kazası sayıları, iş kazalarına bağlı ölüm sayıları, geçici ve sürekli iş göremezlik istatistikleri incelenmiştir. Kömür ve Linyit Çıkarılması Faaliyet

Grubu (maden sektörü) iş kazası hızı (0,19038) ve kaba ölüm hızı (0,00092) ile ilk sırada olduğu tespit edilmiştir.

Ülkemizde son 6 yıllık (2013-2008) iş kazası istatistiklerinde de durum değişmemiş ve Kömür ve Linyit Çıkartılması Faaliyet Grubu iş kazası hızı (0,16970) ve kaba ölüm hızı (0,00076) ve standardize iş kazası oranı %2005,9 ile faaliyet grupları sıralamasında ilk sırada yer almıştır. Ölüm hızında 7, iş kazası hızında 11 faaliyet grubunun ülke ortalamasının üzerinde olduğu tespit edilmiştir (Tuna ve Kurt, 2015).

Son 7 yıllık (2014-2008) istatistiklerden elde edilen iş kazası insidans hızlarına göre 1. sırada yer alan Kömür ve Linyit Çıkartılması faaliyetinde çalışan her 1.000 kişiden 179 kişi iş kazası geçirmektedir. Ülke ortalamasında ise her 1.000 kişiden 10 kişi iş kazası geçirmektedir. İş kazası hızında 10 faaliyet grubu ülke ortalamasının üzerinde yer almaktadır (Tuna ve Kurt, 2017, baskıda).

Tez çalışmamızda 2013-2014 iş kazası ham verileri kullanılmakta olup bu veriler, iş kazası hızları ülke ortalaması üzerinde kalan sektörlerle kısıtlandırılmıştır.

Ülkemizde meydana gelen iş kazalarının genel verilerinin yayımlandığı SGK istatistik yıllıklarında (2008-2015) Nace sınıflandırmasına göre sınıflandırılan faaliyet gruplarından iş kazaları sayısı bakımından ait olduğu yıl içerisinde ilk 10'a giren en riskli faaliyet gruplarının verileri kategorize edilmiştir. Kaba ölüm hızları, iş kazası hızları son 8 yıllık değerler üzerinden hesaplanmış ve genel veriler açısından istatistiksel olarak aşağıda değerlendirilmiştir.

İş kazası sayısı büyüklüğü ile ilk 10'a giren faaliyet grupları yıllar itibariyle Çizelge 2.3'teki gibidir.

Çizelge 2.3. Yıllar itibariyle iş kazası sayısı bakımından ilk on faaliyet grupları

2008				2009				2010				2011			
Sıra	Faaliyet kodu	Faaliyet grupları	İş Kazası Sayısı	Sıra	Faaliyet kodu	Faaliyet grupları	İş Kazası Sayısı	Sıra	Faaliyet kodu	Faaliyet grupları	İş Kazası Sayısı	Sıra	Faaliyet kodu	Faaliyet grupları	İş Kazası Sayısı
1	25	Fabrik.Metal Ürün.(Mak.Tec.Har)	6.971	1	05	Kömür Ve Linyit Çıkartılması	8.193	1	05	Kömür Ve Linyit Çıkartılması	8.150	1	05	Kömür Ve Linyit Çıkartılması	9.217
2	05	Kömür Ve Linyit Çıkartılması	5.728	2	25	Fabrik.Metal Ürün.(Mak.Tec.Har)	7.314	2	25	Fabrik.Metal Ürün.(Mak.Tec.Har)	6.918	2	25	Fabrik.Metal Ürün.(Mak.Tec.Har)	7.268
3	42	Bina dışı yapıların inşaatı	4.550	3	24	Ana Metal Sanayi	4.819	3	24	Ana Metal Sanayi	4.621	3	24	Ana Metal Sanayi	5.272
4	28	Makine ve ekipman imalatı	4.191	4	13	Tekstil Ürünleri İmalatı	3.771	4	23	Metallik Olmayan Ürünler İma.	3.861	4	23	Metallik Olmayan Ürünler İma.	4.240
5	24	Ana Metal Sanayi	4.029	5	23	Metallik Olmayan Ürünler İma.	3.569	5	13	Tekstil Ürünleri İmalatı	3.474	5	41	Bina inşaatı	3.836
6	41	Bina inşaatı	3.497	6	41	Bina inşaatı	3.497	6	41	Bina inşaatı	3.056	6	13	Tekstil Ürünleri İmalatı	3.239
7	13	Tekstil Ürünleri İmalatı	3.641	7	10	Gıda ürünlerinin imalatı	2.484	7	10	Gıda ürünlerinin imalatı	2.422	7	10	Gıda ürünlerinin imalatı	2.590
8	23	Metallik Olmayan Ürünler İma.	3.504	8	49	Kara Taşıma.Ve Boru Hatlı Taşıma.	2.329	8	49	Kara Taşıma.Ve Boru Hatlı Taşıma.	2.206	8	49	Kara Taşıma.Ve Boru Hatlı Taşıma.	2.363
9	27	Elektrikli teçhizat imalatı	2.203	9	28	Makine ve ekipman imalatı	1.899	9	28	Makine ve ekipman imalatı	1.981	9	28	Makine ve ekipman imalatı	2.218
10	49	Kara Taşıma.Ve Boru Hatlı Taşıma.	1.974	10	22	Kauçuk ve plastik ürünleri imalatı	1.818	10	22	Kauçuk ve plastik ürünleri imalatı	1.903	10	43	Özel inşaat faaliyetleri	2.195
2012				2013				2014				2015			
Sıra	Faaliyet kodu	Faaliyet grupları	İş Kazası Sayısı	Sıra	Faaliyet kodu	Faaliyet grupları	İş Kazası Sayısı	Sıra	Faaliyet kodu	Faaliyet grupları	İş Kazası Sayısı	Sıra	Faaliyet kodu	Faaliyet grupları	İş Kazası Sayısı
1	05	Kömür Ve Linyit Çıkartılması	8.828	1	25	Fabrik.Metal Ürün.(Mak.Tec.Har)	15.699	1	25	Fabrik.Metal Ürün.(Mak.Tec.Har)	18.529	1	25	Fabrik.Metal Ürün.(Mak.Tec.Har)	19.221
2	25	Fabrik.Metal Ürün.(Mak.Tec.Har)	7.045	2	41	Bina inşaatı	14.286	2	41	Bina inşaatı	13.508	2	41	Bina inşaatı	15.065
3	13	Tekstil Ürünleri İmalatı	5.127	3	24	Ana Metal Sanayi	12.061	3	24	Ana metal sanayi	12.357	3	24	Ana metal sanayi	12.529
4	24	Ana Metal Sanayi	4.938	4	05	Kömür Ve Linyit Çıkartılması	11.289	4	13	Tekstil ürünlerinin imalatı	12.128	4	13	Tekstil ürünlerinin imalatı	12.041
5	41	Bina inşaatı	4.511	5	13	Tekstil Ürünleri İmalatı	10.996	5	10	Gıda ürünlerinin imalatı	10.971	5	10	Gıda ürünlerinin imalatı	12.003
6	23	Metallik Olmayan Ürünler İma.	3.733	6	23	Metallik Olmayan Ürünler İma.	9.213	6	23	Metallik Olmayan Ürünler İma.	10.244	6	56	Yiyecek ve içecek hizmeti faaliyetleri	10.458
7	10	Gıda Ürünleri İmalatı	2.972	7	10	Gıda Ürünleri İmalatı	9.111	7	5	Kömür ve Linyit Çıkartılması	10.026	7	43	Özel inşaat faaliyetleri	10.393
8	43	Özel İnşaat Faaliyetleri	2.750	8	49	Kara Taşıma.Ve Boru Hatlı Taşıma.	7.597	8	56	Yiyecek ve içecek hizmeti faaliyetleri	8.818	8	23	Metallik Olmayan Ürünler İma.	10.242
9	49	Kara Taşıma.Ve Boru Hatlı Taşıma.	2.549	9	52	Taşıma.İçin Depolama Ve Destek.Fa.	6.782	9	43	Özel inşaat faaliyetleri	8.516	9	81	Binalar ve çevre düzenlenmesi faaliyetleri	8.972
10	22	Kauçuk ve plastik ürünleri imalatı	2.311	10	43	Özel İnşaat Faaliyetleri	6.764	10	52	Taşıma.İçin Depolama Ve Destek.Fa.	8.079	10	52	Taşıma.İçin Depolama Ve Destek.Fa.	8.904

\*2008-2015 SGK istatistik yıllıklarından tarafımızca derlenmiştir.

Makine ve ekipman imalatı faaliyet grubu 2008-2011 yıllarında iş kazası sayısı bakımından ilk 10 da yer alırken son 4 yılda ilk 10 da yer almamıştır. Kara taşımacılığı ve boru hattı taşımacılığı 2008-2013 yıllarında iş kazası sayısı bakımından ilk 10 da yer alırken son 2 yılda ilk 10'da yer almamıştır. Bu durum bu faaliyet grupları açısından alınan iş güvenliği tedbirlerinin faydalı olduğunu göstermektedir. Bina dışı yapıların inşaatı ve elektrikli teçhizat imalatı faaliyet grubu iş kazası sayısı bakımından ilk 10'a yalnızca 2008 yılında girmiştir (Tuna ve Kurt, 2015). Ancak bina dışı yapıların inşaatı faaliyet grubunda gerçekleşen kazaların ölümle sonuçlandığı unutulmamalıdır.

2008-2012 yıllarında iş kazası sayısı bakımından ilk sırada olan kömür ve linyit çıkartılması faaliyet grubu yalnızca 2015 yılında ilk 10'a girmemiştir. Bunun nedeni 2014 yılında Soma'da meydana gelen ve 301 kişinin ölümü ile sonuçlanan kömür madeni faciasının ertesi yılında çok yoğun ve kati bir şekilde iş güvenliğinin sağlanmasıdır.

Gıda ürünleri imalatı faaliyet grubu iş kazası sayısı bakımından 2008’de ilk 10 da yer almazken bundan sonraki yıllarda her zaman ilk 10’da yer alması iş güvenliği konusunda yeterli tedbirlerin alınmadığının bir göstergesidir. Kauçuk ve plastik ürünlerin imalatı faaliyet grubu yalnızca 2009, 2010 ve 2012 yılında iş kazası sayısı bakımından ilk 10’da yer almıştır. Özel inşaat faaliyetleri faaliyet grubu 2008-2010 yıllarında iş kazası sayısı bakımından ilk 10’da yer almazken son yıllarda sürekli ilk 10 da bulunmaktadır.

Yiyecek ve içecek hizmeti faaliyetleri ve taşımacılık için depolama ve destekleme faaliyetleri faaliyet grupları iş kazası sayısı bakımından son birkaç yılda ilk 10’a girmiş olması geçmişte alınmış olan iş güvenliği tedbirlerinin elden bırakıldığının bir göstergesidir. 2015 yılında binalar ve çevre düzenlemesi faaliyetleri faaliyet grubu iş kazası sayısı bakımından ilk defa ilk 10’a girmiştir. Fabrikasyon metal ürünleri (makine ve teçhizat hariç), ana metal sanayi, bina inşaatı, tekstil ürünlerinin imalatı, metalik olmayan ürünler imalatı faaliyet grupları ise iş kazası sayısı bakımından her zaman ilk 10’da yer alması sorunun kronikleştiğinin ispatıdır.

Son 8 yılda (2008-2015) iş kazası sayısı bakımından en az bir kez ilk 10’a giren en riskli faaliyet grupları 16 adet olarak belirlenmiştir (Bkz. Çizelge 2.3). Bu faaliyet grupları; makine ve ekipman imalatı, kara taşımacılığı ve boru hattı taşımacılığı, bina dışı yapıların inşaatı, elektrikli teçhizat imalatı, kömür ve linyit çıkartılması, gıda ürünleri imalatı, kauçuk ve plastik ürünlerin imalatı, özel inşaat faaliyetleri, yiyecek ve içecek hizmeti faaliyetleri, taşımacılık için depolama ve destekleme faaliyetleri, binalar ve çevre düzenlemesi faaliyetleri, fabrikasyon metal ürünleri (makine ve teçhizat hariç), ana metal sanayi, bina inşaatı, tekstil ürünlerinin imalatı, metalik olmayan ürünler imalatı faaliyet gruplarıdır.

Çizelge 2.4’te 16 faaliyet grubuna ait son 8 yılın toplam iş kazası sayısı, iş kazasına bağlı ölüm sayısı, geçici iş göremezlik sayısı, sürekli iş göremezlik sayısı ve sigortalı sayıları görülmektedir.

Çizelge 2.4.16 faaliyet grubu 2008-2015 iş kazasına bağlı sayılar

Sıra	Faaliyet kodu	Faaliyet grupları (Nace sınıflamasına göre)	İş kazası sayısı			Ölüm sayısı			Geçirdi İş göremezlik Sayısı						Sürekli iş göremezlik sayısı			Sigortalı Sayısı 2015-2008
			Erkek	Kadın	Toplam	Erkek	Kadın	Toplam	Ayaktan Gün Sayısı			Yatarak Gün Sayısı			Erkek	Kadın	Toplam	
									Erkek	Kadın	Toplam	Erkek	Kadın	Toplam				
1	25	FABRİK.METAL.ÜRÜN.(MAK.TEC.HAR)	78.673	10.292	88.965	251	37	288	1.238.449	188.407	1.426.856	30.409	4.502	34.911	1.025	120	1.145	2.883.095
2	05	KÖMÜR VE LİNYİT ÇIKARILMASI	63.097	5.763	68.860	561	30	591	897.939	121.135	1.019.074	17.557	3.218	20.775	425	34	459	384.488
3	41	BİNA İNŞAATI	60.939	317	61.256	1.489	1	1.490	1.403.591	3.937	1.407.528	70.357	46	70.403	1.777	0	1.777	7.693.326
4	24	ANA METAL SANAYİ	55.899	4.727	60.626	121	21	142	829.297	92.463	921.760	19.211	2.237	21.448	443	60	503	1.164.949
5	13	TEKSTİL ÜRÜNLERİ İMALATI	39.699	14.718	54.417	100	18	118	535.202	158.165	693.367	14.037	3.940	17.977	407	131	538	3.153.471
6	23	METALİK OLMAYAN ÜRÜNLER İMA.	41.944	6.662	48.606	252	25	277	609.728	108.808	718.536	21.340	3.077	24.417	505	87	592	1.557.974
7	10	GIDA ÜRÜNLERİ İMALATI	30.892	13.571	44.463	167	31	198	413.167	160.714	573.881	14.482	4.433	18.915	326	110	436	3.105.065
8	43	ÖZEL İNŞAAT FAALİYETLERİ	33.863	1.322	35.185	654	67	721	639.215	43.340	682.555	34.891	2.341	37.232	813	76	889	2.879.949
9	49	KARA TAŞIMA.VE BORU HATTI TAŞIMA.	30.634	2.788	33.422	949	115	1.064	580.815	94.820	675.635	25.598	4.285	29.883	552	91	643	4.232.835
10	42	BİNA DIŞI YAPILARIN İNŞAATI	28.307	4.622	32.929	806	232	1.038	577.110	195.304	772.414	33.702	11.150	44.852	816	300	1.116	2.439.759
11	52	TAŞIMA.İÇİN.DEPOLAMA VE DESTEK.FA.	26.354	4.646	31.000	150	20	170	282.974	56.923	339.897	8.074	1.254	9.328	197	35	232	1.574.709
12	22	KAUÇUK VE PLASTİK ÜRÜNLER İM.	26.634	4.282	30.916	43	7	50	446.177	75.714	521.891	10.164	1.366	11.530	342	70	412	1.298.259
13	56	YİYECEK VE İÇECEK HİZMETİ FAAL.	21.530	8.800	30.330	73	17	90	206.349	67.520	273.869	6.655	1.687	8.342	120	20	140	3.018.182
14	28	MAKİNE VE EKİPMAN İMALATI	24.084	4.905	28.989	92	11	103	334.234	91.364	425.598	7.560	2.161	9.721	259	79	338	1.215.996
15	27	ELEKTRİK Lİ TEHZİZAT İMALATI	18.592	4.335	22.927	37	16	53	220.262	58.993	279.255	3.740	1.685	5.425	133	24	157	788.239
16	81	BİNA VE ÇEVRE DÜZENLEME FAALİYET.	14.621	6.010	20.631	86	9	95	163.084	31.480	194.564	5.952	796	6.748	118	11	129	2.808.382

\*2008-2015 SGK istatistik yıllıklarından tarafımızca derlenmiştir.

Belirlenen 16 faaliyet grubu son 8 yıllık verilere göre ülkemizin sigortalı sayısı bakımından %44,39'unu, iş kazası sayısı bakımından %69,45'ini oluşturmaktadır. İş kazasına bağlı ölüm sayıları içinde %63,82'lik paya sahiptir.

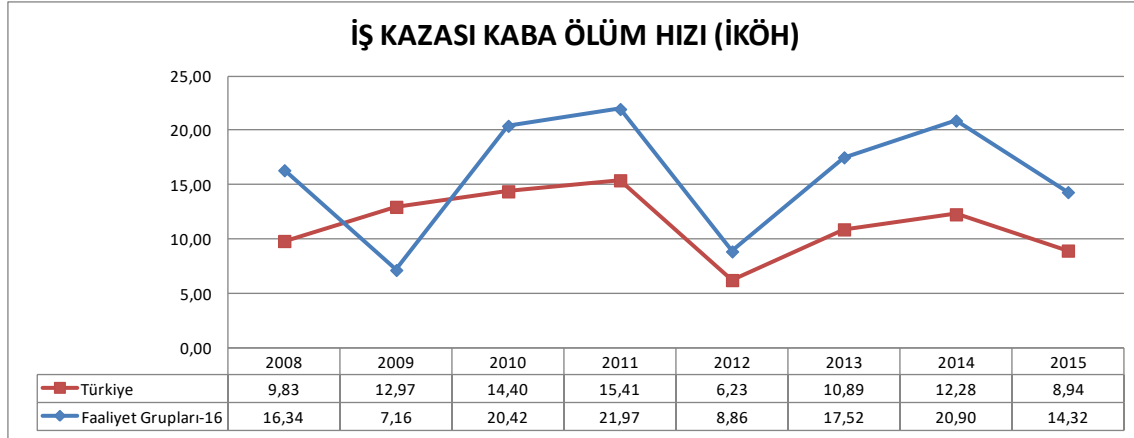
Son 8 yılda toplamda 16 faaliyet grubunda 10 926 680 gün ayaktan, 371.907 gün yatarak iş kazası sonucunda kayıp yaşanmıştır. Kayıp gün süresi, ayakta/yatarak tedavi ayrımı yapılmadığından, tedaviye göre gün süresi olmayıp iş görülemeyen gün süresidir. Ülke ortalamasında ayaktan gün kaybının %71,70'ini, yatarak gün kaybının ise %72,56'sını bu faaliyet grupları oluşturmaktadır. Ayaktan gün sayısında erkeklerde 1 403 591 gün, yatarak gün sayısında 70.357 gün ile bina inşaatı faaliyet grubu 1.sırada yer alırken, kadınlarda ise ayaktan gün sayısında 195.304 gün, yatarak gün sayısında 11.150 gün ile bina dışı yapıların inşaatı faaliyet grubu en yoğun gruptur.

Sürekli iş göremezlik (meslekte kazanma gücünü %10 ve üzeri kaybedenler) sayılarına bakılacak olursa son 8 yılda toplamda 16 faaliyet grubunda 8.258 erkek, 1.248 kadın sigortalı iş kazası sonucunda sürekli iş göremez duruma düşmüştür. En yoğun olarak, erkeklerin 1.777'si bina inşaatı faaliyet grubunda, kadınların 300'ü bina dışı yapıların inşaatı faaliyet grubunda sürekli iş göremez durumundadır.

Ayakta/yatarak gün kayıpları ile sürekli iş göremez sayılarının en yüksek olduğu bina inşaatı ve bina dışı yapıların inşaatı faaliyet gruplarının yanında ilk defa 2015 yılında iş

kazası sayısı bakımından ilk 10'a giren binalar ve çevre düzenlemesi faaliyetleri faaliyet grubunun da anılması ile inşaat sektörü iş kazası açısından en riskli sektörler arasında yer almaktadır.

2008-2015 yılları itibariyle 16 faaliyet grubu ve Türkiye geneli iş kazası kaba ölüm hızları Şekil 2.9'da karşılaştırılmaktadır.



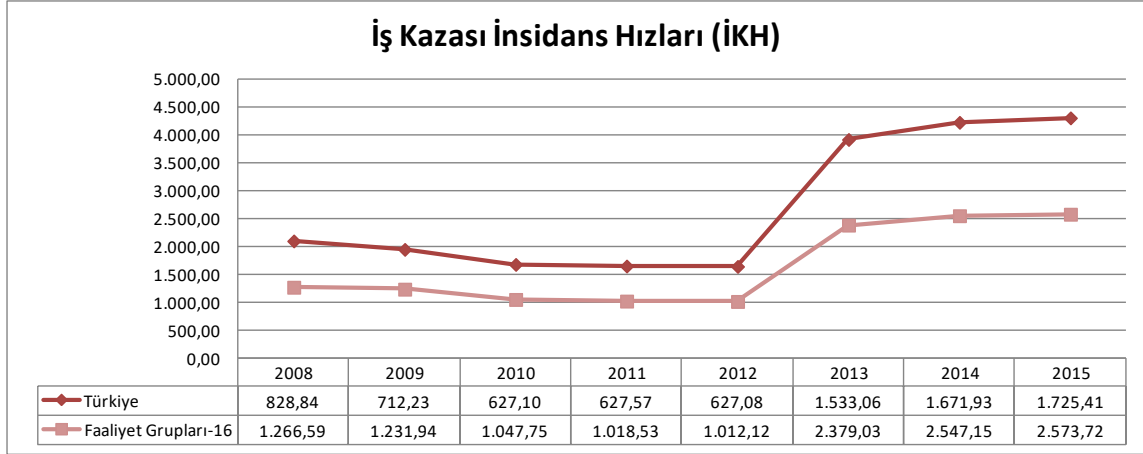
Şekil 2.9. Türkiye geneli ve 16 faaliyet grubu 2008-2015 iş kazası kaba ölüm hızları

16 faaliyet grubundaki en düşük değeri alan İKÖH'e göre 2009 yılında, her 100.000 sigortalının 7,16'sı iş kazası sonucu hayatını kaybetmiştir. En yüksek İKÖH değeri ise 2014 yılında olup her 100.000 sigortalının 20,90'ı iş kazası sonucu öldüğünü göstermektedir. En riskli 16 faaliyet grubunda son 8 yılda toplamda her 100.000 kişiden 16,14'ünün iş kazası sonucu öldüğü belirlenmiştir.

2010 yılından 2015 yılına kadar Türkiye ve faaliyet grupları-16'nın İKÖH'ünün aynı doğrultuda olması, 16 faaliyet grubunun kaba ölüm hızına yön verdiğini göstermektedir. 16 faaliyet grubunda iş kazasına bağlı ölümlerin azalması Ülkenin genelindeki seyri de azaltabilecek düzeydedir.

Şekil 2.10'da 2008-2015 yılları itibariyle 16 faaliyet grubu ve Türkiye geneli iş kazası basit insidans hızları karşılaştırılmaktadır.





Şekil 2.10. Türkiye geneli ve 16 faaliyet grubu 2008-2015 iş kazası insidans hızları

İş kazası insidans hızı 16 faaliyet grubunda 2008 den 2012 ye kadar azalarak her 100.000 sigortalının 1.012,12'sinin iş kazası geçirdiği bir seviye gelmiş iken sonraki yıllarda yeniden yükselişe geçmiştir. En riskli 16 faaliyet grubunda son 8 yılda toplamda her 100.000 sigortalının 1.725,24'ü iş kazasına maruz kalmıştır.

Türkiye ve faaliyet grupları-16'nın İKH'si de aynı doğrultudadır. 16 faaliyet grubunda alınacak iş güvenliği tedbirleriyle iş kazalarının azaltılması Ülke genelindeki iş kazası hızını da azaltacaktır.

Son 8 yılın toplamı ile elde edilen iş kazası insidans hızlarına göre 16 faaliyet grubunun sıralaması Çizelge 2.5'de yer almaktadır.

Çizelge 2.5.16 faaliyet grubu 2008-2015 iş kazası insidans hız sıralaması

Sıra	Faaliyet kodu	Faaliyet grupları (Nace sınıflamasına göre)	İş kazası İnsidans Hızı
1	05	KÖMÜR VE LİNYİT ÇIKARTILMASI	17.909,53
2	24	ANA METAL SANAYİ	5.204,18
3	23	METALİK OLMAYAN ÜRÜNLER İMA.	3.119,82
4	25	FABRİK.METAL ÜRÜN.(MAK.TEC.HAR)	3.085,75
5	27	ELEKTRİKLİ TEÇİZAT İMALATI	2.908,64
6	28	MAKİNE VE EKİPMAN İMALATI	2.383,97
7	22	KAUÇUK VE PLASTİK ÜRÜNLER İM.	2.381,34
8	52	TAŞIMA.İÇİN.DEPOLAMA VE DESTEK.FA.	1.968,62
9	13	TEKSTİL ÜRÜNLERİ İMALATI	1.725,62
10	10	GIDA ÜRÜNLERİ İMALATI	1.431,95
11	42	BİNA DIŞI YAPILARIN İNŞAATI	1.349,68
12	43	ÖZEL İNŞAAT FAALİYETLERİ	1.221,72
TÜRKİYE GENEL İKH			1.102,70
13	56	YİYECEK VE İÇECEK HİZMETİ FAAL.	1.004,91
14	41	BİNA İNŞAATI	796,22
15	49	KARA TAŞIMA.VE BORU HATTI TAŞIMA.	789,59
16	81	BİNA VE ÇEVRE DÜZENLEME FAALİYET.	734,62

\*2008-2015 SGK istatistik yıllıklarından tarafımızca derlenmiştir.

Kömür ve Linyit Çıkartılması Faaliyet Grubu iş kazası hızı 17.909,53 ile ilk sırada olup en çok iş kazasının görüldüğü bu sektörde çalışan her 100.000 madencinin 17.910'u iş kazası geçirmektedir. İş kazası hızı Ülke ortalamasının üzerinde yer alan 12 faaliyet grubunun tespit edilmiştir.

Son 8 yılın toplamı ile elde edilen iş kazası kaba ölüm hızlarına göre 16 faaliyet grubunun sıralaması Çizelge 2.6'da gösterilmiştir.

Çizelge 2.6. 16 faaliyet grubu 2008-2015 iş kazası kaba ölüm hızı sıralaması

Sıra	Faaliyet kodu	Faaliyet grupları (Nace sınıflamasına göre)	İş kazası Kaba Ölüm Hızı
1	05	KÖMÜR VE LİNYİT ÇIKARTILMASI	153,71
2	42	BİNA DIŞI YAPILARIN İNŞAATI	42,55
3	49	KARA TAŞIMA.VE BORU HATTI TAŞIMA.	25,14
4	43	ÖZEL İNŞAAT FAALİYETLERİ	25,04
5	41	BİNA İNŞAATI	19,37
6	23	METALİK OLMAYAN ÜRÜNLER İMA.	17,78
7	24	ANA METAL SANAYİ	12,19
TÜRKİYE GENEL İKÖH			11,22
8	52	TAŞIMA.İÇİN.DEPOLAMA VE DESTEK.FA.	10,80
9	25	FABRİK.METAL ÜRÜN.(MAK.TEC.HAR)	9,99
10	28	MAKİNE VE EKİPMAN İMALATI	8,47
11	27	ELEKTRİK Lİ TEHİZAT İMALATI	6,72
12	10	GIDA ÜRÜNLERİ İMALATI	6,38
13	22	KAUÇUK VE PLASTİK ÜRÜNLER İM.	3,85
14	13	TEKSTİL ÜRÜNLERİ İMALATI	3,74
15	81	BİNA VE ÇEVRE DÜZENLEME FAALİYET.	3,38
16	56	YİYECEK VE İÇECEK HİZMETİ FAAL.	2,98

\*2008-2015 SGK istatistik yıllıklarından tarafımızca derlenmiştir.

Kömür ve Linyit Çıkartılması Faaliyet Grubu iş kazası kaba ölüm hızı 153,71 ile ilk sıradadır. Her 100.000 madenciden 153'ü iş kazası sonucu yaşamını yitirmektedir. İş kazası kaba ölüm hızı Ülke ortalamasının üzerinde olan 7 faaliyet grubu bulunmaktadır.

Bina inşaatı ile kara taşımacılığı ve boru hattı taşımacılığı faaliyet grupları iş kazası insidans hızı bakımından Ülke ortalamasının altında yer almakta iken kaba ölüm hızları bakımından Ülke ortalamasının üzerinde bulunmaktadır. Bunun anlamı bu iki sektördeki iş kazası sayılarının az olmasına rağmen daha ölümcül kazalar olduğudur.

İşçilere, işverenlere ve Ülkemiz ekonomisine büyük zararları bulunan iş kazalarının boyutları genel veriler üzerinden analiz edilerek izah edilmiştir. Sıradaki bölümde kavramsal çerçeve ile detaylandırılmıştır.

### 3. KAVRAMSAL ÇERÇEVE

#### 3.1. İş Kazası

İş kazaları işçileri maddi ve manevi olarak olumsuz bir şekilde etkilemektedir. İşletmeler için kaza zamanında geçen iş gücü kaybı, kaza süresinde üretimin durması, malzeme veya makinelerin hasara uğraması yüksek maliyetlere yol açmakta, kaza geçiren işçinin üretimden uzaklaşmasına neden olarak üretimin azalması ve verim düşüklüğüne neden olmaktadır. İş kazası bir şirket için aynı zamanda itibar kaybına neden olduğu gibi ülke ekonomisinin üretken kapasitesini düşürüp ulusal kaynakların yok olma sonucunu doğurur. Bu bölümde işçi, işveren ve ülke için sosyal bir sorun olan iş kazası hakkında genel bilgiler verilmesi amaçlanmıştır. Bu anlamda iş kazasının tanımı, nedenleri, unsurları, sigortası ve sağlanan yardımlar, yükümlülükler, bildirim ve tespit işlemleri izah edilecektir. Ayrıca iş kazası istatistiklerinin oluşumu ile son olarak çalışmada kullanılacak veri deseninden bahsedilecektir.

##### 3.1.1. İş kazasının tanımı

Bilimsel ve teknolojik gelişmeleri planlayan oluşturan zeka ve üreticiliğinin tüm imkanlarını kullanan insan (Kurt, 1993), bunun sonucunda giderek artan sanayileşme içinde meydana gelen iş kazalarına maruz kalmaktadır.

İş görenin; iş eğitimine veya işe giderken, işletmede iş görürken veya makine alet ve donanımların bakımı, onarımı ve muhafazasını sağlarken, aniden gerçekleşip, bedensel bütünlüğüne zarar veren olaya iş kazası denir (Kurt, 1993).

İş kazası kavramı, işverenin emri altındaki bir zamanda, işe dair yürütülen tüm faaliyetler nedeniyle meydana gelen, fizyolojik bir arızaya sebep olan (Güven, 1976: 114), iş ekipmanlarını veya çalışma yerini arızaya uğratan, işçi veya işverenin iradesi dışında meydana gelen (Bayır ve Ergül 2006), ani olarak alışılmıştın dışında gelişen, dıştan gelen zarar verici kazayı ifade etmektedir (Sözer, 1997: 408).

ILO tarafından önceden planlanmamış, bilinmeyen ve kontrol altına alınamamış olan zarar veya yaralanmaya sebep olabilecek nitelikteki olay olarak tanımlanırken (Özkılıç, 2005), Dünya Sağlık Teşkilatı (WHO) tarafından ise önceden planlanmamış çoğu zaman kişisel yaralanmalara, makine ve teçhizatı zarara uğratmasıyla maddi zarara ve üretimin bir süre durmasına sebep olan olay olarak tanımlanmıştır (Koç ve Akbıyık, 2011) .

6331 sayılı İş Sağlığı ve Güvenliği Kanunu'nun 3 üncü maddesinde ise iş kazası "İşyerinde veya işin yürütümü nedeniyle meydana gelen, ölüme sebebiyet veren veya vücut bütünlüğünü ruhen ya da bedenen özre uğratan olay" olarak tanımlanmaktadır.

5510 sayılı Sosyal Sigortalar ve Genel Sağlık Sigortası Kanununun 13 üncü maddesinin birinci fıkrasında ve Sosyal Sigortalar İşlemleri Yönetmeliğinin 35 inci maddesi doğrultusunda aşağıda beş fıkra ile izah edilen yer, zaman ve eylem sırasında ortaya çıkan; sigortalının o esnada veya bir süre sonra ölüm veya yaralanma sonucu bedensel bütünlüğünü ihlal eden olay olarak tanımlanmaktadır.

a) Sigortalının işyerinde bulunduğu esnada meydana gelen olay: Sigortalının işyerinde bulunduğu sırada meydana gelen olayların yapılan işle ilgili olup olmadığına bakılmaksızın iş kazası sayılması gerekmektedir. Önemli olan iş kazasının mesai saatleri dâhilinde veya işverenin çağrısı ile emri altına girme şeklinde gerçekleşmesidir (Sözer, 2001). İşçinin işyerine girdiği andan çıkacağı ana kadar yaptığı eyleme bakılmaksızın koruma sağlanmaktadır (Güzel, Okur ve Caniklioğlu, 2010). İşyeri, sigortalı sayılanların maddi olan ve olmayan unsurlar ile birlikte işlerini yaptıkları yerler olarak 5510 sayılı Kanununun 11 inci maddesinde tanımlanmıştır. İşlerini yaptıkları yer ifadesi, sigortalının fiilen çalıştığı, ana işini gördüğü yerdir. İş yeri, asıl işyerine ek olarak bölüm ve eklentileri ile işyerine bağlı araçları da kapsayan çok geniş bir alan ifade etmektedir (Gerek, Karaca, Baybora ve Kocabaş, 2013).

b) İşveren emir ve otoritesinde olan iş veya kendi adına ve hesabına bağımsız çalışıyorsa kendisinin yürütmekte olduğu iş dolayısıyla meydana gelen olay: İşyerinde yürütmekte olunan veya yürütülmekte olan iş dolayısıyla meydana gelen kaza iş kazası sayılmıştır. İşyerinde olmasa bile işverenin işyeri dışında görevlendirmesi ile işin yapıldığı esnada karşılaşılan kazalarda iş kazası olarak ifade edilmektedir (Güzel vd. 2010). İşveren, hizmet akdine tabi çalışanlar ve kamu çalışanları statüsünde sigortalı olan kişileri

çalıştıran gerçek kişiler, tüzel kişiler veya kurum ve kuruluşlar olarak 5510 sayılı Kanununun 12 inci maddesinde tanımlanmıştır.

- c) Sigortalının işverenin tarafından görevli olarak işyeri dışında başka bir yere gönderilmesi nedeniyle asıl işini yapmaksızın geçen zamanlarda meydana gelen olay: İşverenin sigortalıya vermiş olduğu görev ve görevin yapılması için geçen zamanda meydana gelen kaza tanımlanmaktadır. Ancak görev konusundan bağımsız ve görevinin dışında meydana gelen kazalar iş kazası sayılmamaktadır.
- d) Hizmet akdiyle çalışan sigortalılardan emziren kadının ilgili Kanunlar gereğince verilen süt izni süresinde meydana gelen olay: Emziren kadın sigortalının bir yaşından küçük çocuklarını emzirmeleri için 4857 sayılı İş Kanununun 74 üncü maddesinde belirtilen günde toplam bir buçuk saatlik emzirme süresinde, ki bu süre çalışma süresi olarak kabul edilmektedir, çocuğunun bulunduğu yer ile bu yere gidiş geliş sırasında veya işyerindeki emzirme odasında geçirdiği kazalar iş kazası sayılmaktadır.
- e) Sigortalıların, işverence sağlanan bir taşıtla işin yapıldığı yere gidiş geliş esnasında meydana gelen olay: Kazanın işverence sağlanan bir taşıt ile sigortalıların işin yapıldığı yere getirilip götürülme esnasında, taşıma işi devam ederken, meydana gelmesi halinde iş kazası kabul edilmektedir.

### 3.1.2. İş kazasının nedenleri

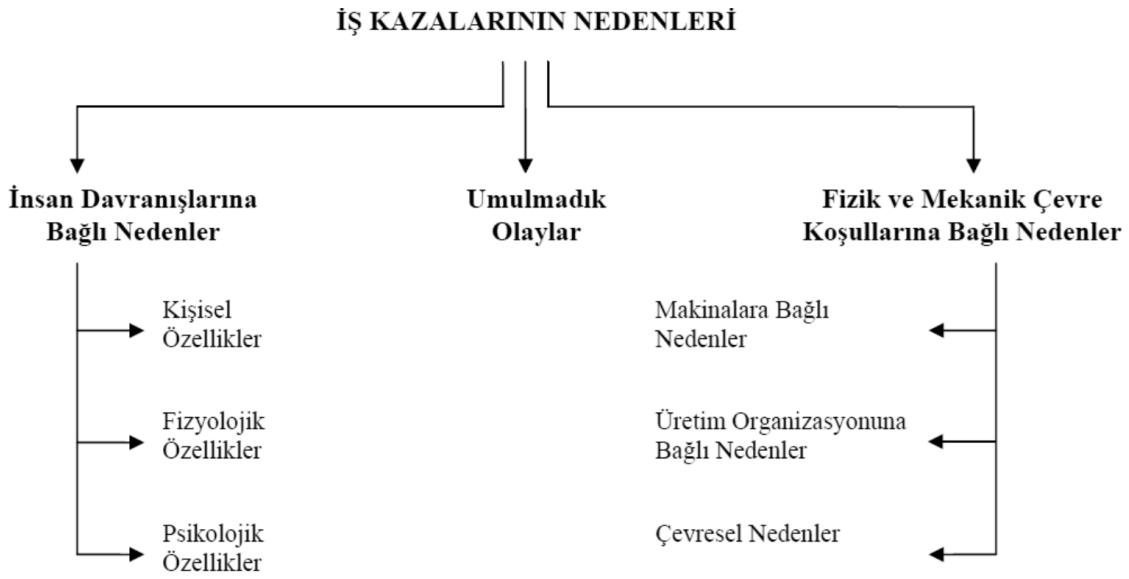
İş kazaları tehlikeli hareketleri oluşturan insanlardan, tehlikeli durumları oluşturan makinelerden ve çevre koşullarından meydana gelmektedir. Kaza nedenleri genel olarak "insana bağlı nedenler" ve "fizik ve mekanik çevre koşullarına bağlı nedenler" olmak üzere iki ana grupta ele alınmakta (Demirbilek, 2005) iken Camkurt'a (2013) göre bunlara ilave olarak "umulmadık olaylar" olmak üzere üç ana grupta toplanarak incelenebilir.

Güyağüler ve Önder'e (1991) göre bu nedenleri sınıflandıracak olursak; temel nedenler, işyeri yönetiminin iş güvenliği politikaları, personele ilişkin faktörlerdir. Doğrudan nedenler, yüksek enerji ve tehlikeli materyallerin aniden ortaya çıkmasıdır. Dolaylı nedenler ise güvenli olmayan davranışlar ve çevre koşullarıdır.

Cascio (1986) da iş kazalarının nedenlerini güvensiz çalışma davranışları ve güvensiz çalışma koşulları olarak sınıflandırmıştır. Fiziksel ve çevresel koşullar güvensiz çalışma

koşullarını iki kısma ayırmaktadır. Güvensiz hareketler ve güvensiz durumlar olarak yapılan ayırmada ise Camkurt (2007) de güvensiz hareketlerden çalışanların kendilerini, güvensiz durumlardan ise işverenleri sorumlu tutmuştur.

İş kazalarının meydana gelmesi %80'inin insanlara, %18'inin fizik ve mekanik çevre koşullarına geriye kalan %2'sinin ise umulmadık olaylara bağlıdır (Cam, 1993). Dolayısıyla iş kazalarının %98'i önlenebilir nitelikte olup kaçınılmaz kazalar ise %2 oranındadır (Camkurt, 2007).



Şekil 3.1. İş kazası nedenleri (Camkurt, 2013)

İş kazası nedenlerini detaylandıracak olursak; insana bağlı nedenler: yaş, cinsiyet, medeni durum, pozisyon (Kurt ve Ceylan, 2001), iş tecrübesi-deneyim, eğitim durumu, alışkanlıklar gibi kişisel özellikler; fiziksel yetersizlik, yorgunluk, uykusuzluk, monotonluk, alkol kullanımı, hastalık, beslenme ve kişisel sağlık gibi fizyolojik özellikler; zeka, kazaya yatkınlık, iş tatmini, duygusal hal, stres, motivasyon ve psikolojik rahatsızlıklar gibi psikolojik özelliklerdir (Ceylan, 2000).

Fizik ve mekanik çevre koşullarına bağlı nedenler: hatalı makine ve ekipman yerleşimi, eksik veya kusurlu koruyucular, yetersiz standardizasyon, yetersiz kontrol ve bakım, yetersiz teknik hizmet, bozuk donanım (Cascio, 1986), yetersiz çalışma bilgisi, uygun olmayan metot, yanlış tasarlanmış iş ve çalışma ortamları (Dağdeviren, Eraslan ve Kurt

2005), nem, aydınlatma düzeyi, gürültü, titreşim, havalandırma ve ısı koşulları, tozlar, gazlar ve buharlar, çözücüler, radyasyon olarak sayılabilir.

İş kazalarının önlenmesine yönelik yapılacak çalışmalarda bu nedenlerin temelinde yatan sorunların ortadan kaldırılması istenilen sonucu elde etmeyi sağlayacaktır.

### 3.1.3. İş kazasının unsurları

İş kazasının meydana gelebilmesi için gereken unsurlar; dıştan bir etkiyle kazaya uğramak (Eren, 1974), kazanın kasıtlı olarak gerçekleştirilmemiş olması, aniden gerçekleşmesi (Ulusun, 1990), kaza sonucunda bedenen zarara uğranması (yaralanma veya ölüm), kaza ve sonuç arasında illiyet bağının (sebep-sonuç/nedensellik) olmasıdır.

- Dıştan etki: Kendi iradesi dışında dışarıdan gelen bir etkinin varlığı ile kazanın gerçekleşmesi. İşyerinde meydana gelen kalp krizi gibi olaylarda iş kazası kabul edilebilmekte dolayısıyla bu tür olaylarda dıştan gelen etki kavramının geniş olarak yorumlandığı görülmektedir (Aydınlı, 2002).
- Kasıtlı olmama: Kanunda kasti olarak yapılan fiillerde nakdi yardımların verilmeyeceğine dair yaptırım bulunmaktadır. Bir kısım yardımlardan yoksun bırakmak sigortalının bilerek gerçekleştirdiği olay karşısında sorumlu tutmak içindir (Tuncay, Ekmekçi, 2008: 294).
- Aniden olma: Kaza kavramının da gereklilikleri arasında yer alan bir anda meydana gelme unsurudur. Ani olay yalnızca dış etkenin birden ortaya çıkması değil bir defada meydana gelmesidir. Kaza meydana gelmeden önce bilinmeyen, beklenmeyen ani ve şiddetli bir etken kazanın unsurudur (Turan, 1994).
- Bedenen zarara uğrama: İş kazası sonucunda işçinin bedensel, ruhsal veya zihinsel bir zarar görmesi veya ölmesi halidir.
- İlliyet bağı (sebep-sonuç/nedensellik): İş kazası ile meydana gelen zarar arasında sebep-sonuç ilişkisinin oluşmasıdır. Diğer bir ifade ile meydana gelen kaza yapılan işin bir sonucu olmalıdır (Gülel, 2011).

5510 sayılı Kanun yönünden bir kazanın iş kazası olması için bazı unsur ve koşulların belirtildiği görülmektedir. 5510 sayılı Kanuna göre bir olayın iş kazası sayılabilmesi için



bir arada var olması gereken unsurlar ise şunlardır; kazayı geçiren kişinin sigortalı statüsünde olması, kaza sonucunun sigortalının ölüm veya yaralanma şeklinde bedensel bütünlüğünü ihlal edecek nitelikte olması, olayla meydana gelen sonuç arasında uygun bir nedensellik ilişkisinin olması ile birlikte işyerinde yapmakta olduğu iş nedeniyle, görevlendirildiği başka bir anda, emziren kadın sigortalının süt izni süresi gibi belirli bir zaman diliminde olması, işin yapıldığı yere işverenin tahsis ettiği araçla işçinin taşınması esnasında meydana gelmesidir.

Sigortalılık statüsü, nitelikli kaza, nedensellik ilişkisi, belirli bir zaman ve işçi mobilizasyonu esnası 5510 sayılı Kanunun belirttiği iş kazası unsurlarıdır.

- Sigortalı olma: İş kazası kapsamında olan sigortalılar; bir iş sözleşmesine istinaden çalışan işçiler, esnaf, sanatkar ve diğer bağımsız çalışanlar, hükümlü ve tutuklulardan ceza tevkif evlerinde çalıştırılanlar, çıraklar, bursiyerler, stajyerler, vazife malullüğü aylığı bağlanmış malullerden çalışanlar, İŞ-KUR kursiyerleri, çalıştırılmak için yurt dışına götürülen Türk işçileri, tarım veya orman işlerinde iş sözleşmesine istinaden süreksiz olarak çalışanlar, ev hizmetlerinde çalışanlar ve intörn statüsündeki öğrencilerdir.

#### **3.1.4. İş kazası sigortası ve sağlanan yardımlar**

İş kazası kavramı iş gücünü doğrudan tehdit ettiği için mesleki bir risktir ve sosyal sigortalar kapsamında korunması gerekmektedir (Güven, 1976: 114). Risklerin geçici olması ve yardımların da geçici mahiyette olması nedeniyle bunları güvence altına alan sigorta alanları da “kısa vadeli” adını almaktadır (Caniklioğlu, 2006). 5510 sayılı Kanuna göre sosyal sigorta kollarından yapılan yardımlar bakımından iş kazaları, meslek hastalıkları, analık ve hastalık sigortaları kısa vadeli sigorta kollarını ifade eder.

İş kazası sigortası hükümleri; Kanunun 4 üncü maddesinin birinci fıkrasının (a) (hizmet akdine tabi çalıştırılanlar) ve (b) (kendi nam ve hesabına bağımsız çalışanlar) bendi kapsamında sigortalı sayılanlar, 5 inci maddesinin birinci fıkrasının (a) (ceza infaz kurumları ile tutukevleri bünyesinde çalışan hükümlü ve tutuklular), (b) (aday çırak, çırak, bursiyer, stajyer), (c) (vazife malullüğü aylığı bağlanmış malullerden çalışanlar), (e) (İŞ-KUR kursiyerleri) ve (g) (çalıştırılmak için yurt dışına götürülen Türk işçileri) bentlerinde

sayılan sigortalılar, Kanunun Ek 5 inci maddesine tabi olan (tarım veya orman işlerinde iş sözleşmesine istinaden süresiz olarak çalışanlar) sigortalılar, Ek 9 uncu maddesine tabi olan (ev hizmetlerinde çalışan) sigortalılar ve 2547 sayılı Yükseköğretim Kanununa göre intörn statüsündeki öğrenciler için geçerlidir. Anılan sigortalıların maruz kaldığı ve Kanunun belirttiği unsurların varlığında meydana gelen olaylar iş kazası sayılmaktadır (Genelge, 2016/21).

Kanunun 4 üncü maddesinin birinci fıkrasının (c) bendi (kamu çalışanları) kapsamında sigortalı sayılanlar kısa vadeli sigorta kolları kapsamında değildir. Bu sigortalıların işyerinde maruz kalacağı olaylar iş kazası sayılmayacaktır.

İş kazası halinde sigortalılara sağlanan yardımlar 5510 sayılı Kanunun 16 ncı maddesinin birinci fıkrasında belirtilmiştir:

- a) Sigortalıya iş kazası sonucu belirtilen istirahat süresi boyunca-çalışmadığı geçici iş göremezlik süresince, ilk günden itibaren her gün için (Korkusuz ve Uğur, 2010: 257) geçici iş göremezlik ödeneğinin verilmesi,
- b) Sigortalıya icra ettiği meslekte (Korkusuz vd., 2010: 259) kazanma gücünün en az %10 azalmış olması halinde sürekli iş göremezlik geliri bağlanması (Tuncay ve Ekmekçi, 2011: 305),
- c) İş kazası sonucunda ölen sigortalının sağlığında geçindirmekle yükümlü olduğu (Güzel vd., 2010: 367) hak sahiplerine (eş, çocuk, anne, baba) gelir bağlanması,
- d) İş kazası sonucu ölüm geliri alan ve evlenmesi sebebiyle bu geliri kesilecek olan kız çocuklarına, bir defaya has olmak üzere, talep etmeleri ve evlilik şartı ile (Güzel vd., 2010: 373) almakta oldukları gelirin iki yıllık tutarının evlenme ödeneği olarak verilmesi,
- e) İş kazası sonucu ölen veya sürekli iş göremezlik geliri almakta iken ölen sigortalının geride kalanları için sırasıyla eşi, çocukları, anne-babası, yoksa kardeşlerine hiçbiri yoksa cenazeyi kaldıran gerçek ve tüzel kişilere (Korkusuz vd., 2010: 261) cenaze ödeneği verilmesi.

İş kazası halinde acil sağlık hizmetleri ile teşhis için hekim muayenesi, sigortalının bedensel ve ruhsal zararını gidermek için tıbbî müdahale ve tedaviler gibi tıbben gerekli

görülen sağlık hizmetlerinden 5510 sayılı Kanunun 67 inci maddesine göre yararlanmaktadırlar.

Sigortalıların iş kazasına bağlı olarak ifade edilen yardımlardan yararlanabilmesi için SGK tarafından, gerçekleşen olayın iş kazası olarak kabul edilmesi gerekmektedir.

Sigortalılara iş kazası ve meslek hastalığı nedeniyle iş göremedikleri sürece prim ödeme gün sayısı şartı aranmaksızın ilk günden itibaren her gün için geçici iş göremezlik ödeneği verileceği 5510 sayılı Kanunun 18 inci maddesinde hüküm altına alındığından işe girdiği ilk günde dahi kazaya uğrayan sigortalı bu haklardan yararlanmaktadır.

İş kazasının sigortalı ve ailesi, işveren ve Ülke için ağır sonuçlar doğurmasından dolayı yardımlardan yararlanmak için prim ödeme süresi gibi ek bir şart aranmamaktadır.

### **3.1.5. İş kazasında yükümlülükler**

İş kazası meslek hastalığı primi ödenmesiyle riskler tamamen teminat altına alınmış olsa iş kazalarını önleme konusunda yeterli özen gösterilmeyeceğinden (Güzel vd., 2010: 367) sosyal güvenlik sisteminin önleyici işlevine hizmet etmek için sigortalıya, işverene ve hatta üçüncü şahıslara bir takım yükümlülükler getirilerek işçinin sağlığını ve canını korumak için daha çok dikkat edilmesi ve iş kazalarının önlemesi için gayret gösterilmesi hedeflenmiştir.

#### **Sigortalı yükümlülüğü**

Çalışanlar işyerlerinde iş sağlığı ve güvenliği konularında eğitim almaları zorunlu olup 6331 sayılı Kanunun 19 uncu maddesi ile alınan bu eğitimler doğrultusunda sağlık ve güvenlik açısından kendilerini veya çalışma arkadaşlarını tehlikeli duruma sürüklememekle yükümlüdürler. İşyerindeki alet, teçhizat vb. tüm ekipmanların kullanım kurallarına uygun hareket etmek güvenlik uyarılarını dikkatlice uygulamak, kişisel koruyucuları her zaman kullanmak, tehlikeli durumlarda işvereni derhal bilgilendirmek, müfettiş tarafından noksanlığının giderilmesi istenen hususlarda işverenle işbirliği yapmak, görev alanına giren sağlık ve güvenlik konularında özverili olmak çalışanların yükümlülüğüdür.

5510 sayılı Kanununun 22 inci maddesi, Sosyal Sigorta İşlemleri Yönetmeliği (SSİY) nin 44 üncü maddesi ve Kısa Vadeli Sigorta Kolları Uygulamaları Tebliğinin 17 inci maddesine göre sigortalının kendi kusurundan ötürü iş kazası geçirmesi veya iş göremediği sürelerin uzamasına neden olabilecek davranışlarda bulunması halinde sorumluluk sigortalıya ait olacaktır. Bu durumda sigortalının geçici iş göremezlik ödeneği veya sürekli iş göremezlik gelirinden kesinti yapılacağı belirtilmiştir. Buna göre; iş kazası sonucunda bedensel ve ruhsal zararı gidermek üzere hekimin tıbben gerekli gördüğü tedaviye uymayarak zararın artmasına neden olan sigortalının ödemeleri dörtte birine kadar eksiltilir.

Kendisinin bilerek ve isteyerek yaptığı bir hareketi sonucunda iş kazasına maruz kalan veya resmi yazıyla tebliğ edilen tedaviyi reddeden sigortalıya yapılacak ödeneklerin yarısı eksiltilir.

Tedavi gördüğü hekimden, tedavinin sona erdiğine ve çalışabilir olduğuna dair belge almaksızın çalışan sigortalıya geçici iş göremezlik ödeneği ödenmez, ödenmiş olanlar da yersiz yapılan ödeme tarihinden itibaren 5510 sayılı Kanununun 96 ncı madde hükümlerine göre geri alınır.

Ceza sorumluluğu olmayanlar hariç, ağır kusuru yüzünden iş kazasına uğrayan, meslek hastalığına tutulan veya hastalanan sigortalının kusur derecesi esas alınarak üçte birine kadarı Kurumca eksiltilir. Kusur derecesinin belli olmaması halinde eksiltme yüzde beş oranında olur.

SSİY'nin 44 üncü maddesinin ikinci fıkrasında ağır kusur; tehlikeli olan bir hareketi bilerek gerçekleştirmek, iş güvenliği ve iş sağlığı konusunda alınan tedbirlere uymamak, verilen emirlere uymamak, açıkça izne dayanmadığı gibi gerek olmadığı veya faydası olmadığı halde bir işi bilerek yapmak ve yapılması elzem olan bir hareketi önemsememek olarak tanımlanmaktadır.

Bu düzenlemelere göre çalışan birey alınan tedbirler hususunda dikkatli olmalı ve güvenlik tedbirlerini uygulamada eksiklik göstermemelidir. İşveren tedbir almakla yükümlü olduğu gibi çalışan da alınan tedbirlere uymakla yükümlüdür.

### İşverenin yükümlülüğü

6331 sayılı Kanunun 14 üncü maddesinde işveren, gerek işçinin vücut bütünlüğünü ihlal eden kaza gerekse yalnızca ekipmana zarar veren kaza olsun hepsinin kaydını tutmak, raporlarını oluşturmakla yükümlü tutulmuştur. Ayrıca işveren iş kazalarını SGK'ya 3 iş günü içerisinde bildirmesi gerekmektedir.

Bildirimlerin süresi içerisinde yapılmaması halinde 6331 sayılı Kanunun 26 ıncı maddesi gereğince idari para cezası uygulanmaktadır. Cezalar sigortalı sayısına göre değil iş kazası vakası bazında değerlendirilmektedir.

İşverenlerin iş kazalarını SGK'ya bildirimde bulunma yükümlülüğü 5510 sayılı Kanununda da 3 iş günü olarak düzenlenmiştir.

İşverenin gerçekleşen iş kazasını belirlenen sürede bildirmemesi halinde bildirim SGK'ya yapıldığı tarihe kadar sigortalıya ödenen geçici iş göremezlik ödeneği işverenden tahsil edilmektedir. Ayrıca yapılan sağlık hizmetleri masrafları da tazmin edilmektedir.

5510 sayılı Kanunun 21'inci maddesine göre işveren; kasıtlı olarak (bilerek ve isteyerek) kazaya mahal vermemek (Tebliğ, 2008), sigortalının iş sağlığını korumak ve iş güvenliğini gözetmekle iş kazasına uğrayan sigortalıya karşı sorumlu tutulurken, sigortalıya olan sorumluluğunun ihlali neticesinde kaza meydana gelmiş ise ödenen geçici iş göremezlik ödeneği veya sürekli iş göremezlik gelirin geri ödettirilmesi ile SGK'ya karşı sorumlu tutulmuştur. Bu sorumluluklarının tespitinde kaçınılmazlık ilkesi (iş güvenliği önlemlerinin tam olmasına rağmen iş kazasının meydana gelmesi) dikkate alınmaktadır (Tebliğ, 2008).

5510 sayılı Kanunun 23 üncü maddesinde işe giriş bildirgesi verilmeksizin çalıştırılırken veya bildirge verilmeden önce iş kazası geçirenlere ödenen veya ödenecek olan ödenekler 21 inci maddeki sorumluluklara bakılmaksızın işverenden alınacağı gibi sigortasız işçi çalıştırmaktan idari para cezasına da maruz kalacaktır.

İşveren 5510 sayılı Kanunun 76 ıncı maddesinde iş kazasına uğrayan sigortalıya tıbben gerekli görülen sağlık hizmetlerini hemen sağlamakla yükümlü tutulmuştur. Bu doğrultuda

SGK'nın anlaşmalı olduğu sağlık hizmet sunucuları dışında, işveren tarafından yapılmış sağlık hizmet masrafları SGK tarafından karşılanmaktadır. Eğer işverenin sağlık hizmetlerinin derhal yapılmasını geciktirmesi nedeniyle kazazedenin tıbbi durumunda kötüleşme meydana gelirse bu nedenle yapılan masraflar işverenden tazmin edilmektedir.

### Üçüncü kişinin yükümlülüğü

İş kazasına maruz kalan sigortalı ve işvereni dışındaki, zarara sebep olan tüm kişiler üçüncü kişi kavramını oluşturmaktadır (Çenberci, 1985: 190).

Eğer iş kazası üçüncü bir kişinin kusuru nedeniyle meydana gelmişse 5510 sayılı Kanunun 21 inci maddesinin dördüncü fıkrasına göre sigortalıya ödenen veya ödenecek olan geçici iş göremezlik ödeneklerinin tamamı zarara sebep olan üçüncü kişilerden tahsil edilmektedir. Üçüncü kişilerin kastı veya suçu mahkeme kararıyla belirlenmiş ve bu kişiler yüzünden sağlık hizmeti verilmiş veya bu süre uzamış ise bu durumda sağlık hizmetleri masrafları da tazmin edilmektedir.

Kamu görevlilerin vazifelerinin gereği olarak yaptıkları fiiller sonucu meydana gelen iş kazası dolayısıyla sigortalı veya hak sahiplerine yapılan ödemeler ilgililere ve Kurumuna rücu edilemez.

Kendi kusuru yüzünden iş kazası sonucu ölen sigortalı için hak sahiplerine ve ölümlü iş kazasının meydana gelmesine sebep olan hak sahiplerine, Kanun uyarınca hak sahiplerine bağlanacak gelir ve verilecek ödenekler rücu edilmez (5510 S.K.)

### **3.1.6. İş kazasının bildirimi**

İş kazaları sonucunda kazazedenin, önceki kısımlarda bahsedilen iş kazası sigortasından sunulan nakdi yardımlardan faydalanabilmesi için temel şart kişinin sigortalı olmasıdır. İşveren tarafından çalıştırılan kişilerin süresi içinde işe giriş bildirelerinin verilmesi gerekmektedir. Bu yükümlülükle birlikte iş kazası olarak gerçekleşen olayın SGK tarafından öğrenilmesi ve iş kazası olarak tanımlanabilmesi için iş kazalarını bildirme yükümlülüğü getiren yasal düzenlemeler mevcuttur.

6331 sayılı Kanununun 14 üncü maddesine göre işveren iş kazalarını SGK'ya 3 iş günü içerisinde bildirmelidir. İş kazası için tıbben gerekli görülen sağlık hizmetlerini sunan sağlık birimleri de bu vakaları SGK'ya 10 gün içinde bildirimde bulunmalıdır. Görüleceği üzere Sağlık hizmet sunucularının bildirimini SGK'yı iş kazasından haberdar etmekte bu husus bildirim yükümlülüğünü yerine getirmeyen işvereni de ele vermektedir.

İş kazasının bildirim ve bildirim süresi 5510 sayılı Kanununun 13 üncü maddesinde, Ek 5 inci maddesinde ve SSIY'nin 35 inci maddesinde düzenlenmiş olup iş kazası sigortasının uygulanacağı belirtilen sigortalıların iş kazası geçirmeleri halinde işverenleri tarafından kazanın olduğu yerdeki yetkili kolluk kuvvetlerine derhal, SGK'ya da kazadan sonraki 3 iş günü içinde bildirilmesi gerekmektedir.

Sigortalıların, işverenin kontrolü dışındaki yerlerde iş kazası geçirmeleri halinde ve kendi nam ve hesabına bağımsız çalışanların iş kazası geçirmeleri halinde iş kazası ile ilgili bilgi almasına engel olacak durumlarda, iş kazasının öğrenildiği tarihten itibaren bildirim süresi 3 iş günüdür. Süreler iş günü olarak belirlenmiş olup tatil günleri hesaba katılmamaktadır.

Bildirimler e-Bildirim programı üzerinden "İş Kazası ve Meslek Hastalığı Bildirim Formu" ile elektronik olarak bildirilmesi gerekmektedir. Bildirimin elektronik olarak yapılamaması halinde işverenlerce veya sigortalılarca kâğıt ortamında SSIY ekinde "Ek-7 iş kazası ve meslek hastalığı bildirgesi" ile doğrudan veya posta ile SGK'ya yapılmaktadır.

### **3.1.7. Sosyal Güvenlik Kurumu iş kazası tespit işlemleri**

Bir kazanın iş kazası olarak SGK tarafından kabul edilmesi için yapılan tespit işlemleri ve gerek duyulursa yapılacak olan soruşturmalarda kazazedenin sigortalılık hali, bildirim iş kazası sayılıp sayılmayacağı, işverene kaçınılmazlık ilkesinin uygulanıp uygulanamayacağı, sigortalının, işverenin veya üçüncü şahısların kastı veya kusuru olup olmadığı konuları araştırılmaktadır.

İş kazasına maruz kalan sigortalının işyerince düzenlenen;

- ✓ İş kazası ve meslek hastalığı bildirim formu,
- ✓ İş kazası tespit tutanağı,

- ✓ Kolluk kuvvetlerince olay ile ilgili düzenlenecek tutanak ve tanık ifadeleri,
- ✓ Diğer resmi belge, bilgi ve konuyla ilgili düzenlenen tutanak veya raporlar,

SGK müdürlükleri kısa vadeli sigorta servislerince incelenerek olayın iş kazası olup olmadığına karar verilmektedir. Tespit yapılamaması halinde müdürlükte oluşturulacak İş Kazası Tespit Komisyonu tarafından iş kazası tespiti yapılabilmektedir.

Ölümlü vakaların kısa vadeli sigorta servislerince veya İş Kazası Tespit Komisyonunca iş kazası olup olmadığına karar verilememesi durumunda ise konu soruşturulmak üzere teftiş birimine gönderilmektedir.

SGK müdürlükleri tarafından insiyatif alınmadığı için pek çok iş kazası vakası soruşturma birimlerine sevk edilmektedir. Denetim birimlerine havale edilen bu vakaların tespit süreçleri uzamaktadır.

Gereken soruşturma işlemleri; ifade alınması, işyerinde durum tespiti yapılması kayıt ve belge incelenmesi SGK Müfettişleri tarafından yapılmaktadır (Genelge, 2016/21)

### **3.1.8. Sosyal Güvenlik Kurumu iş kazası veri tabanı**

İş kazalarına ait Türkiye'deki veriler ile kapsamlı olarak ulusal iş kazası istatistiklerinin SGK tarafından toplandığı ve yayımlandığı görülmektedir. SGK tarafından tutulan iş kazası istatistikleri, 5510 sayılı yasada belirtilen beş unsurun olduğu hallerde bildirilmesi zorunlu olan iş kazası verilerine dayanmaktadır.

Kazanın SGK'ya bildirilmiş olmasına rağmen, kazanın yanlış faaliyet alanında, işkolunda, sektörde gösterilmesi ya da eksik ve hatalı bilgiler verilmesi veya kazanın olduğu işletmeye bildirim yapmanın sorun oluşturacağı şeklindeki yerleşmiş anlayış ile kazanın gizlenmek istenmesi gibi sorunlar oluşabilmektedir. Çalışma ortamları mevzuata uygun olmayan işletmeler de yapılarından dolayı iş kazası bildirimini yapmaktan kaçınmaktadır. Bu ve benzeri nedenlerle, kayıtlara geçmeyen iş kazası verileri bulunmakta ya da veri kaliteli ve nitelikli bilgi olarak gelmemektedir. Dolayısıyla kesin ve iyi bir analizin yapılmasına imkân sağlanamamaktadır (Taswell ve Digby, 2008).



Ancak bedensel zarara uğratan her iş kazasının sağlık hizmetine muhtaç olması ve SGK'nın sağlık hizmet sunucularından da yasal olarak iş kazası bilgilerini öğreniyor olması ile bildirim yapmamanın yasal yaptırımların ağırlığı nedeniyle Türkiye'de meydana gelen iş kazalarının veri tabanının yoğun bir şekilde SGK'nın otoritesinde olması doğal bir sonuçtur. Ayrıca iş kazası meslek hastalığı sonucunda kazazede için sağlık hizmeti ile diğer yardımların da SGK tarafından yapılacak olması içsel bir olgu olarak görülebilir. İş kazası veri tabanı bu bölümde izah edilen uygulamalar neticesinde oluşmaktadır.

### İş kazası ve meslek hastalığı e-bildirim uygulaması

2013 yılından itibaren iş kazası bildirimleri elektronik ortamda yapılmakta olup "İş Kazası Meslek Hastalığı E-Bildirim Uygulaması"na SGK internet sayfasından "E SGK - SGK UYGULAMALAR PORTALI" üzerinde İşveren sekmesinden ulaşılmaktadır.

SGK personellerince ise intranet sayfasından "Uygulamalar" kısmından "İş Kazası Meslek Hastalığı Bildirim Formu" linki ile uygulamaya erişilmektedir.

e-Bildirim programı üzerinden "Elektronik İş Kazası ve Meslek Hastalığı Bildirim Formu" ile bildirilen iş kazaları otomatik olarak, kâğıt ortamında "Ek-7 iş kazası ve meslek hastalığı bildirgesi" ile doğrudan veya posta ile bildirilen iş kazaları ise İş Kazası ve Meslek Hastalığı Bildirim Formu ekranından SGK personellerince manuel girilerek Kurum kayıtlarına işlenmektedir.

Kurum kayıtlarına işlenmesi için verilen kurallar SGK Kurumsal ve Sosyal Sigorta Yazılımları Daire Başkanlığınca hazırlanan "İş Kazası ve Meslek Hastalığı Bildirim Formu Kullanım Kılavuzu"nda (2012) yer almaktadır. Buna göre;

"İş Kazası Meslek Hastalığı Bildirim Formu" linki ile uygulamanın ana sayfası görüntülenmektedir. Kullanıcı adı ve şifresi ile giriş yapılarak "İş Kazası ve Meslek Hastalığı Bildirim İşlemleri" menüsü kullanılarak iş kazası bildirim, meslek hastalığı bildirim ve yapılan bildirimlerin görüntüleme ve güncelleme işlemleri yapılmaktadır. İş kazası bildirim girişi linki ile sigortalı sorgulama ekranına sigortalının T.C. kimlik numarası ile sigortalılık statüsü girilmesi gerekmektedir (Şekil 3.2).

Sigortalının T.C Kimlik Numarasını ve Sigortalılık Türünü Giriniz	
T.C. Kimlik No	: <input type="text"/>
Sigortalılık Türü	: [Seçiniz] ▼
<input type="button" value="Sorgula"/>	

Şekil 3.2. Sigortalı T.C. kimlik numarası ile sigortalılık statüsü sorgulama (SGK, 2012)

Sigortalı hizmet akdine tabi veya kendi nam ve hesabına çalışıyorsa işyeri bilgilerinin de girilmesi gerekmektedir (Şekil 3.3).

Sigortalının T.C Kimlik Numarasını ve Sigortalılık Türünü Giriniz	
T.C. Kimlik No	: 11614136306
Sigortalılık Türü	: 4A - Sigortalı ▼
İşYeri Bilgilerini Giriniz	İl Kodu: <input type="text"/>
	Eski Şube Kodu: <input type="text"/>
	Yeni Şube Kodu: <input type="text"/>
	Sıra No: <input type="text"/>
<input type="button" value="Sorgula"/>	

Şekil 3.3. Sigortalı işyeri bilgileri (SGK, 2012)

Sigortalı bilgileri sistem üzerinden sorgulanarak doğrulanması halinde bildirim formu girişine müsaade edilerek iş yeri bilgilerinin detaylandırılacağı bölüme geçilir.

Kayıtlarda bulunan işyerinin tüm bilgileri ekrana yansıtılır (Şekil 3.4). İş yeri bilgilerinden: iş yeri telefonu, iş yeri faks, işçi sayısı: kadın işçi, erkek işçi vs. bunlara ait sayılar girilmelidir. Bildirimi hazırlayan kişinin T.C. kimlik numarası, adı, soyadı ve iletişim bilgilerinden eksik olanların işlenmesi gerekmektedir.

İşyeri Bilgileri				
<b>İŞ YERİNİN:</b>				
Bağı Bulunduğu İl:	Ankara	İş Yeri Sicil No :	1-7022-02-02-1118134-06-07-83-000	
Vergi Dairesi Adı :	999999	Vergi Dairesi Numarası :	123456789	
İş Yeri Tel :		İş Yeri Fax :		
İş Yeri Ünvanı :	SOSYAL GÜVENLİK KURUMU BAŞKANLIĞI			
İş Yeri Adresi :	BALGATZIYABEY CAD.NO:6ANKARA			
İşçi Sayısı:	Erkek:	107	Kadın:	43
	Çocuk:		Stajer-Çırak:	
	Özürlü:		Hükümlü:	
	Eski Hükümlü:		Terör Mağduru:	
	Genel Toplam:	150		
Kaza Günü İşyeri Vardiya Başlangıç Saati:	Saat: [Seçiniz]	Dakika: [Seçiniz]	Kaza Günü İşyeri Vardiya Bitiş Saati:	Saat: [Seçiniz] Dakika: [Seçiniz]
Kaza Sonrası İş Yerin Durumu :	[Saçınız]			
<b>BİLDİRİM YAPANIN:</b>				
Tc Kimlik No :	1510437732			
Adı Soyadı:	EMİNE KURUM			
Tel :		Faks :		
		e-posta:		
<b>Devam Et</b>				

Şekil 3.4. İşyeri ve bildirim hazırlayan bilgileri (SGK, 2012)

İş Kazası ile ilgili genel bilgilerin girildiği bir sonraki adım “Kaza Arama Ekranı”dır (Şekil 3.5). Bu ekran ile sistemde aynı kazanın var olup olmadığının kontrolü yapılır. Birden fazla kazazedenin olduğu iş kazasının mükerrer kaydedilmemesi aynı kaza altında toplanması amaçlanmaktadır.

Kaza Arama Ekranı			
<b>KAZA ADRES BİLGİLERİNİ GİRİNİZ</b>			
Kaza İl:	Adana	Kaza İlçe:	MERKEZ
Kaza Tarihi:	10.01.2012		
<b>Detay Getir</b>			
Aradığınız Kriterlere Uygun Adres Listede Yoksa Yeni Adres Tanımlayınız:			
Kaza Saati / Kaza Açık Adres:	Seçiniz		
	Seçiniz		
	Saat : 15.30 / Adres : sancak mah. 32 cad no 10 / B Gazipaşa		
<b>Kaza Saati ve Adres Tanımla</b>			
<b>Devam Et</b>			

Şekil 3.5. Kaza arama (SGK, 2012)

Kazanın gerçekleştiği il, ilçe ve tarih bilgileri gibi kriterler girilerek kazalar listelenir. Eğer iş kazası bilgilerinin eşleştiği bir kaza var ise bu kaza seçilmeli, yok ise kazaya ait yeni tanımlama yapmak üzere “Kaza Saati ve Adres Tanımla” kısmından bilgiler girilmelidir.

İş kazasına ait detaylı bilgiler “Kaza Bilgileri Ekranı”nda yer almaktadır (Şekil 3.6).

Kaza Bilgileri Ekranı	
KAZA BİLGİLERİNİ GİRİNİZ	
Kazaya Sebep Olan Olay:	[ Seçiniz ]
Kazaya Sebep Olan Olay Alt Grup:	[ Seçiniz ]
Kazaya Sebep Olan Araç/Gereç:	[ Seçiniz ]
Kazaya Sebep Olan Araç/Gereç Alt Grup:	[ Seçiniz ]
İş Kazasının Gerçekleştiği Yer/Bölüm:	[ Seçiniz ]
İş Kazasının Gerçekleştiği Yer/Bölüm Alt Grup:	[ Seçiniz ]
Kazanın Oluş Şekli ve Sebebini Açıklayınız:	<input type="text"/>
Kazaya Uğrayan Kişi Sayısı:	<input type="text"/>
Kazayı Gören:	[ Seçiniz ]
Devam Et	

Şekil 3.6. Kazaya ait bilgi giriş ekranı (SGK, 2012)

Bu ekrandaki burda açıklamaları verilen her bir kutucuğa uygun veri girişleri yapılması gerekmektedir.

- Kazaya Sebep Olan Olay: İşin normal gidişinden saptıran (kazayı tetikleyen), sıra dışı olan son eylemdir.
- Kazaya Sebep Olan Araç/Gereç: İş kazasına sebep olan etkin materyaldir.
- İş Kazasının Gerçekleştiği Yer/ Bölüm/Alt Grup: İş kazasının meydana geldiği yerdir.
- Kazanın Oluş Şekli ve Sebebi: İş kazasının meydana geliş şekli ve sebebi ile ilgili detaylı bilgi girişinin yapılabilmektedir.
- Kazaya Uğrayan Kişi Sayısı: Kazaya maruz kalan toplam kişi sayısıdır.
- Kazayı Gören: İş kazasına şahit olan kişi bilgisinin verildiği yerdir. Kazaya şahit olan kişi var ise bu kişilerin bilgilerinin istendiği yeni bir alan doldurulacaktır.

Kazaya ait bilgilerinin verilmesinin ardından kazazedeye ait bilgilerin işlenmesine geçilir (Şekil 3.7).

SİGORTALI BİLGİLERİ EKRANI					
<b>İŞ KAZASI GEÇİREN SİGORTALININ BİLGİLERİNİ GİRİNİZ</b>					
Adı Soyadı	TC Kimlik No	Cinsiyet	Kelime	TC Kimlik No	
SSK Sicil No / Bağ-Kur No		Son İşe Giriş Tarihi	27.12.2006	İlk İşe Giriş Tarihi	05.01.2002
Doğum Tarihi	01.10.1980	Bağlı Bulunduğu Ünite:	SOK ULUCANLAR SOSYAL GÜVENLİK MERKEZİ		
Uyruğu	TÜRKİYE CUMHURİYETİ	İl:	[ Seçiniz ]	İlçe:	[ Seçiniz ]
Medeni Hali	Evli	Sigortalı Aşık Adres:	.....Cad./Sok.	No:...../..	Diğer...(Sınırlı vs.)
Tel	-	Faks	-	F posta	
Sigortalının Birinci Derece Yakınına		TC Kimlik Numarası		<input type="button" value="Gözet"/>	
		Adı Soyadı			
		Adresi			
Esas İş / Mesleği	Grup1:	[ Seçiniz ]			
	Grup2:	[ Seçiniz ]			
	Grup3:	[ Seçiniz ]			
	Grup4:	[ Seçiniz ]			
Görevi:	Grup1:	[ Seçiniz ]			
	Grup2:	[ Seçiniz ]			
	Grup3:	[ Seçiniz ]			
	Grup4:	[ Seçiniz ]			
İş Sözlüğü Güvenliği Eğitimi Almış mı?	<input type="radio"/> Evet <input type="radio"/> Hayır	Mesleki Eğitim Almış mı?	<input type="radio"/> Evet <input type="radio"/> Hayır		
Son bir yıl içinde toplam ücretli izin gün sayısı					
Prim Ödeme Hali	<input type="radio"/> Sona Erdi <input type="radio"/> Sona Ermedi				
Gözetim Durumu	[ Seçiniz ]				
İhtidam Edildiği Alan	TIBBİ SİGORTA ARI/YARDIMCI				
Kaza Anında Kazazedenin Yürütmekte Olduğu Genel Faaliyet	[ Seçiniz ]				
Kaza Anında Kazazedenin Yürütmekte Olduğu Genel Faaliyet Alt Grup	[ Seçiniz ]				
Kazadan Az Önceki Zamanda Kazazedenin Yürüttüğü Özel Faaliyet	[ Seçiniz ]				
Kazadan Az Önceki Zamanda Kazazedenin Yürüttüğü Özel Faaliyet Alt Grup	[ Seçiniz ]				
Özel Faaliyet Sırasında Kullandığı Araç/Gereç	[ Seçiniz ]				
Özel Faaliyet Sırasında Kullandığı Araç/Gereç Alt Grup	[ Seçiniz ]				
Yaralanmaya Neden Olan Ulay	[ Seçiniz ]				
Yaralanmaya Neden Olan Olay Alt Grup	[ Seçiniz ]				
Yaralanmaya Neden Olan Araç/Gereç	[ Seçiniz ]				
Yaralanmaya Neden Olan Araç/Gereç Alt Grup	[ Seçiniz ]				
Yaralanın Türü	[ Seçiniz ]				
Yaralanın Türü Alt Grup	[ Seçiniz ]				
Yaralanın Vücuttaki Yeri	[ Seçiniz ]				
Yaralanın Vücuttaki Yeri Alt Grup	[ Seçiniz ]				
Çalışılan Ortam	[ Seçiniz ]				
Çalışılan Çevre	[ Seçiniz ]				
Çalışılan Çevre Alt Grup	[ Seçiniz ]				
Kezede Gününde İş Başlatma Saati	Saat: [ Seçiniz ]	Dakika: [ Seçiniz ]			
Kazadan Sonra Sigortalı Ne Yaptı?	[ Seçiniz ]				
Kazanın Gerçekleştiği Yer	[ Seçiniz ]				
Kaza Sonucu İş Göremezliği	[ Seçiniz ]				
İtbbi Müdahale Yapıldı mı?	[ Seçiniz ]				
<input type="checkbox"/> İş kazası ve Meslek Hastalığı Bildiriminin 5519 sayılı Kanunun 4/ a ve b bentleri kapsamında sigortalılar için 2 iş günü içerisinde "www.sgkgov.tr" adresi üzerinden internet ortamında ve 4857 sayılı İş Kanunu gereğince en geç iş günü içinde yazılı ile işyerinin tescilli bulunduğu, Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı devredilen bölge müdürlüğüne ayrı ayrı bildirmek zorunda olduğunu bildiririm.					
<input type="button" value="Bildirim Kaydet"/>					

Şekil 3.7. Sigortalı (kazazede) bilgileri ekranı (SGK, 2012)

Sigortalının kişisel bilgilerinin bazıları sistemden otomatik olarak gelmekte bununla birlikte kaza ile ilişkili burada açıkladığımız bilgilerin de girilmesi gerekmektedir.

- Esas İş/Meslek: Kazazedenin mezuniyetine göre olan mesleğidir.
- Görev: Kazazedenin çalıştığı pozisyonudur.
- Prim Ödeme Hali: Kazazedenin işvereni tarafından primlerinin yatırılma durumunu ifade eder.
- Kaza Anında Yürütmekte Olduğu Genel Faaliyet: Kazazedenin kaza esnasında yaptığı işi ifade edilmesidir.

- Kazadan Az Önceki Zamanda Kazalının Yürütmekte Olduğu Özel Faaliyet: Kaza anında kazazede tarafından yapılmakta olan iş.
- Özel Faaliyet Sırasında Kullanılan Araç/Gereç: Kazadan hemen önce kazazedenin özel aktivitesi ile ilgili olan başlıca materyal.
- Yaralanmaya Neden Olan Olay: Kazazedenin yaralanmasına neden olan başlıca materyal tarafından nasıl yaralandığını ifade edildiği alandır.
- Yaralanmaya Neden Olan Araç / Gereç: Yaralanma esnasında kullanılan materyal veya ortam tanımlanır.
- Yaranın Türü: Kazazede için fiziki tahribatları ifade eder.
- Yaranın Vücuttaki Yeri: Yaranın vücuttaki yeri tanımlanır.
- Çalışılan Ortam: Kazazedenin kaza sırasında işgal ettiği yerin durumunu belirler.
- Çalışılan Çevre: Kazazedenin kaza anındaki çalışma yeridir.
- Kaza Gününde İşbaşı Saati: Kaza günündeki işin başlama saatidir.
- Kazadan Sonra Sigortalı Ne Yaptı? : Kazadan sonra kazazedenin çalışıp çalışmadığının bildirildiği alandır.
- Kazanın Gerçekleştiği Yer: Kazanın işyerinde veya başka bir yerde olduğunun bilgisinin verildiği alandır.
- Kaza Sonucu İş Göremezliği: Kazazedenin iş göremezlik halinin var olup olmadığı bilgisini ifade eder.
- Tıbbi Müdahale Yapıldı mı?: Kazazedeye tıbbi müdahalede bulunulup bulunulmadığını, bulunuldu ise müdahalenin olduğu yer ve müdahaleyi yapan kişi bilgilerinin verildiği alandır.

“Sigortalı bilgileri ekranı”ndaki tüm bilgiler eksiksiz girilerek bildirim sisteme kaydedildikten sonra işlem tamamlanmış olur.

İş kazasına ait bilgi ve bildirim görüntüleme veya güncelleme yapabilmek için ilgili link üzerinden kazazedenin T.C. Kimlik numarası girilerek işyeri ve kazazede bilgileri, kaza ve şahit bilgileri ile bildirim bilgileri görüntülenebilmekte ve güncellenebilmektedir.

### İş kazaları değişkenleri

“İş Kazası ve Meslek Hastalığı Bildirim Formu Uygulaması” ile izah edilen e-Bildirim programında belirtilen alanların her kaza için işlenmesi ile kazalara ait çok miktarda değişken elde edilmektedir. Dolayısıyla iş kazası verilerinde her kaza için tanımlanmış bir çok değişken mevcuttur. Bu değişkenlerden bazıları şu şekildedir:

#### *İşyerine ait değişkenler*

Kazano, Isyerı\_Nace, Bağlıbul\_Il, Bağlıbul\_Unite, Sgm\_Kodu, Isyer\_Isbası\_Saat, Isyerı\_Isbitıs\_Saat, Kazasonrası\_Isyerı, Islemtar, Islemsaat, Islemtıpı, Ilkodu

#### *Kazaya ait değişkenler*

Kazano, Kaza\_Ks\_Kod, Kaza\_Mag\_Kod, Kaza\_Il, Kaza\_Ilce, Kaza\_Tar, Kaza\_Saat, Kaza\_Kısayı, Kaza\_Geryerbolum, Islemtar, Islemsaat, Islemtıpı, Kaza\_Adres, Kaza\_Acıklama

#### *Sigortalıya (kazazedeye) ait değişkenler*

Sg\_Meslek\_Kod, Sg\_Meslek\_Isco08, Sg\_Gorevı\_Kod, Sg\_Sonısgr\_Tar, Sg\_Ilkısgırtar, Sg\_Dogumtar, Sg\_Cınsıyet, Sg\_Medenıhal, Sg\_Uyruk, Sg\_Prımoddurum, Sg\_Prımsontar, Sg\_Ucretlızingun, Sg\_Igorkod, Sg\_Igordurum, Sg\_Sonraneyaptı, Sg\_Isbıraktar, Sg\_Isbıraksaat, Sg\_Isgunukaybı, Mes\_Egt\_Almıs, Isg\_Egt\_Almıs, Ogr\_Durumkod, Ist\_Durumkod, Kazagunısbasısaat, Sg\_Kazageryer, Sg\_Kazagerortam, Ys\_Kod, Yt\_Kod, Yaramag\_Kod, Ozelfaa\_Mag\_Kod, Genelfaa\_Kod, Ozelfaa\_Kod, Yvy\_Kod, Co\_Kod, Cc\_Kod, Tıbbımud\_Yapıldımı, Tıbbımud\_Il, Tıbbımud\_Ilce, Tıbbımud\_Tar, Tıbbımud\_Saat, Tıbbımud\_Kısı, Tıbbımud\_Yer, Islemtar, Islemsaat, Sg\_Bld\_Tar, Sg\_Bld\_Saat, Islemtıpı, Raportakıpno, Raporsırano, Bildırım\_Tıpı, Odendımı, Id, Odeme\_Gunsayısı, Odeme\_Mıktarı, Iskaz\_Onay, Iskaz\_Onay\_Tar, Iskaz\_Onay\_Kulkod, Iskaz\_Onay\_Acıklama, Sıgortalı\_Turu, Odeme\_Gunsayısı\_A, Odeme\_Gunsayısı\_Y

2013-2014 yıllarına ait ham verilerde iş kazası sayısı ile bu kazaların her birine ait belirtilen değişkenlerde dikkate alındığında milyonlarca sayıda hücreleri bulunan bir veri deseni ortaya çıkmaktadır. Bu veriyi analiz edebilmek için ileri düzeyde yöntemlere ihtiyaç duyulmaktadır.

### İş kazası ve meslek hastalığı istatistikleri

e-Bildirim programı üzerinden bildirilen iş kazaları otomatik olarak, kağıt ortamında bildirilen iş kazaları manuel olarak SGK veri tabanına işlenmektedir. İşlenen tüm bu verilerle elde edilen istatistikler betimsel olarak SGK istatistik yıllıkları şeklinde yayımlanmaktadır. İş kazası tespit işlemlerinin uzun zaman alması dolayısıyla iş kazası vakalarının geç sonuçlanması nedeniyle yıllıklar yaklaşık olarak iki yıl geriden yayımlanabilmektedir.

İş kazaları 2013 yılından itibaren Avrupa Birliğinde ölümcül olmayan ve ölümcül olan iş kazaları ile ilgili temel istatistiksel göstergeleri ifade eden, iş kazaları üzerine Avrupa istatistikleri (ESAW) metodu dikkate alınarak iş kazası bildirim formu ile SGK tarafından elektronik ortamda alınmaktadır. ESAW metoduna göre ölümcül olmayan (yaralanmalara neden olan) iş kazaları, en az dört tam takvim günü işgücü kaybına neden olan kazalardır. Ölümcül iş kazaları ise kazazedenin bir yıl içinde ölümüne neden olan kazalardır. Bu iki tasnife uyan iş kazaları istatistiklere işlenmektedir (Esaw, 2017).

SGK İstatistik yıllıklarının üçüncü bölümü iş kazası ve meslek hastalıkları istatistiklerine yer verilmektedir. İş kazalarına ait istatistiklerle oluşturulan tablolarda; 5510 sayılı Kanunun kapsamındaki hizmet akdi ile çalışan sigortalılardan iş kazası geçirenlere ait sayısal bilgilerin ayrımları şu şekilde kategorize edilmektedir:

- Faaliyet grupları (Nace sınıflamasına göre)/Cinsiyet, (Tablo 3.1)
- İl/Cinsiyet, (Tablo 3.2)
- Yaş/Cinsiyet, (Tablo 3.3)
- Geçici iş göremezlik süreleri (ayakta) - hastanede (yatarak)/Faaliyet grupları /Cinsiyet, (Tablo 3.4)
- Geçici iş göremezlik süreleri (ayakta) - hastanede (yatarak)/İl/Cinsiyet, (Tablo 3.6)



- Ay/Cinsiyet, (Tablo 3.8)
- Geçici iş göremezlik süreleri/Ay/Cinsiyet, (Tablo 3.9)
- Sürekli iş göremezlik geliri/Faaliyet grupları/Cinsiyet, (Tablo 3.10)
- Sürekli İş Göremezlik Geliri/ İl/Cinsiyet, (Tablo 3.11)
- Sürekli İş Göremezlik Geliri/Yaş/Cinsiyet, (Tablo 3.12)
- Sürekli İş Göremezlik Dereceleri/Cinsiyet, (Tablo 3.13)
- Sürekli İş Göremezlik Geliri Birikimli/İl/Cinsiyet, (Tablo 3.14)
- Sürekli İş Göremezlik Geliri Birikimli/Yaş/Cinsiyet, (Tablo 3.15)
- Sürekli İş Göremezlik Dereceleri Birikimli/Cinsiyet, (Tablo 3.16)
- Sürekli İş Göremezlik Geliri/Çalışma,Aylık ve Gelir Alma/Cinsiyet, (Tablo 3.17)
- İş kazası sonucu ölüm/Faaliyet grupları/Cinsiyet, (Tablo 3.18)
- İş kazası sonucu ölüm/İl/Cinsiyet, (Tablo 3.19)
- İş kazası sonucu ölüm/Yaş/Cinsiyet, (Tablo 3.20)
- İş kazası sonucu ölüm/Ay/Cinsiyet, (Tablo 3.21)
- İş kazası sonucu ölüm geliri alan hak sahipleri/İl/Cinsiyet, (Tablo 3.22)
- İş kazası sonucu ölüm geliri alan hak sahipleri/Yaş/Cinsiyet, (Tablo 3.23)
- İş kazası sonucu ölüm geliri alan hak sahipleri (birikimli)/İl/Cinsiyet, (Tablo 3.25)
- İş kazası sonucu ölüm geliri alan hak sahipleri (birikimli)/Yaş/Cinsiyet, (Tablo 3.26)
- İş kazası geçirenler/İş kazası sonucu ölenler/Faaliyet grupları/Cinsiyet, (Tablo 3.27)
- İşkazası geçirenler/İş kazası sonucu ölenler/Son işyerindeki çalışma süresi/Cinsiyet, (Tablo 3.29)
- İş kazası geçirenler/İş kazası sonucu ölenler/Yaranın türü/Cinsiyet, (Tablo 3.31)
- İş kazası geçirenler/İş kazası sonucu ölenler/Yaranın vücuttaki yeri/Cinsiyet, (Tablo 3.32)
- İş kazası geçirenler/Çalışma ortamı/Cinsiyet, (Tablo 3.33)
- İş kazası geçirenler/İş kazası sonucu ölenler/Çalışma çevresi/Cinsiyet, (Tablo 3.34)
- İş kazası geçirenler/İş kazası sonucu ölenler/Kaza anı genel faaliyet/Cinsiyet, (Tablo 3.35)
- İş kazası geçirenler/İş kazası sonucu ölenler/Kaza öncesi özel faaliyet/Cinsiyet, (Tablo 3.36)
- İş kazası geçirenler/İş kazası sonucu ölenler/Kazaya sebep olan olay/Cinsiyet, (Tablo 3.37)

- İş kazası geçirenler/İş kazası sonucu ölenler/Yaralanmaya sebep olan olay /Cinsiyet, (Tablo 3.38)
- İş kazası geçirenler/İş kazası sonucu ölenler/Kullanılan materyal/Cinsiyet, (Tablo 3.39)
- İş kazası geçirenler/İş kazası Saati/Cinsiyet, (Tablo 3.40)
- İş kazası geçirenler/İş kazası sonucu ölenler/İşyerinde çalışan sayısı/Cinsiyet, (Tablo 3.41)
- İş Kazası Sıklık ve Ağırlık Hızları (Tablo 3.44).

Bu tablolar veri tabanında bulunan sayısal verilerinin derlenerek özetlenmesi ve analiz edilmesi ile oluşturulmaktadır (SGK, İstatistik Yıllıkları).

Bu amaçla 2013 yılında yeni metodolojiyle veri toplanmaya başlanması ve çalışmamız esnasında yayımlanan son istatistik yıllığının 2014 yılı olması nedeniyle 2013-2014 yılında meydana gelen iş kazası ham verileri tez çalışmamızda kullanılmak üzere SGK'dan talep edilmiştir. 2013-2014 yıllarına ait iş kazası istatistiklerini oluşturan verilerin paylaşımına SGK tarafından 27.08.2015 tarih, 99604924/910/4422955 sayılı yazı ile izin verilmiş olup tez çalışmamızda verilerin ham hali kullanılmıştır.

Tez çalışmamızda SGK veri tabanında bulunan ve tarafımıza iletilen büyük miktardaki iş kazaları verilerinin detaylarını veri madenciliği kümeleme modelinde graf teori ile analiz ederek keşfedilmemiş bilgileri literatüre kazandırmak amaçlanmaktadır.

### **3.2. Veri Madenciliği**

Bu bölümde giderek çoğalan veriyi anlamlı ve kullanılabilir bilgiye dönüştürerek karar vericilere destek olan veri madenciliği hakkında genel bilgiler verilmesi amaçlanmıştır. Bu kapsamda ilk olarak veri madenciliği tanımlanacak, diğer disiplinlerle ilişkisi, uygulama alanları, işlem süreçleri, kullanılan modeller, yöntem karşılaştırması ve son olarak iş kazaları için literatürde uygulanmış veri madenciliği yöntemlerinden bahsedilecektir.

#### **3.2.1. Veri madenciliğinin tanımı**

Karar vericilerin geçmişten ders çıkarabilmesi ve geleceğe yönelik önemli olabilecek tedbirleri alabilmesi için geçmişteki verilerden hareketle geleceğini şekillendirmesi

gerekmektedir. Sosyal alanlarda, iş yerlerinde, tıp ve ilaç sektöründe, fen ve mühendislik alanlarında ve dahası insan faktörünün içinde bulunduğu tüm alanlarda (Han, Kamber ve Jian, 2012: 1-2) teknolojinin ve veri elde etme tekniklerinin hızla gelişmesiyle birlikte örneğin veri ambarlarının oluşturulması, bilgisayar teknolojilerinin gelişmesi ve ucuzlaması, müşteri odaklı çalışmanın firmalar açısından zorunlu hale gelmesi, veri madenciliği programlarının ticari olarak pazarlanması gibi nedenlerden dolayı farklı alanlarda önemli bir avantaj olacak şekilde terabyte/petabyte büyüklüğünde veri türetilmiş ve saklanmaya başlanmıştır (Linoff ve Berry, 2011: 8-10).

Saklanan veri yığınları çeşitli istatistiksel metotlarla analiz edilerek karar vericilerin yeni stratejiler geliştirmelerine katkı sağlamıştır (Baykal, 2006: 96). Bilgi kullanıcılarına, farklı alanlarda analizler ile yön verilmesi, eski dönemlerdeki veri noksanlığından ziyade yeni dönemde veri çeşitliliğine geçilmesi ile olmuştur. Veriler arasından anlamlı ilişkileri, model ve kuralları keşfetmek için bilimler arası bir dal olarak ortaya çıkan veri madenciliği (data mining), büyük miktarda veri arasından bugün dünyanın karşılaştığı farklı problemlere çözümler bulabilmektedir (Kumar, 2009: viii).

Tahmin edici analitik, kurumsal zeka, iş zekâsı, bilgi keşfi, veri yakalanması (data fishing), tahmin edici modelleme, bilgi çıkarma, veri taraması (data dredging), bilgi hasatı, veri arkeolojisi ve veri model işleme gibi farklı isimlerle de anılmış olan veri madenciliği (Jackson, 2002: 19), büyük miktarda veriler arasından ilginç, anlamlı ve değerli model ve kuralları keşfetmenin iş sürecidir (Hand, 1998).

Veri madenciliği veri tabanlarındaki büyük miktarda verilere çeşitli yöntemler uygulayarak, faydalı bilginin desen ve eğilimlerde ortaya çıkarılması işlemidir (Thuraisingham, 1998). Buradaki temel amaç potansiyel faydayı ve anlaşılabilir korelasyon ve modelleri tanımlamaktır (Chung ve Gray 1999).

Büyük veri tabanlarından anlamlı örüntüler elde etme olanağı sağlayan, ilişkileri ve kuralları keşfedip ilerisi için tahminleme yapmamıza yarayan uygulamalardan olan veri madenciliği işleminde matematik, istatistik, veri tabanı teknolojisi, modelleme teknikleri ve bilgisayar programları kullanılmakta olup karar vericiye veriler arasındaki ilişkileri ve şablonları keşfetmeye yardımcı olmaktadır (Baykal, 2006).

Veri madenciliği büyük miktarlardaki verinin otomatik ve yarı otomatik araçlarla incelenmesi ve analiz edilmesi ile içerisinde var olan kullanışlı örüntü ve kuralları ortaya çıkarmak amacıyla yapılan bir keşiftir (Berry ve Linoff, 1997). Bilinmeyen ve beklenmeyen bilgi örüntülerini araştıran karar destek sürecinde (Friedman, 1998) örüntü tanıma (pattern recognition) ile birlikte istatistiksel ve matematiksel teknikleri kullanarak anlamlı yeni ilişkiler, örüntüler ve trendler bulunur (Larose, 2005).

### 3.2.2. Veri madenciliğinin diğer disiplinlerle ilişkisi ve uygulama alanları

Veri madenciliğinde rol oynayan disiplinler; örüntü tanıma, makine öğrenmesi (machine learning), istatistik, yapay zeka, veri tabanı teknolojisi (database technology), bilgi bilimi (information science), veri görselleştirme (data visualisation) ve diğer bilim dallarıdır (Kaya, Köymen, 2008). Bu disiplinlerden etkilenerek yöntemler geliştiren veri madenciliği ile disiplinler arasında kesin sınırlar belirlemek mümkün değildir (Hand, Mannila ve Smyth, 2001). Bunlar arasından veri görselleştirme; raporlama ve karar vericiler için anlamlı örüntüler aşamasında etkindir (Farboudi, 2009).

Veri madenciliği uygulama alanları, uygulama konuları ve sektörel sınıflandırma şeklinde kategorize edilebilir (Alagöz, Öge ve Ortakarpuz, 2014). Günümüzde bankacılık, pazarlama, sigortacılık, biyoloji, tıp, güvenlik, astronomi, finans ve spor gibi birçok alanda uygulanmakta hatta Amerika Birleşik Devletleri'nde vergi kaçakçılığı ile mücadelede bile katkı sağladığı bilinmektedir (Akpınar, 2000: 3).

Müşterilerin satın alma örüntülerinin belirlenmesi, müşterilerin demografik özellikleri arasındaki bağlantıların tespiti, posta kampanyalarında cevap verme oranının artırılması, mevcut müşterilerin elde tutulması, yeni müşterilerin kazanılması, pazar sepeti analizi (market basket analysis), müşteri ilişkileri yönetimi (customer relationship management), müşteri değerlendirme (customer value analysis), raf dizaynı ve satış tahmini ve kampanya etkinliği analizi (sales forecasting) pazarlama sektörü açısından ele alınan konulardır (Baykal, 2006).

Marketlerde bulunan satış noktası terminallerinden elde edilen mal hareketleri verileri ile satış tahminleri yapılabilen, malların satışına göre kümeleri oluşturulabilen, ürün-

potansiyel müşteri ilişkisi belirlenebilmekte, müşterilerin alım davranışları yorumlanarak tahminler yapılabilmektedir (Alpaydın, 2000: 1).

Farklı finansal göstergeler arasında gizli korelasyonların bulunması, kredi kartı dolandırıcılıklarının tespiti, kredi kartı harcamalarına göre müşteri gruplarının belirlenmesi, kredi taleplerinin değerlendirilmesi ise bankacılık sektörü açısından yararlanılan konulardır (Baykal, a.g.e).

Hisse senedi piyasalarında, yapay sinir ağları yardımıyla yönün aşağı mı yoksa yukarı mı olacağını bilinebilmesinin yanı sıra portföy yönetiminde de varlıkların riskleri ölçüsünde genetik algoritmalar ile geleceğe yönelik tahminlerde bulunmaktadır (Alkan, 2007).

Yeni poliçe talep edecek müşterilerin tahmin edilmesi, sigorta dolandırıcılıklarının tespiti, riskli müşteri örüntülerinin belirlenmesi ise sigortacılık sektörü açısından irdelenen konulardır (Baykal, a.g.e).

Elektronik ticarete, e-CRM uygulamalarının yönetimi, saldırıların çözümlenmesi, Web sayfalarına yapılan ziyaretlerin çözümlenmesi konuları (Silahtaroglu, 2008); güvenlik alanında ise ses ve yüz tanıma teknikleri ve dolandırıcılık tespiti konuları ele alınmaktadır (Akpınar, 2000). Sosyal bilimler ve davranış bilimlerinde genel eğilim belirlemede, kamuoyu yoklamaları incelemede, seçim öngörülerini oluşturmada yararlanılmaktadır (Özkan, 2008).

Veri madenciliğinin en iyi uygulama alanlarından biri spordur. Sporcuların aldığı antrenmana göre sakatlanma tahminlerinde, performans değerlendirmelerinde, oyuncu gözlemlerinde bu yöntemler kullanılmaktadır. Futbol, basketbol gibi spor alanlarında üstün başarılar elde etmiş takımlarının veri madenciliği tekniklerini kullandıkları bilinmektedir (Akpınar, 2000).

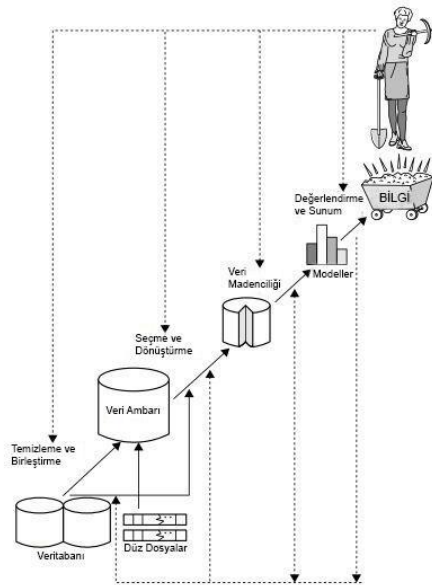
Biyoloji, tıp ve genetik alanında veri madenciliği yöntemleriyle; sağlık personelinin performansının izlenmesi, sağlık bakım hizmetlerinin kalitesinin değerlendirilmesi, hasta bakım hizmetlerinin desteklenmesi, klinik hataların tespiti, kronik hastalıklar için erken

uyarı sinyallerinin tespiti, DNA sıra analizi, gen haritasının analizi, hastalıkların teşhis edilmesi, yeni virüs türlerinin keşfi ve sınıflandırılması, ilaç kullanım hata ve yan etkileri, ilaç geliştirme maliyetlerinin belirlenmesi, bitki türleri ıslahı, yem ve ilaç türlerinin keşfi, suistimaller ve fatura yolsuzluklarının tespitinin yanı sıra yönetim, planlama ve tıbbi araştırmalar gibi yönetsel ve akademik fonksiyonların yerine getirilmesinde yararlanılmaktadır (Brunner, Djorgovski, Prince ve Szalay, 2002).

### 3.2.3. Veri madenciliğinde işlem süreçleri

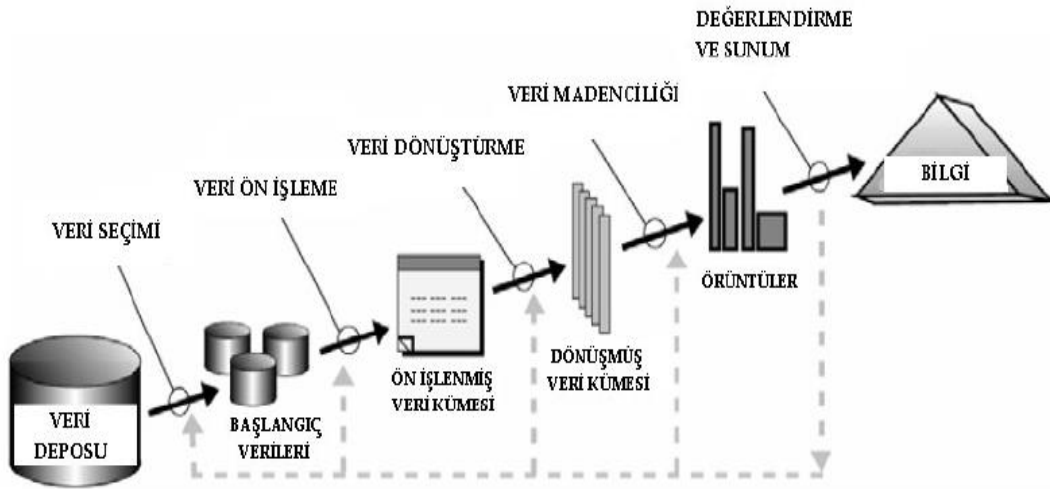
Veri madenciliğinde başarılı olunabilmesi için bütün aşamaları gerektiği gibi organize olmuş, sağlam, tanımlanmış ve kolay anlaşılabilir, organize ve gelişime uygun bir altyapıya sahip bir işlem sürecinin gerçekleştirilmesi gerekmektedir (Azevedo ve Santos, 2008). Veri madenciliğinde verilerin toplanması, verilerin analizi, düzenlemelerin yapılması, sonuçların izlenmesi aşamalarını esas alan birçok süreç tasarımı oluşturulmuştur.

Kamber ve diğerlerine (2012) göre veri madenciliği ile bilgiye ulaşma Şekil 3.8'de görüleceği üzere; veri temizleme ve entegrasyon, ilgili verileri seçme ve istenilen formasyona dönüştürme, veri madenciliği modelinin seçimi, seçilen modelin probleme uygunluğunu değerlendirme ve elde edilen bilginin sunumu aşamalarından geçmektedir.



Şekil 3.8. Veri madenciliği ile bilgiye ulaşma süreci (Kamber ve diğerleri, 2012, s.7)

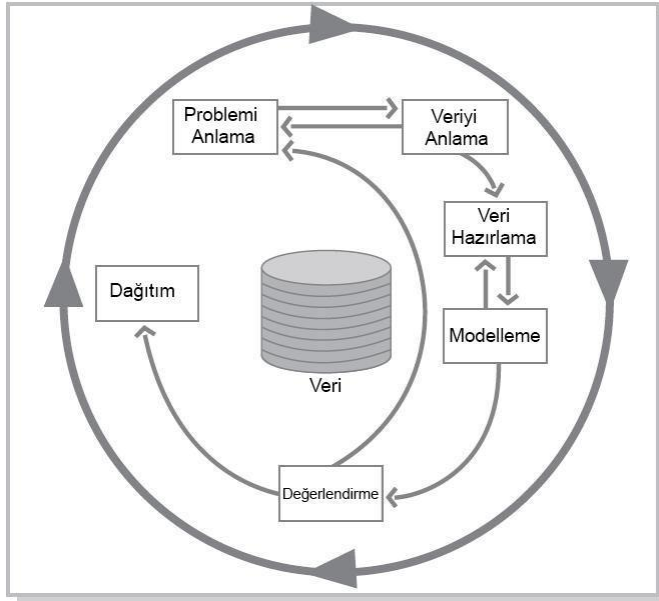
Çakır'a (2008) göre veri madenciliği süreci Şekil 3.9'da görüleceği üzere; veri temizleme, veri bütünleştirme ve veri indirgeme işlemlerinden oluşan veri ön işleme aşaması, bir dönüşüm yöntemi kullanılarak değişkenlerin normalleştirilmesi veya standartlaştırılması işlemlerinin yapıldığı veri dönüştürme aşaması, çalışmanın amacına ve çalışılan veri kümesine uygun veri madenciliği yöntemi uygulama aşaması ve son olarak elde edilen sonuçların düzenlenmesi, yorumlanması ve sunuma hazır hale getirilmesi işlemlerini içeren değerlendirme ve sunum aşamalarından oluşmaktadır.



Şekil 3.9. Veri tabanlarında bilgi keşfi süreci (Çakır, 2008)

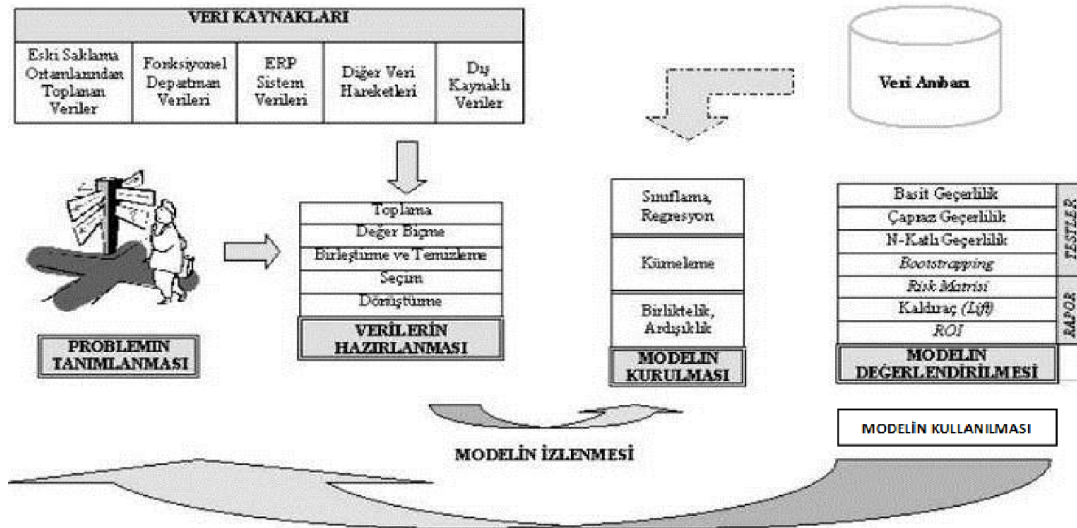
Cross Industry Standard Process for Data Mining, Daimler-AG ve OHRA, Teradata, SPSS şirketlerinin ortak bir komisyonu olan CRISP-DM'e göre veri madenciliği süreci altı aşamadan oluşmaktadır.

Şekil 3.10'da görüleceği üzere Bu aşamalarda; problemi anlama sürecinde, çalışmanın amacına çıkarlarına yoğunlaşarak problem tanımlama yapılır. Veriyi anlama sürecinde, verinin kalitesi, şekli incelenmektedir. Veri hazırlama sürecinde, analiz yapılacak olan verilere son hali verilmektedir. Modelleme sürecinde, veri şekline göre farklı parametreler dikkate alınarak farklı modeller arasında analize en uygun olan model seçilmektedir. Değerlendirme sürecinde model sonuçları çalışma amacı doğrultusunda yorumlanmaktadır. Dağıtım süreci ise veri madenciliğinde başarılı olan bir modelin veriler için tekrar kullanılabilmesidir (Azevedo ve Santos, 2008).



Şekil 3.10. CRISP-DM Veri Madenciliği Süreci (Chapman v.d., 2000)

Akpınar'a (2000) göre veri madenciliğinde işlem süreçleri Şekil 3.11'de görüleceği üzere problemin tanımlanması, verilerin hazırlanması, modelin kurulması ve değerlendirilmesi, modelin kullanılması ile modelin izlenmesinden oluşmaktadır.



Şekil 3.11. Veri tabanlarında bilgi keşfi süreci (Akpınar, 2000: 2)

Problemin Tanımlanması; ilk aşama, ilgili uygulamanın kurumun/işletmenin hangi amacına yönelik olarak yapılacağını tanımlanması problemden daha fazla önem arz etmektedir. Amaç, problemin üzerine odaklanmış olmalı, model sonrasında ulaşılabacak olan



sonuçların başarı düzeyini nasıl ölçeceği de tanımlanmalı, problem çözümüne harcanacak zaman ve maliyet unsurları ile elde edilecek bilginin getirisi kıyaslanabilmelidir. Doğru model sonrasındaki kazanımların faydalarına ilişkin tahminler, yanlış model durumunda maliyetlerdeki artışın tahminlerine de bu aşamada karar verilmelidir (Akpınar, 2000).

Verilerin Hazırlanması; bu aşama analizin en çok zaman alan kısmıdır. Model kurulurken ortaya çıkan sorunlar bu aşamaya tekrar geri dönülmesini gerektirmektedir. Bu yüzden en çok üzerinde durulması gereken aşamalardan birisi olup emek ve zamanın çoğu bu aşamada harcanmaktadır. Veriler hazırlanırken dikkat edilmesi gereken hususlar şu şekilde sıralanmaktadır:

- Toplama; amaç ve problem için ihtiyaç duyulan verilerin toplanacağı kaynakların belirlenmesi ve veriler için kaynakların (veri tabanı, istatistiki bilgiler, mali rakamlar, finansal raporlar v.b.) tayin edilmesi aşamasıdır.
- Değer biçme; birden fazla kaynaktan veri alındığı durumlarda parametrelerin birbirine uyumuna dikkat edilmelidir. Bu aşamada veri setinin kendi içinde ne kadar uyumlu olduğu değerlendirilmektedir. Uyumsuz olanların değersiz bilgi olarak keşfedilip değerlendirme dışı bırakılması gerekir.
- Birleştirme ve temizleme; değer biçme aşamasında belirlenen farklılıklar bu aşamada yok edilir. Hataların ayıklanması için kümeleme, veri dağılımı ya da regresyon teknikleri gibi tekniklerden istifade edilir. Veri setinde kodlamaların standartlaştırılması örnek olarak gösterilebilir. Modelin sonucunu etkileyen bir aşamadır.
- Seçim; belirlenen modele uygun verinin seçilmesi aşamasıdır. Örneğin tahmin edici bir model için bağımlı ve bağımsız değişkenlerin seçilmesidir.
- Dönüştürme; model sonucunda belli bir amaç için oluşan değerlerin kategorik olarak sınıflandırılması aşamasıdır. Farklı şekillerde ifade edilen benzer ya da aynı verilerin farklılıklarının ortadan kaldırılmasıdır. Kredi risk grubu için sayısal değerler yerine, az riskli, riskli, risksiz gibi kategorik değişkenler verilmesi örnek olabilir (Akpınar, 2000).

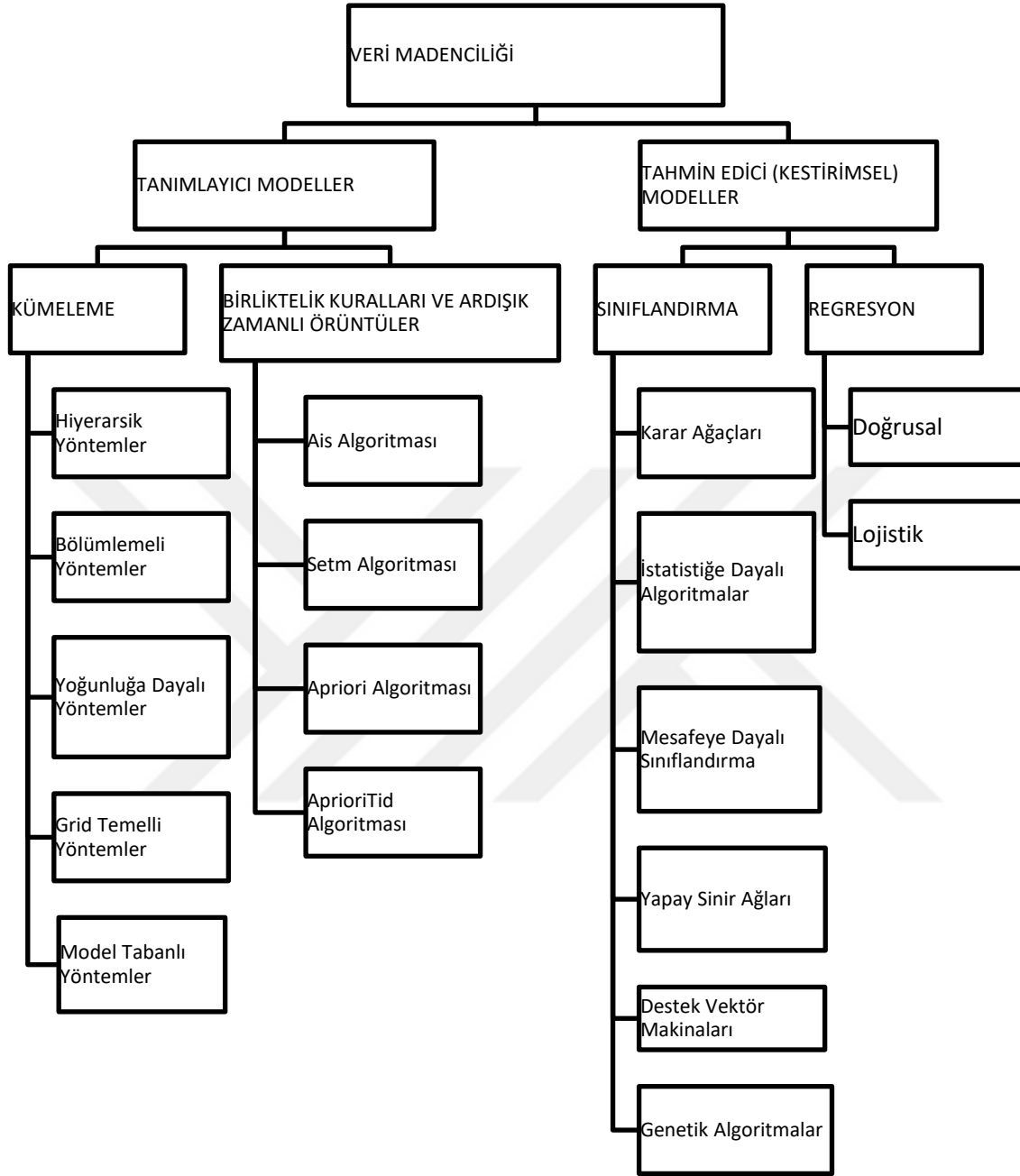
Modelin Kurulması ve Modelin Değerlendirilmesi; verilerin uygunluğuna göre ilgili model seçimi en iyi sonuç alınıncaya kadar devam edilmektedir. Model için test verisi alınarak, asıl verilerle alınan sonuçlarla olan benzerliğine de karşılaştırmalı olarak bakılmaktadır.

Modelin Kullanılması; kurulan modelin sonuçlarına göre karar verme aracı olabilmektedir. Yardımcı karar verme aracı olarak da değerlendirilmektedir.

Modelin İzlenmesi; zaman içerisinde meydana gelen değişikliklere göre modelin sonuçlarında meydana gelen farklılıkların anlamlılık derecesi değerlendirilerek, ihtiyaç halinde model varsayımları değiştirilmeli gerekirse yeniden modelleme aşamasına dönmelidir (Akpınar, 2000: 6-7).

### **3.2.4. Veri madenciliğinde kullanılan modeller**

Veri madenciliğinde kullanılan modeller tahmin edici (predictive) ve tanımlayıcı (descriptive) modeller olarak ikiye ayrılmaktadır (Kantardzic, 2011: 2-3). Bu modelleri fonksiyonlarına göre üç ana başlık altında incelemek mümkündür. Bu başlıklar; Sınıflama (Classification) ve Regresyon (Regression), Kümeleme (Clustering), Birliktelik Kuralları (Association Rules) ve Ardışık Zamanlı Örüntülerdir (Sequential Patterns) (Akpınar, 2000: 4). Sınıflama ve regresyon modelleri tahmin edici, kümeleme ve birliktelik kuralları ve ardışık zamanlı örüntüler modelleri tanımlayıcı modellerdir (Kaya ve Köymen, 2008: 3).



Şekil 3.12. Veri madenciliği modelleri (Han, Kamber, 2001; Wang, 2005; Silahtaroğlu, 2013)

### Tahmin edici (kestirimsel) modeller

Tahmin edici modeller, sonuçları bilinen verilerden hareket edilerek oluşturulan modelin geliştirilmesi ve bu modelden istifade edilerek sonuçları bilinmeyen veriler için ilgili değerlerin tahmin edilmesidir. Bir hastanede gerekli tüm verilere sahip olunan bir hastalık

türü için bu verilere uygun olarak kurulan modelde; istenilen bir değişken bağımlı değişken, diğerleri tahmin edici (bağımsız) değişkenler olarak adlandırılır ve daha sonra gelen hastaların bu hastalığa yakalanma olasılığının tahmin edilmesi örnek olarak gösterilebilir (Akpınar, 2000: 4).

Tahmin edici modeller sınıflama ve regresyon yöntemleri olarak bu kısımda incelenmiştir.

### *Regresyon (eğri uydurma)*

Sürekli gösteren değerlerin tahmin edilmesinde kullanılan (Han ve Kamber, 2011) regresyon, bağımlı bir değişkenin bir veya birden fazla bağımsız değişkenle arasındaki ilişkinin matematiksel gösterimle bir fonksiyon olarak tanımlanarak bu fonksiyon yardımıyla tahmin edilmesidir (Orhunbilge, 2002).

Doğrusal regresyon; doğrusal ilişkiyi temsil eden bir doğrunun denklemini oluşturmayı formüle ederek iki değişken arasındaki ilişkiyi oluşturulan doğru ile açıklar. Örnek olarak, “ev sahibi olan, evli, aynı iş yerinde beş yıldan fazla çalışan, geçmiş kredilerinde geç ödemesi bir ayı geçmemiş bir erkeğin kredi skoru 825’dir.” sonucu bir regresyon ilişkisidir (Alpaydın, 2000: 2).

İkiden çok düzey içeren yüksek dereceli terimleri kapsayan fonksiyonların olması, değişkenlerden bazılarının sürekli, bazılarının kesikli olması ve normallik, ortak kovaryansa sahip olma gibi varsayımlardan sapma durumunda lojistik regresyon analizi kullanılmaktadır (Subhash, 1996: 237). Gruplandırmada kullanılan lojistik regresyon analizinde küme sayısı bilinmemekte olup analizden elde edilen bilgiler gelecekte kullanılabilir (Tatlıdil, 2002).

Eğer tahmin edilen bağımlı değişken kategorik bir değere sahip ise yani bağımlı değişken sayısal değil ise problem sınıflama problemidir (Ganti, Gehrke ve Ramakrishnan, 1999: 40).

### *Sınıflandırma*

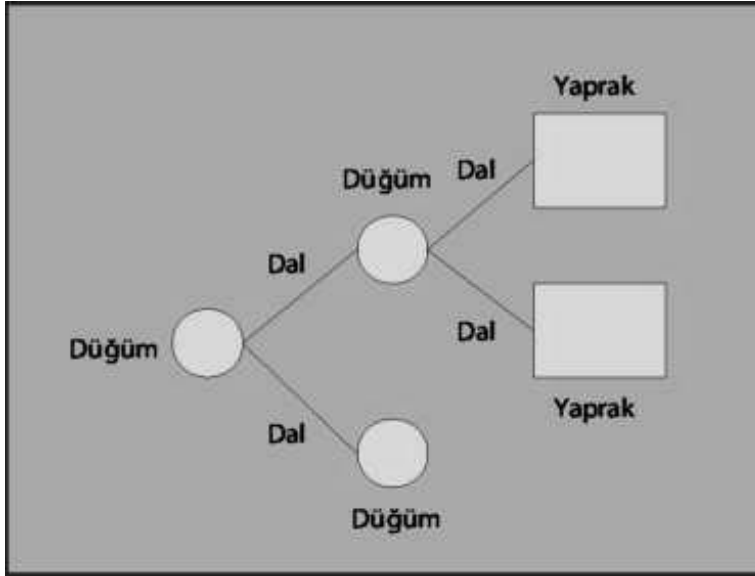
Verilerin ortak özelliklerini kullanarak önemli veri sınıflarını ortaya koyan veya gelecek veri eğilimlerini tahmin eden modelleri kurabilen (Han ve Kamber, 2001) sınıflandırma, dayandığı öğrenme algoritması ile belli bir sınıflandırma modelini meydana getirir. Sınıflama kurallarının öğrenilmesi sisteme yeni giren verinin otomatik olarak sınıflandırılmasını sağlamaktadır (Özkan, 2008).

Sınıflandırma modellerinde kullanılan tekniklerden bazıları;

- Karar Ağaçları,
- İstatistiğe Dayalı Algoritmalar,
- Mesafeye Dayalı Sınıflandırma,
- Yapay Sinir Ağları,
- Destek Vektör Makinaları,
- Genetik Algoritmalar.

olarak sıralanabilir (Han ve Kamber, 2001; Silahtaroglu, 2013).

Karar Ağaçları; oluşturulması ve ağaç yapısı ile yorumlanmasının kolay olması nedeniyle veri madenciliğinde kullanılan en popüler tekniktir. Model yapısının kök, dal ve yapraklardan oluşması nedeniyle karar ağacı olarak isimlendirilmiştir (Özkes ve Çamurcu, 2002). Önceden seçilen bağımlı değişkeni etkileyen bağımsız değişkenlerden hareket edilerek ağaç oluşturulmaktadır. Karar ağaçları ile değişkenler arasındaki ilişkiler ve kurallar ortaya çıkarılarak, veri seti sistematik alt grup kümelerine ayrılmaktadır (Albayrak ve Yılmaz, 2009). Şekil 3.13'de görüleceği üzere ağaç, karar verme noktaları olan düğümler ve bu düğümleri birbirine bağlayan dallardan oluşmaktadır. En tepede kök düğüm bulunmakta kök düğümden dallar türemektedir. Her bir dal yeni bir karar düğümüne bağlanmakta bu düğümlerden dallar türemektedir. Kendisinden dal türemeyen düğümler yaprakları oluşturmaktadır. Düğümler veriye uygulanacak testi gösterir. Dalları ise testin sonucunu gösterir. Dalın sonucunda bir sınıflama elde edilebiliyorsa yaprak elde edilir (Seyrek ve Ata, 2010: 72).



Şekil 3.13. Karar ağacı (Seyrek ve Ata, 2010:72)

Karar Ağaçları; AID yöntemi, CHAID (Chi- Squared Automatic Interaction Detector), CART (Classification and Regression Trees), ID3, Exhaustive CHAID, C4.5, MARS (Multivariate Adaptive Regression Splines), QUEST (Quick, Unbiased, Efficient Statistical Tree), C5.0, SLIQ (Supervised Learning in Quest), SPRINT (Scalable Parallelizable Induction of Decision Trees) gibi farklı teknikleri kullanan algoritmaları kullanmaktadır (Akpınar, 2000: 18).

İstatistiğe Dayalı Algoritmalar; istatistiksel yöntemler yardımı ile sınıflandırma yapar. Verilerin belirlenmiş olan sınıflara ait olma olasılıklarını öngören Bayes teoremine dayalı geliştirilmiş algoritma ve sınıflandırma teknikleri Bayesien sınıflayıcı, Sade Bayesien sınıflandırıcı (Naïve Bayesian Classifier) olarak anılmaktadır (Özkan, 2008).

Mesafeye Dayalı Sınıflandırma; K-en yakın komşusu veya en küçük mesafe algoritmaları kullanılarak sınıfları belli olan bir örnek kümesindeki gözlem değerlerinden yararlanarak, örneğe katılacak yeni bir gözlemin hangi sınıfa ait olduğunu belirlemek amacıyla Öklid, Minkowski, Manhattan gibi uzaklık formülleri ile uzaklıklarının hesaplanması ve en küçük uzaklığa sahip k sayıda gözlemin sınıflandırılmasıdır (Kolyiğit, 2012:3).

Yapay Sinir Ağları; bağımlı ve bağımsız değişkenler arasındaki programlanması çok zor veya mümkün olmayan karmaşık ve doğrusal olmayan ilişkileri modelleyebilmek için

(Seyrek ve Ata, 2010:72) insan beyninin özelliklerinden olan öğrenme yolu ile yeni bilgiler türetebilme, yeni bilgiler oluşturabilme ve keşfedebilme yeteneğini (Yurtoğlu, 2005) ve beynin sinir sisteminin çalışma prensiplerini model almaktadır (Jackson, 2002: 273). Yapı, nöronlar arasındaki bağlantılar ve bağlantıların ağırlıkları üzerine kurulur (Argüden ve Erşahin 2008: 62). Bir yapay sinirin öğrenme yeteneği, öğrenme algoritmaları çalıştırılarak eğitilir. Bu eğitim neticesinde yapay sinir ağının içerisindeki ağırlıklar belirlenir (Tantuğ, 2015). Seçilen öğrenme algoritması içerisinde ağırlıkların uygun bir şekilde ayarlanmasına bağlıdır. Bir yapay sinir hücresi, girdi değeri (I) ile kendi ağırlık değeri (W) çarpılarak toplanır ve çıktı elde etmek için aktivasyon fonksiyonu ile işlem yapılır. Girdiler, ağırlık öğrenmesi gereken dışarıdan gelen bilgidir (Elmas, 2003). Ağırlıklar, alınan girdilerin sinir hücresi üzerindeki etkisini gösteren uygun katsayılarıdır (Öztemel, 2003: 49). Toplama fonksiyonu, bir hücreye gelen net girdiyi kendi ağırlığı ile çarpar ve toplayarak hesaplar. Aktivasyon fonksiyonu, gelen girdiye uygulanarak çıktıyı belirler. Çıktı, aktivasyon fonksiyonu tarafından belirlenen değerdir (Masters, 1993).

Destek Vektör Makinaları; birbirine zıt veriyi ayırmak ve mesafeyi maksimum yapmak için en uygun düzlemin tahmin edilmesi esasına dayanmaktadır. Mesafe terimine ayırma marjı denir. Genelleme hatasını en aza indirmeye ve veriyi ayıracak düzlemin marjın uzaklığını en yüksek yapma mantığına dayanarak sınıflama yapmaktadır (Han ve Kamber 2006).

Genetik Algoritmalar, çok değişkenli fonksiyonların optimizasyonu amacıyla kullanılan olasılık kurallarına göre çalışan algoritmalarıdır. Parametrelerin kodlanmış biçimlerini kullanırlar. Başlangıç olarak bir çözüm seti (populasyon) oluşturulur ve bu çözümü geliştirmek için biyolojik evrimi esas alan bir süreç kullanılır (Goldberg, 1989). Bir problemi sanal olarak evrimden geçirmek suretiyle genetik algoritma ile çözümü yapılmaktadır (Kurt ve Semetay 2001). Bir populasyondan alınan sonuçlar bir öncekinden daha iyi olacağı beklenen yeni bir populasyon oluşturmak için kullanılır. En iyi kromozoma ulaşmak amaçlanmaktadır (Öztemel, 2003: 17).

## Tanımlayıcı modeller

Tanımlayıcı modeller; mevcut veriler içindeki ilişkileri, kümeleri ve verinin özelliklerini ortaya çıkararak (Akpınar, 2000: 18) karar vericiye yol gösterici olabilecek örüntülerin tanımlanmasını sağlar (Kaya ve Köymen, 2008). Bekar ve yalnız yaşayan 25-35 yaş aralığında olup kazancı 2.000-2.500 TL arasında olan kişiler ile bekar ve ailesiyle birlikte yaşayan 18-25 yaş aralığında olup kazancı 550-750 TL olan kişilerin; alış-veriş alışkanlıklarının birbirine benzediğinin belirlenmesi bir tanımlayıcı model örneğidir (Akpınar, 2000: 6).

Kümeleme, birliktelik kuralları ve ardışık zamanlı örüntü modelleri tanımlayıcı modeller olup bu kısımda izah edilmiştir.

### *Birliktelik kuralları ve ardışık zamanlı örüntüler*

Ardışık zamanlı örüntüler belli bir dönem boyunca gerçekleşen ve birbiri ile ilişkisi olan ilişkilerin tanımlanmasında kullanılır (Dolgun, 2006: 28). Akpınar (2000)'e göre belli bir olayın gerçekleşmesinden sonra birbirini izleyen dönemde aynı olayla ilişkili bir başka olayın gerçekleşmesidir.

Birliktelik kuralları belirli bir veri kümesi içindeki yüksek sıklıkta aralarında korelasyon olan örüntülerinin keşfidir (Sumathi ve Sivanandam, 2006). Bu keşif işlemi, daha önce belirlenen frekans ve doğruluk kriterlerine uyan kuralların belirlenmesidir (Kumar ve Wahidabanu, 2009).

Birliktelik kuralları analizinde eşik değeri belirlemek için kullanılan ölçütler destek ve güven değerleridir (Adriaans ve Zantinge, 1996: 64). Bu destek ve güven değerlerini sağlayan birliktelik kuralları, "X nesnesini alan bir müşterinin muhtemelen Y nesnesini de alması" şeklinde tanımlanmasını sağlar (Brin, Motwani ve Silverstein, 1997: 3).

Güven ve destek değerlerini sağlayan birliktelik kuralı oluşturmada bazı algoritmalar mevcuttur.



AIS Algoritması, veritabanında büyük ürün kümelerinin tümünü oluşturmak için geliştirilmiştir. Algoritma veritabanını birçok kez geçişler yaparak tarar. İlk tarama sırasında tek nesnelere desteğini sayar hangilerinin sık geçen nesnelere olduğunu belirler.  $I = \{i_1, i_2, \dots, i_m\}$  nesnelere kümesi ve  $D$  işlemler kümesi olarak ifade edilir. Tanımlamada yer alan her bir "i" nesnelere göstermektedir.  $D$  işlemler kümesinde her işlem  $T$ ,  $I$  kümesi tarafından kapsanıyorsa  $I$ ,  $T$  işlemlerinin içerisinde bulunduğu nesne kümesidir. Yapılan her işlem TID (Transaction Identification) ile tanımlanmaktadır.  $A$  ve  $B$  nesnelere kümeleri olsun.  $T$  işlemler kümesinde  $A$ 'yı kapsıyor anlamına gelmektedir. Nesnelere kümesi, nesne küme olarak tanımlanmaktadır. Her bir geçişin yaygın nesne kümeleri aday nesne kümeleri üretmek için genişletilir. Bir tarama yapıldıktan sonra önceki taramadaki yaygın nesne kümeleri ile taranan nesnelere arasındaki ortak nesne kümeleri belirlenir. Nesne kümesinde yer alan nesnelere göre birliktelik kuralları oluşturulur (Agrawal, Imieliński ve Swami, 1993).

SETM Algoritması, veritabanı üzerinden çoklu geçişler yapar. Geniş nesne kümesinin her bir elemanı  $L_k$  nesnenin ismi ve nesneyi ayırt etmeye yarayan bir özellik numarası (TID) ile iki parametreden oluşmaktadır. AIS algoritması gibi çalışır farklı olarak aday kümeleri " $C_k, \langle TID, Nesne Kümesi İsmi \rangle$ " ile birlikte işlemin TID bilgisi de saklanır (Houtsma ve Swami, 1995: 28-30). Aday nesne kümeleri nesne ismine göre sıraya dizilir ve küçük nesne kümeleri silinir. Bu yolla veritabanı üzerinden birçok geçiş yapılır. Algoritma daha fazla nesne kümesi bulamadığında sonlanır (Ullah, 2010).

APRIORI Algoritması, sıklıkla bulunan nesne kümelerinin modellenmesinde bilgileri bir önceki adımdan (prior) olarak bilgiyi kullanır. Belirlenen dizi sıklığından daha fazla nesne kümeleri bulunmayınca durur (Agrawal ve Srikant, 1994). İlk olarak, sık geçen her bir nesnenin destek seviyesi hesaplanarak geniş nesne kümeleri oluşturulur. Bulunan bu küme  $L_1$  olarak adlandırılır.  $L_1$ ,  $L_2$ 'nin sık geçen nesne kümelerinin bulunmasında kullanılır.  $L_2$ ,  $L_3$ 'ün bulunmasında kullanılır ve algoritma bu şekilde daha fazla sık geçen nesne kümeleri bulamayınca durur (Han ve Kamber 2011).

APRIORITID Algoritması, Apriori'nin aday üretim fonksiyonunu kullanır. Farkı ise ilk geçişten sonra destek değerlerini saymak için veritabanını kullanmaz. İlk olarak, tüm veritabanı taranır ve 1 ögeli nesne kümeleri elde edilir ve destek değerleri hesaplanır. 2

öğeli nesne kümelerini elde etmek için tüm veritabanı yerine 1 öğeli nesne kümeleri taranır ve destek değerleri sayılarak yeni nesne kümesi oluşturulur. Bu işlem boş aday nesne kümeleri oluşunca durur (Agrawal ve Srikant, 1994).

### *Kümeleme*

Başlangıçta verilerin hangi kümelere ayrılacağı bilinmemekte, sınıflamadan farklı olarak önceden belirlenmiş belli gruplar bulunmamaktadır (Dolgun, 2006).

Kümelemenin veri madenciliğindeki görevi bir kümedeki veri noktalarının diğer kümelerdeki veri noktalarından daha birbirine "benzediği" şekilde veri gruplamaları bulmaya çalışır (Witten ve Frank, 2005). Verilerin hangi kümelere ayrılacağı verilerin birbirine olan benzerliğine ve uzaklığına göre belirlenmektedir. Kümeleme algoritmaları tarafından küme içi uzaklıkların minimize edilmesi, kümeler arası uzaklıkların maksimize edilmesi ile elde edilen farklı kümelere ait elemanlar arasında benzerlik azalır (Pfitzner, Leibbrandt ve Powers, 2009).

Birçok kümeleme algoritmasında benzerliği ölçmek için n-boyutlu uzayda uzaklıkları hesaplamak için kullanılan uzaklık ölçüleri Minkowski uzaklık ölçümü (Tatlıdil, 1992: 332), Öklid uzaklık ölçümü (Özdamar, 1999: 269) kullanılmaktadır.

Çalışmamızın dördüncü bölümünde kümelemede kullanılan uzaklık fonksiyonu Pearson korelasyon katsayısına bağlı olarak tanımlanmıştır.

Wang'a (2005) göre genel olarak kümeleme yöntemleri şöyle sıralanmıştır:

- Hiyerarşik Yöntemler,
- Bölümlemeli Yöntemler,
- Yoğunluğa Dayalı Yöntemler,
- Grid Temelli Yöntemler,
- Model Tabanlı Yöntemler.

Hiyerarşik yöntemler, farklı kümeleri gösteren kümeler ağacı şeması şeklinde veri nesnelarını gruplara ayırma prensibi ile çalışır (Alagöz, Serdar ve Ortakarpuz, 2014). Hiyerarşik kümeleme, veri noktaları arasındaki mesafeye bağı olarak bir küme hiyerarşisinin oluşturulduğu bir işlemdir (Aggarwal ve Reddy, 2013:100). Kümeler hiyerarşisi oluşturmak için hiyerarşik ayrışmanın yönüne göre iki yaklaşım vardır. Toplaşım (Agglomerative) kümeleme algoritmaları aşağıdan yukarıya bir yaklaşım sergiler, her bir veri noktasının bir küme olarak kabul edildiğı ve kümelennmelerin sonunda büyük bir küme oluşturmak üzere birleştiğı yerlerdir. Her alt küme, bir ana küme oluşturacak şekilde birleştirilebilir. Bölünür (Divisive) kümeleme algoritmaları yukarıdan aşağıya bir yaklaşım ile veri kümesinin bir küme olarak kabul edildiğı ve her nesnenin ayrı kümeler oluşturuncaya kadar alt kümelere bölünmesidir (Dillon ve Goldstein, 1984). Hiyerarşik kümelemede; iki kümeyi en yakın yapan elemanların mesafesini kümeler arası mesafe olarak kabul eden SLINK algoritması, iki küme arasındaki uzaklığı her biri bir kümeyle ait olan en yakın temsilci çifti (uç değerler) arasındaki uzaklık olarak gören CURE algoritması, iki alt kümenin birbirine olan benzerliğı ve yakınlığı bu iki kümeden her birinin kendi iç benzerlikleri ve yakınlıkları ile kıyaslayarak belirleyen CHAMELEON algoritması, kümelemenin yapılabilmesi için bir ağaç oluşturup bu ağacı tarayarak kümeleme işlemlerini gerçekleştiren BIRCH algoritması kullanılmaktadır (Silahtaroglu, 2013: 107-113).

Bölümlemeli yöntemler, n adet nesneyi, k adet kümeyle bölerek ( $k \leq n$ ) veritabanını küçük bölmelere ayırır (Özdamar, 1999). Aynı kümedeki nesnelar birbirlerine benzerken, farklı kümedeki nesnelardan farklıdır. Her bir veri nesnesi tek bir özel kümeyle ait olup en yaygın kümeleme türüdür. (Han ve Kamber, 2001). Küme sayısı önceden belirlenen bölümlemeli yöntemlerde k adet küme için k adet küme ortalaması rasgele seçilir. Veri hangi küme ortalamasına daha yakınsa o kümeyle atanır. Küme ortalamaları atama sonrası yeniden bulunur. Küme elemanlarında değışim olmayıncaya kadar işlem devam eder (Subhash, 1996). Bölümlemeli yöntemlerde kullanılan algoritmalar; K-Ortalama (K-Means) algoritması eldeki verileri belirlenen küme sayısı kadar, kümelerin ortalamalarına (belirtilen küme merkezine) göre kümelere ayırır (Tan, Steinbach ve Kumar, 2013). PAM (k-medoid) algoritması k adet kümeyi bulmak için seçilen temsilcilerin (medoid) etrafına ana kümedeki tüm elemanları toplayarak ve her defasında bu temsilcileri değıştirerek kümeleme işlemini tamamlar (Özdamar, 1999: 325). CLARA algoritması veritabanından

rasgele bir kümeyi alır ve PAM algoritmasını bu örnek küme üzerine uygulaması ile oluşan kümelerin her birinin temsilcisi belirlenir. Bir önceki aşamada belirlenmiş temsilciler kullanılarak ana kümeyi oluşturan veritabanından bir örnek küme daha seçilerek işlemler sürdürülür. CLARANS algoritması PAM ve CLARA algoritmalarının ileri versiyonu olup  $n$  adet temsilciler aracılığıyla ve bir ağ diyagramından yararlanılarak  $k$  adet kümeye ayrılmasını sağlar (Silahtaroglu, 2013: 117-119).

Yoğunluğa dayalı yöntemler, kümeleme işlemi nesnelerin yoğunluğuna dayanılarak yapılır. Yoğunluk  $n$  (bir veri kümesindeki niteliklerin sayısı) boyutlu uzayda veri noktası sayısı olarak tanımlanabilir. Yoğunluk oluşturan noktalardan oluşan her yoğun alana bir küme atanabilir ve düşük yoğunluklu alan gürültü olarak atılabilir. Bu kümeleme biçiminde, gürültü nesnelere herhangi bir kümeye atanmadığından, tüm veri nesnelere kümelenebilir. Daha düşük yoğunluklu alanlar arasında yüksek yoğunluklu alan varsa, bir küme vardır (Kotu ve Deshpande, 2014: 221). Yoğunluğa dayalı yöntemlerde kullanılan algoritmalarından bazılarında göz atacak olursak; DBSCAN algoritması üç basamakla özetlenebilir eşik yoğunluğunu tanımlama, veri noktalarını sınıflandırma ve kümeleme. Minimum eleman sayısını kapsayabilmek için minimum etki yarıçapı iterasyonlar ile artırılır. Kapsam tamamlanınca kümenin çekirdeği bulunur (Tan, Steinbach ve Kumar, 2013). DENCLUE algoritması, genel yoğunluk fonksiyonunun yerel maksimumlarının kullanılmasıyla yoğunluğa dayalı bir kümeleme oluşturulur. Genel yoğunluk fonksiyonu noktaların etki fonksiyonlarının toplamından yararlanılarak elde edilir (Silahtaroglu, 2013: 126).

Grid temelli yöntemler, numaralandırılmış çizgilerden oluşan ızgara yerleşim düzenindeki yapılar yardımıyla veritabanlarını kümelere ayrılması yöntemidir. Izgara yapısı oluşturularak veri alanını sonlu sayıda hücreye bölmek, her hücre için hücre yoğunluğunu hesaplamak, hücreleri yoğunluklarına göre ayırmak, küme merkezlerini belirlemek, komşu hücrelere geçmek şeklinde beş aşama içermektedir (Aggarwal ve Reddy, 2013: 128). Grid temelli yöntemler için kullanılan algoritmalarından STING algoritması ile incelenen bölge dikdörtgen hücrelere bölünmesi ile hücresel yapılar oluşturulur. Kök hücre tüm alanı ifade eder. Hücrelerin boyutu ise yoğunlukla ilişkilidir. DALGA KÜMELEME algoritması dalga dönüşümünü kullanır.  $n$ -boyutlu bir özellikler uzayında her bir veri bir özellikler vektörüyle ifade edilmekte olup bu özellikler uzayını değişime maruz bırakarak yenilenen

uzaydaki yoğun bölgeler belirlenmektedir. CLIQUE algoritması, kümeleri kapsayan alt uzay tanımlaması, kümelerin tanımlanması ve kümeler için minimum tanımın geliştirilmesi aşamalarıyla bir bölgedeki toplam veri sayısının daha önceden girilen değeri aşan dolayısıyla daha yoğun olan bölgeleri diğer bölgelerden ayırır (Silahtaroglu, 2013: 129-133).

Model tabanlı yöntemler, kümeyi oluşturan verilerin her zaman bir matematiksel modele uyduğu varsayılır. Aynı olasılık dağılımına ait veri noktalarına sahip bir gruplama kümeyi oluşturur. Her bir küme dağılım parametresinin küme verileri ile model arasında iteratif olarak optimize edilebildiği bir dağılım modeli (Gauss veya Poisson gibi) ile temsil edilebilir. Bu yaklaşımla, tüm veri seti bir dağılım modelleri birleşimi ile temsil edilebilir (Kotu ve Deshpande, 2014: 221).

### 3.2.5. Veri madenciliği yöntemlerinin karşılaştırılması

Farklı veri madenciliği modellerinin otonomi, hesaplama karmaşası, açıklayabilirlik, yapılandırma kolaylığı ve esneklik karşılaştırılması Çizelge 3.1’de yer almaktadır.

Çizelge 3.1. Veri madenciliği yöntemlerinin karşılaştırılması (Alkan, 2007)

	Veri Görselleştirme	Karar Ağaçları	Genetik Algoritmalar	Yapay Sinir Ağları	İstatistik Kökenli Yöntemler
Otonomi	Çok Yüksek	Düşük	Yüksek	Yüksek	Düşük
Hesaplama Karmaşası	Çok Yüksek	Düşük	Çok Yüksek	Çok Yüksek	Orta
Açıklayabilirlik	Çok Yüksek	Çok Yüksek	Yüksek	Çok Düşük	Orta
Yapılandırma kolaylığı	Orta	Çok Yüksek	Çok Düşük	Düşük	Yüksek
Esneklik	Düşük	Düşük	Orta	Yüksek	Orta

Otonomi, hesaplama karmaşası, açıklayabilirlik gibi üç karşılaştırma ölçütünde veri görselleştirme modellerinin çok üstün olduğu görülmektedir.

Veri kümesindeki örüntülerin keşfinde çok kullanışlı bir yöntem olan veri görselleştirme yöntemleri veri tabanında verinin kalitesi konusunda ve örüntülerin nerede bulunacağı konusunda bilgi verir (Dolgun, 2006: 34). Veri görselleştirme yöntemleri sonuçları

sunarken anlaşılabilirliği artırmaktadır (Özkan, 2008). Karmaşık sonuçlar daha iyi anlaşılabilmesi için görselleştirilmelidirler (Baykal, 2003: 38-39).

Dikkat edilmesi gereken hususlar; Çalışmanın amacı nedir? Veri madenciliğinden ne beklenmektedir? Hangi veri madenciliği fonksiyonu ile çözümlenebilir? Uygun yöntem ve modeller nelerdir? Hangi algoritma ile model oluşturmak gerekir?

Bu sorulara verilebilecek cevaplar ile veri madenciliği yöntemleri için geliştirilmiş algoritmaların özelliklerine göre veri kümesine uygun olan yöntem belirlenmeli, çalışmanın amacına ve veri kümesine uygun olan yöntem ile işlem yapılmalıdır.

Tezimizin dördüncü bölümünde detaylı olarak izah edilecek ve beşinci bölümde uygulamada kullanılacak olan graf teori ile veri görselleştirme yöntemlerine katkıda bulunularak kümeleme modelinde veri karakteristiklerini görsel olarak sunabilme imkanı elde edilecektir.

### **3.2.6. İş kazaları istatistikleri için uygulanmış veri madenciliği yöntemleri**

Veri madenciliği yöntemleri tıp, mühendislik ve finans gibi çeşitli disiplinlerde veri analizinde aktif olarak kullanılmaktadır (Chang ve Wang, 2006; Witten ve Frank, 2006). Fakat, iş güvenliği konularının ve özellikle iş kazaları verilerinin analiz edilmesinde veri madenciliği araçlarının kullanımı üzerine kapsamlı bir literatür taraması henüz çok yaygın bir şekilde yapılmamıştır (Bevilacqua, Ciarapica ve Giacchetta, 2008; Parhizi, Shahrabi ve Pariazar, 2009). Bununla birlikte, veri madenciliği yöntemleri iş kazaları ve güvenliği ile ilgili verileri analiz etmede de uygulanabilir. Veri madenciliği büyük veri kümelerini analiz etmede ve potansiyel olarak yeni yararlı bilgiyi keşfetmek için uygundur (Giudici, 2003; Han ve Kamber, 2001; Hand vd., 2001). İş kazaları verilerini analiz etmede veri madenciliği yöntemleri arasında öne çıkan birliktelik kurallarıdır.

Cheng, Lin ve Leu (2010) çalışmasında birliktelik kuralları kullanılarak inşaat projelerinde olası tehlikeleri belirlemek için 2000-2007 yılları arasında Tayvan inşaat sektöründeki 1.347 kaza analiz edilmiştir. Elde edilen sonuçlar hem işçilerin hem de yönetimin, güvenlik sorunları ve potansiyel tehlikeler konusunda yeterli bilince sahip olmadığını

göstermiştir. Çoğu kazanın; çalışma ortamındaki potansiyel tehlikelere karşı işçileri korumak için yönetimin yeterli güvenlik önlemlerini almadığından, yönetimin uygulamadaki başarısızlığından ve işçilerin gerçekleştirdiği pek çok güvensiz eylemden kaynaklandığını göstermektedir.

Liao ve Perng (2008); Liao, Perng ve Chiang (2009) çalışmalarında ise birliktelik kuralları kullanılarak 1999-2005 yılları arasında Tayvan inşaat sektöründeki meslek hastalıklarının özellikleri belirlenmiştir. Ayrıca birliktelik kuralları metodunun verimliliğini arttırmak için yeni bir önlem olan etken ihtimali tanımlanmıştır. Destek-güven çerçevesine dayanan etkin bir yöntem birliktelik kuralları üretmek üzere geliştirilmiştir. UCI makine öğrenme havuzundan erişkin veri kümesi ve iş kazalarının bir veri tabanı analiz edilmiş ve bu analiz, önerilen yöntemlerin çeşitli birliktelik kurallarından etkili bir şekilde ilginç kurallar üretebildiğini ortaya koymaktadır.

Sınıflandırma modellerinden karar ağaçları yöntemleri de veri madenciliğinde etkin olarak kullanılmaktadır.

Nenonen (2013) çalışmasında 2006-2007 yılları arasında Finlandiya'daki kayma, tökezleme ve düşme ile ilgili iş kazalarına ilişkin istatistik veritabanına ilk kez karar ağacı ve birliktelik kurallarını uygulamıştır. Sonuç olarak; kayma, tökezleme ve düşme kazaları ile spesifik hareket aktivitesi, sabit bir nesneye veya nesneye karşı çarpışma, yaş ve meslek türü bağlantılı faktörler dahilinde yer almaktadır. Kayma, tökezleme ve düşme kazaları genel olarak diğer işyeri kazalarından daha şiddetlidir. En sık rastlanan incinmeler ise çıkıklar, burkulmalar, incinmeler ve daha şiddetli kazalarda, kemik kırılmalarıdır. Çalışmada veri madenciliği yöntemlerinin başarılı olduğu değerlendirilmekte olup faydalı destek unsurları olarak görülmektedir. Bu yöntemlerin büyük veri setlerini ve değişkenler arasındaki ilişkileri kolayca açıklayabilme özellikleri bir avantaj olarak görülmektedir.

Bevilacqua ve diğerleri (2008) çalışmasında sınıflandırma ağacı algoritmaları kullanılarak iş kazası yaralanmalarında ağaç sınıflandırma yöntemlerinin uygulanmasını örneklendirilmiştir. 1994-2004 yıllarında API rafinerisinde toplanan 200'den fazla kaza vakası verileri sınıflandırma ağaç algoritmaları ile analiz edilmiştir. Çok geniş bir nesnel ve öngörücü değişken kümesini dikkate alan bu teknik, daha önce hiç anlatılmamış olan iş

güvenliğin yeni sonuç-etki korelasyonlarını ortaya koyarak olası yaralanma risk gruplarını vurgulamakta ve bu alanlarda karar vericiyi desteklemektedir.

Chi and Chen (2003) çalışmasında ise sınıflandırma ağaçları kullanılarak Tayvan'daki 1.230 iş kazası ölüm nedeni ile ilgili raporları yeniden analiz edilmiş ve sonuçları, önceki çalışmanın varyans analizi (ANOVA) yönteminin kullanıldığı sonuçlarla karşılaştırılmıştır. Analizden elde edilen sonuçlar, her etkili faktörü hem iş kazalarıyla ilgili ölüm oranını artırmak ya da azaltmak için hizmet eden bir "yükseltici" ya da "redüktör" olarak tanımlayan deneysel destek sağlamaktadır. Endüstri ve yaş önemli etki faktörleri olarak belirlenmiştir.

Persona ve diğerleri (2006) çalışmasında İtalyan'ın bir bölgesinin Yerel Sağlık Otoritesi tarafından toplanan üç yıllık iş kazası yaralanma verileri, risk gruplarını ve daha ileri analiz için faktörleri belirlemek için sınıflandırma ve regresyon ağaçları kullanılarak analiz edilmiştir. 2000-2002 döneminde 156 yaralanma vakası ile ilgili veriler analiz edilmiş ve tespit edilen işle ilgili yaralanmaları en fazla etkileyen faktörler incelenmiştir.

Ciarapica ve Giacchetta (2009) çalışmasında ise beş yıllık bir süre boyunca (2002-2006) İtalya'nın bir bölgesinde, 116 iş kazası yaralanmasının yararlı 190 adet gizli yönlerini araştırmak ve tespit etmek için yapay sinir ağları kullanılarak ağların kapasiteleri incelenmiştir. Bu çalışma, esnek hesaplama tekniklerine dayanan sınıflandırma ve tahmin edici modellerin iş kazası yaralanmalarının analizinde uygun olduğunu kanıtlamıştır. Yapılan duyarlılık basitçe istatistiksel ve betimsel bir analiz değildir, çünkü veritabanında bulunan verileri yalnızca basit erişim sorguları ile sorgulayarak bilgi edinmek için kullanır, ancak aynı zamanda yeni çıktılarının ekstrapolasyonu işlemlerini de içerir.

Cheng ve diğerleri (2013) 2000-2010 yılları arasında Tayvan'da Petro kimya endüstrisinde gerçekleşen 349 iş kazasının faktörlerini yöneten kurallarını ve dağılımını incelemek için veri madenciliği sınıflandırması yöntemi ve regresyon ağacı (CART) analizi kullanılmıştır. Bu istatistiksel yöntemlerle iş kazası sebeplerinin bazı aylarda mevsimsel hava değişiklikleri ve iş yetiştirme baskılarından kaynaklı insan ihmalleri ile boru ve kontrol valflerinde paslanma, hasar ve çatlama gibi yapısal yetersizlikler olduğu sonuçları elde edilmiştir.



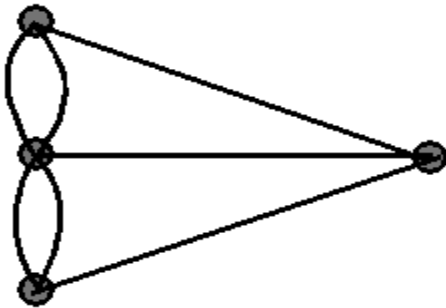
İş yerinde risk yönetimi konusunda, bu tekniklerin öngörü gücü (Matias vd., 2008) ve açıklayıcı kapasite (Martin, Rivas, Matías, Taboada ve Argüelles, 2009) açısından yararlılığını değerlendirmek için de çalışmalar yapılmıştır. Matias ve diğerleri (2008) çalışmasında, özellikle zemin kata düşme tipindeki işyeri kazalarının nedenlerini ve tiplerini analiz etmek için makine öğrenme tekniklerine dayanan bir yöntem sunulmuştur. Bu yöntem bayes ağları, sınıflandırma ağaçları, destek vektör makineleri ve aşırı öğrenen makineleri içermektedir. Verilerden elde edilen Bayes ağları, kat hizmetleri değişkeniyle temel nedenler arasındaki bir ilişkinin olmaması, çalışılan şirketlerin çalışma güvenliği yönetim sistemlerinin belirli özelliklerine izin vermesine, kişisel koruyucu donanımların kullanılmaması gibi etkenler üzerinden kurulmuştur. Sunulan yöntem kaza raporlama prosedürlerini açıklayarak her bir kazanın kesin koşullarını daha doğru bir şekilde yansıtmasını sağlamaktadır. Martin ve diğerleri (2009) çalışması Bayes ağlarını kullanarak, merdiven ve iskele gibi düşmelere neden olabilecek yardımcı ekipman kullanımı gerektiren işyeri görevlerini çevreleyen koşulları analiz etmektedir. Kaza araştırma alanında yenilikçi olan bu yaklaşımın, yardımcı ekipman içeren kazalar üzerinde en büyük etkiye sahip nedenleri belirlemede kullanışlı olmuştur. Bu etkiler ise iş sırasında yanlış duruş sergilemek ve bir işçinin güvenlik yönetmelikleri hakkında yetersiz bilgiye sahip olması olarak bulunmuştur. Benzer şekilde, görevlerin süresi hem bu değişkenler hem de kaza oranı ile ilişkilendirilmiş ve bu kavramlar arasında pozitif korelasyon bulunmuştur. Bayes ağları, kazaların farklı nedenleri arasında bağımlılık ilişkilerinin kurulmasını da sağlamaktadır. İşgücü riskini önleme alanında uygulanan konvansiyonel istatistiksel yöntemlerle elde edilemeyen bu bilgi, iş kazaları için nedensellik modelinin daha gerçekçi bir şekilde tanımlanmasına olanak tanımaktadır. Bu istatistik aracı ile karar vericiye emek riskinin önlenmesi için bir yönetim modeline girilebilecek faydalı bilgiler sunulmuştur.

İş kazalarının analizi ve sebeplerinin belirlenmesi sonucu alınacak önlemler için var olan yöntemlerin birçoğu zaman serileri analizine dayanmaktadır. Literatürde tamamen istatistiksel yöntemler dışında graf teori gibi karmaşık sistemlerin modellenmesinde oldukça kullanışlı yöntemlerin kullanılmadığı görülmektedir. İstatistiksel regresyon ve veri madenciliği gibi niceliksel yöntemlere nazaran graf teori gibi hiyerarşik yöntemler daha saydam yapıya sahiptir.

## 4. YÖNTEM

Matematiğin bir dalı olan graf teori, günlük yaşamda karşılaşılan pek çok olayın matematiksel modellerinin oluşturulmasına ve bu modellerin bilinen yöntemlerden farklı başka tekniklerle kolayca çözülmesine olanak tanır.

Rusya’da yer alan ve günümüzde batı Rusya’nın büyük bir endüstri ve ticaret merkezi olan şimdiki adı Kalingrad olan Könisberg bir zamanlar doğu Prusya’nın başkenti olan bir şehirdir. Şehir başka bir nehir ile birleşen Pregel nehrinin etrafında kurulmuştur. Kniephof adındaki ada iki nehrin birleştiği yerin ortasında yer almaktadır. Adayı ve nehirlerin iki tarafındaki şehrin farklı bölgelerini birleştiren yedi tane köprü vardır. 18. yüzyılda Könisberg’in belediye başkanı her gün şehri gezmekte, ancak her seferinde bir köprüden iki defa geçmektedir. Her köprüden yalnız bir defa geçmek suretiyle bütün şehri dolaşması mümkün olmamaktadır. Bu problem Euler’in dikkatini çeker. Euler, bu şehirde herhangi bir köprüden yola çıkarak ve her bir köprüden yalnız bir kez geçerek tüm şehri dolaşabilmenin mümkün olmadığını, grafla modelleme yaparak ispatlamıştır. Könisberg’deki kara parçaların noktalarla ve köprüler eğri parçaları ile gösterilerek Şekil 4.1’deki graf modeli elde edilir (Aldous ve Wilson, 2003).



Şekil 4.1. Könisberg köprülerinin graf modeli (Aldous, Wilson, 2003)

Daha sonraları birçok matematikçinin yaptığı çalışmalarla, graf teori günlük hayatta karşılaşılan problemlere uygulanmıştır. Özellikle II. Dünya Savaşından sonra teknolojinin hızla gelişmesiyle mühendislikten, askeri alana kadar karşılaşılan birçok alandaki problemlerin modellenmesinde ve çözümünde graf teori yaygın olarak kullanılmaya başlamıştır.

Günümüz şartlarında herhangi bir bilginin veya herhangi bir nesnenin bir yerden diğer bir yere aktarım isteğinin önemi giderek artmaktadır. Bu durumla beraber iletişimin hızlı, güvenilir ve kesintisiz olması istenmektedir. Bu durum, kurmamız gereken iletişim ağlarının önemini arttırmaktadır. Kurmuş olduğumuz iletişim ağı merkezler ve bu merkezleri birbirine bağlayan bağlantı hatlarından oluşur.

Herhangi bir iletişim ağı graflar ile modellenebilir. Ağ bilgi akışının olduğu gerçek yapı, graf ise bu gerçek yapının modelidir. Ağlardaki temsilciler graflardaki tepelere, bağlantı hatları da ayrıtlara karşılık gelir. Tez çalışmamızda basit, birleştirilmiş ve yönlendirilmemiş graflar kullanılmıştır.

#### 4.1. Temel Graf Bilgileri

Bir  $G$  grafi, sayılabilir bir küme üzerinde tanımlanmış ikili bir bağıntının gösterimidir. Nesnelerin kümesi grafin  $V$  tepeler kümesini, bağıntının ikilileri de grafin  $E$  ayrıtlar kümesini tanımlar. Başka bir deyişle, bir  $G$  grafi  $G = (V, E)$  ikilisinden oluşur.  $G$  grafında  $u$  ve  $v$  tepeleri arasında bir  $e$  ayrıtı varsa bu  $e$  ayrıtı  $e = (u, v)$  şeklinde gösterilir (Aldous vd., 2003). Bu kısımda graflar ilgili temel tanımlar verilmiştir.

Tanım: Her  $e_i = (v_i, v_j)$  bir  $G$  grafının  $(1 \leq i, j \leq n)$  ayrıtı olmak üzere, tepelerin ve ayrıtların bir sıralı dizisi olan,  $v_0, e_1, v_1, e_2, \dots, v_{n-1}, e_n, v_n$  gibi bir diziye yürüyüş denir.  $v_0 - v_n$  tepelerini birleştiren bir yürüyüş, bir  $v_0 v_n$  yürüyüşü olarak adlandırılır. Bir yürüyüşteki ayrıtların sayısı o yürüyüşün uzunluğunu verir (Buckley ve Harary, 1990).

Tanım: Tüm ayrıtları birbirinden farklı olan yürüyüşe zincir denir. Bir zincirde bir tepeden birden fazla geçilebilir (Buckley vd., 1990).

Tanım: Tüm ayrıtları ve tüm tepeleri farklı olan yürüyüş bir yoldur.  $n$  tepeli bir yolda ayrıtı sayısı  $n - 1$  dir (Buckley vd., 1990).

Tanım: Bir  $G = (V, E)$  grafında tüm tepe çiftleri arasında en az bir iletişim varsa  $G$  grafına birleştirilmiş graf denir (Christofides, 1986).

Tanım:  $G = (V, E)$  grafında, aralarında ayrıt olan tepelere bitişik tepeler denir. Herhangi bir tepe ile arasında ayrıt bulunmayan tepeye izole tepe denir. Sadece izole tepelerden oluşan grafa null graf denir (Christofides, 1986).

Tanım: Bir grafta aynı tepe çifti arasında iki veya daha çok ayrıt varsa bu ayrıtlara katlı ayrıt, bir tepeyi kendisiyle birleştiren ayrıta da bukle denir. Katlı ayrıt ya da bukle içermeyen graflara da basit graf denir (Aldous vd., 2003).

Tanım: Bir  $G = (V, E)$  grafında,  $V' \subset V$  ve  $E' \subset E$  olmak üzere  $G' = (V', E')$  ile tanımlı grafa  $G$  nin bir alt grafi denir (Christofides, 1986).

Tanım:  $G = (V, E)$  grafında,  $V' = V$  ve  $E' \subset E$  olmak üzere tanımlanan  $G' = (V', E')$  alt grafi  $G$  grafının bir dallanmış alt grafi olarak adlandırılır (Christofides, 1986).

Tanım: Bir  $G = (V, E)$  grafında herhangi bir  $v \in V$  tepesinin derecesi, o tepenin bitişik olduğu tepelerin sayısıdır ve  $deg(v)$  ile gösterilir (Christofides, 1986).

Tanım: Bir  $G = (V, E)$  grafının bazı tepelerinin veya ayrıtlarının çıkarılmasıyla elde edilen graf en az iki parçadan oluşuyorsa bu parçaların her birine grafın bir bileşeni adı verilir (West, 2001).

Tanım: Tepe sayısı  $n$  olan bir  $G$  grafının ayrıtlar kümesi tüm tepe ikililerini içeriyorsa bu graf tam graf olarak adlandırılır ve  $K_n$  ile gösterilir. Tam grafın ayrıt sayısı  $\frac{n(n-1)}{2}$  dir (West, 2001).

Tanım: Bir  $G$  grafının en büyük alt tam grafını, grafın klik'i (clique) olarak adlandırılır (West, 2001).

Tanım: Tüm tepeleri birbirinden farklı ve tepe sayısı  $n \geq 3$  olan kapalı bir yol bir çevre olarak adlandırılır (Buckley vd., 1990).

Tanım: Eğer bir  $G$  grafi birleştirilmiş ve hiçbir çevreye sahip değilse bu graf çevre içermeyen (acyclic) bir graftır. Birleştirilmiş ve çevre içermeyen graflara ağaç denir (Buckley vd., 1990).

Tanım:  $n$  tepeye sahip bir  $G = (V, E)$  grafının tepeleri  $v_1, v_2, \dots, v_n$  olarak etiketlensin.  $G$  grafının bitişiklik (adjacency) matrisi  $A = A(G) = [a_{ij}]$  olacak şekilde  $n \times n$  türünde bir binary (terimleri 0 veya 1 olan) matristir.  $A$  matrisinin satır ve sütunları grafın tepelerine karşılık gelir ve

$$a_{ij} = \begin{cases} 1, & \text{eğer } v_i \text{ ve } v_j \text{ tepeleri bitişik ise} \\ 0, & \text{aksi halde} \end{cases} \quad (4.1)$$

olarak tanımlanır (Chartrand v.d., 1986).

Tanım: Bir  $v$  tepesinin açık komşuluğu,  $v$  tepesine bitişik olan tepelerin oluşturduğu kümedir ve  $N(v)$  ile gösterilir (Buckley v.d., 1990).

Tanım:  $n$  tepeye sahip bir  $G = (V, E)$  grafının tepeleri  $\{v_1, v_2, \dots, v_n\}$  olarak etiketlensin.  $G$  grafının Laplasyen matrisi  $L_G = [l_{ij}]$   $n \times n$  türünde girdileri

$$l_{ij} = \begin{cases} -1 & \text{eğer } (v_i, v_j) \in E \\ \text{deg}(v_i) & \text{eğer } i = j \\ 0 & \text{aksi halde} \end{cases} \quad (4.2)$$

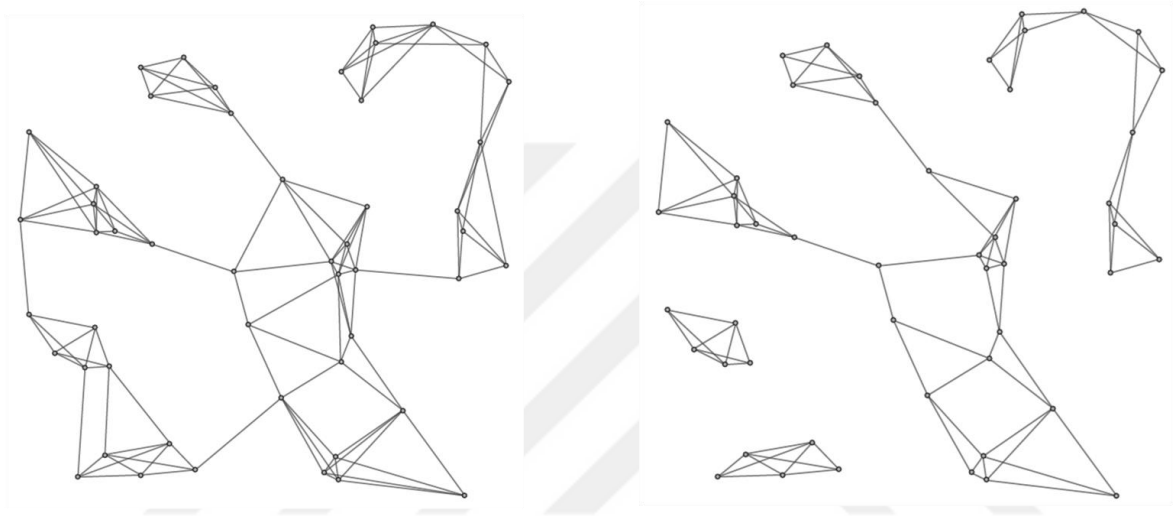
olan matris şeklinde tanımlanır (Cvetković, Rowlinson ve Simic, 1997).

Tanım:  $G$  grafının bitişiklik matrisi  $A(G)$ ,  $I$  matrisi  $n \times n$  tipinde birim matris ve  $\lambda$  bir sabit olsun.  $|A(G) - \lambda I|$  determinantına  $G$  grafının karakteristik polinomiali denir (Cvetković v.d., 1997).

Tanım: Bir  $G$  grafının karakteristik polinomialinin kökleri, yani  $|A_G - \lambda I| = 0$  denkleminin çözümü olan  $\lambda_i$  değerlerine  $G$ 'nin özdeğerleri denir. Özdeğerlerin kümesi ise spektrum olarak adlandırılır (Cvetković v.d., 1997).

Teorem: Bir  $G$  grafının Laplasyen matrisi  $L_G$  olsun.  $L_G$ 'nin 0 özdeğerinin  $k$  katlılığı  $G$ 'nin  $k$  tane birleştirilmemiş alt grafi olduğunu verir (Cvetković v.d., 1997).

Teorem'de verilen bir  $G = (V, E)$  grafının Laplasyen matrisinin spektrumu sayesinde grafın topolojik yapısı hakkında bilgi elde etmemiz için etkilidir. Şekil 4.2'de tepe kümeleri aynı, ayrıt sayıları farklı olan iki graf alınmıştır.



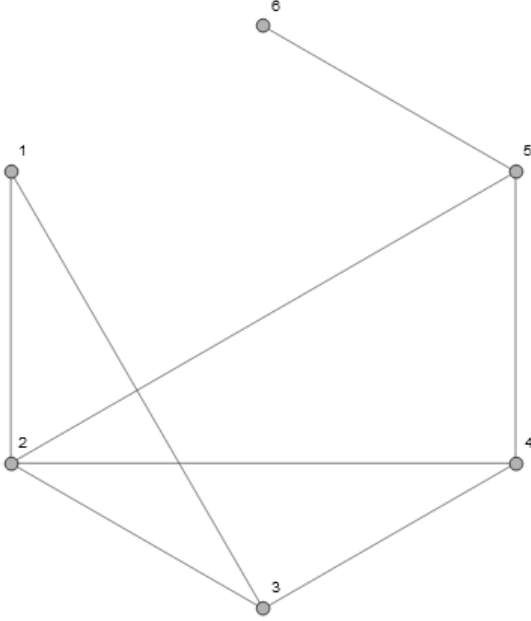
Şekil 4.2. Tepe kümeleri aynı, ayrıt kümeleri farklı iki graf

Soldaki grafın Laplasyen matrisinin spektrumunda bir tane 0 değeri bulunmaktadır. Başka bir deyişle, eğer  $L_G$  sadece bir tane özdeğer varsa, o zaman  $G$ 'nin izole düğümleri içermediği sonucuna varılabilir (Van Dam ve Haemers, 2003). Sağdaki grafın Laplasyen matrisinin spektrumunda ise dört tane 0 değeri vardır. Soldaki graf birleştirilmiş bir graf iken sağdaki graf dört bileşene sahiptir.

Tanım: Birleştirilmiş bir  $G = (V, E)$  grafında herhangi  $u, v$  tepeleri arasındaki uzaklık,  $u$  ile  $v$  tepelerini birbirine bağlayan en kısa yolun uzunluğudur ve  $d(u, v)$  ile gösterilir (Buckley vd., 1990).

Tanım: Bir grafın uzaklık matrisi, grafın  $v_i$  tepesinden  $v_j$  tepesine olan tüm uzaklıkları içeren  $D(G) = [d_{ij}]$  şeklinde bir kare matristir (Chartrand vd., 1986).

Bir  $G = (V, E)$  birleştirilmiş grafının uzaklık matrisinin örneklendirilmesi için Şekil 4.3'te verilen 6 tepeli grafi ele alalım.



Şekil 4.3. 6 tepeli birleştirilmiş graf

Bu grafın  $\mathcal{D}$  uzaklık matrisi

$$\mathcal{D} = \begin{pmatrix} 0 & 1 & 1 & 2 & 2 & 3 \\ 1 & 0 & 1 & 1 & 1 & 2 \\ 1 & 1 & 0 & 1 & 2 & 3 \\ 2 & 1 & 1 & 0 & 1 & 2 \\ 2 & 1 & 2 & 1 & 0 & 1 \\ 3 & 2 & 3 & 2 & 1 & 0 \end{pmatrix} \quad (4.3)$$

şeklindedir.

## 4.2. Ağırlıklı Graflar

Birçok gerçek dünya uygulamalarında  $G = (V, E)$  grafının her bir ayrıntına ağırlık denilen negatif olmayan bir değer atanmaktadır. Bu tip bir ağırlıklı graf,  $w: E \rightarrow \mathbb{R}^+$  olmak üzere  $G = (V, E, w)$  üçlüsüyle gösterilir.

$G = (V, E, w)$  ağırlıklı grafında  $w$  ayrınt ağırlığının belirlenmesinde temsilcilerin gösterimi olan tepeler arasındaki metrik uzaklık yaygın olarak kullanılmıştır (Aliakbary v.d., 2015;

Franz v.d., 1998; Lecci v.d., 2014; Linial v.d., 1995). Matematiksel ve bilimsel açıdan uzaklık metriği iki nesnenin birbirlerinden ne kadar ayrı olduklarının nicel kavramıdır. Bir uzaklık metriği tanımlayabilmemiz için ilk olarak noktalar uzayı belirlememiz ve bu uzayda aldığımız  $X$  ve  $Y$  gibi iki nokta için bir  $d(X, Y)$  kuralı tanımlamalıyız. Matematiksel olarak, bir  $d$  uzaklık fonksiyonu,  $n$ -boyutlu uzaydaki herhangi iki  $X$  ve  $Y$  noktası için aşağıdaki özellikleri sağlayan bir fonksiyondur:

- i.  $d(X, Y)$  pozitif tanımlıdır. Yani  $d(X, Y) \begin{cases} > 0, & X \neq Y \\ = 0, & X = Y \end{cases}$ .
- ii.  $d(X, Y)$  simetriktir. Yani  $d(X, Y) = d(Y, X)$ .
- iii. Uzayda alınan bir diğer  $Z$  noktası için üçgen eşitsizliği sağlanır. Yani  $d(X, Y) \leq d(X, Z) + d(Z, Y)$ .

Euclidyen uzaklık kavramı binlerce yıldır birçok bölgede ve kültürde kullanılmaktadır, fakat bütün tipteki verilerin veya şablonların karşılaştırılması için yeterli değildir. 20. yüzyılda antropoloji, biyoloji, kimya, bilgisayar bilimleri, çevrebilim, enformasyon teorisi, jeoloji, matematik, istatistik, psikoloji gibi farklı uygulama alanlarına sahip olan birçok yeni tip uzaklık kavramı tanımlanmıştır (Deo, 2017).

$n$  boyutlu bir  $\mathbb{R}^n$  Euclid uzayında;  $x = (x_1, x_2, \dots, x_n)$  ve  $y = (y_1, y_2, \dots, y_n)$  iki nokta olmak üzere  $d(x, y)$  uzaklık fonksiyonu;

$$d(x, y) = \sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - y_i)^2} \quad (4.4)$$

şeklinde tanımlanır.  $\mathbb{R}^n$  üzerinde  $d(x, y)$  uzaklık fonksiyonu ile tanımlı metrik uzaya  $n$  boyutlu Euclid Uzayı denir. 2-boyutlu bir Euclid uzayına Euclid düzlemi adı verilir.

Tepe çiftleri arasındaki uzaklık belirlendiğinde, bir graf Euclid uzayında çizilebilir. Bu graf  $D$ -uzaklıklı graf olarak tanımlanır. Euclid uzayının boş olmayan bir  $V$  alt kümesi grafın tepeler kümesini,  $E = \{(x, y): d(x, y) \leq D\}$  ise ayrıtlar kümesini tanımlar. Burada  $d(x, y)$  fonksiyonu grafta  $x$  ile  $y$  tepe çiftleri arasındaki Euclid uzaklığı ve  $D$  de pozitif sayılar kümesinin bir elemanıdır.  $G$  ile isimlendirilmiş graf yönlendirilmemiş ve birleştirilmiş bir graftır (Maehara, 1992).



Tanım:  $G = (V, E, D)$  üçlüsü aşağıdaki gibi tanımlanır (Maehara, 1992):

- $V$  tepeler kümesi,  $h, k \in \mathbb{R}$ ,  $1 \leq i \leq n$ ,  $1 \leq j \leq m$ ,  $x_i = x_{i-1} + ih$  ve  $y_j = y_{j-1} + jk$  olmak üzere

$$V = \{(x, y): x_0 \leq x \leq x_n \text{ ve } y_0 \leq y \leq y_n\} \subset \mathbb{R}^2.$$

- $d$  Ağırlık fonksiyonu  $d_E: V \times V \rightarrow \mathbb{R}^+$

$$d_E(x, y) = \sqrt{(x_i - x_j)^2 + (y_i - y_j)^2} \quad (4.5)$$

- $E$  ayrıtlar kümesi

$$E = \{(x, y): d_E(x, y) \leq D, D \in \mathbb{R}^+, x, y \in V\}.$$

Tanım: Euclid uzayının verilen bir alt bölgesinde bir  $G$  grafi oluşturulurken,  $G$  grafının sınırı,  $D_{\max}$  aşağıdaki gibi tanımlanır:

$$D_{\max} = \sqrt{(x_n - x_0)^2 + (y_n - y_0)^2}. \quad (4.6)$$

Euclidyen olmayan uzaylar için sıklıkla kullanılan uzaklıklar şu şekilde tanımlanabilir:

#### 4.2.1. Canberra uzaklığı

G. N. Lance ve W. T. Williams tarafından tanımlanan Canberra uzaklığı, bir vektör uzayındaki herhangi iki nokta arasındaki mesafenin nümerik ölçüsüdür (Lance ve Williams, 1967). Sıralanmış listelerin karşılaştırılması için bir metrik belirten bu uzaklık şu şekilde tanımlanır.

$$d(X, Y) = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \frac{|x_i - y_i|}{x_i + y_i} \quad (4.7)$$

#### 4.2.2. Bray-Curtis benzeşmezliği

J. R. Bray ve J. T. Curtis tarafından ortaya atılan Bray-Curtis benzeşmezliği, farklı iki vektör arasındaki düzensel benzeşmezliğin miktarını belirlemek için istatistiksel olarak kullanılmaktadır ve

$$d(X, Y) = \frac{\sum |x_i - y_i|}{\sum (x_i + y_i)} \quad (4.8)$$

ile tanımlıdır (Bray ve Curtis, 1957). Bray-Curtis benzeşmezliği 0 ve 1 arasında değer alır; 0 iki vektörün aynı düzene sahip olduğunu belirtirken, benzeşmezliğin 1 olması durumunda iki vektör arasında hiçbir düzen olmadığı söylenebilir. Bray-Curtis benzeşmezliği metrik fonksiyonu için üçgen eşitsizliğini sağlamadığından genel olarak uzaklık değil benzeşmezlik olarak anılmaktadır.

#### 4.2.3. Pearson korelasyon katsayı uzaklığı (PCCD)

İstatistikte, Pearson çarpım-moment korelasyon katsayısı  $X$  ve  $Y$  şeklindeki iki değişkenin doğrusal ilgileşimi için bir ölçüdür (Ahlgren, Jarneving ve Rousseau, 2003).  $\bar{x}$  ve  $\bar{y}$  ler örneklem ortalamaları,  $\sigma_x$  ve  $\sigma_y$  standart sapma olmak üzere

$$r = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \left( \frac{x_i - \bar{x}}{\sigma_x} \right) \left( \frac{y_i - \bar{y}}{\sigma_y} \right) \quad (4.9)$$

$$d(X, Y) = \sqrt{2(1 - r)} \quad (4.10)$$

olarak tanımlanır. Bilimin birçok dalında sıklıkla kullanılan PCCD, iki değişken arasındaki doğrusal bağımlılığın kuvvetini ölçer.  $X$  ve  $Y$  değerlerinin regresyon çizimine bir doğrunun ne kadar iyi oturtulacağını ölçer. Pearson ilgileşim katsayısı oturtulan doğrunun eğimine göre 1 veya -1 değerini alır. 0 olduğunda ise  $X$  ve  $Y$  arasında herhangi bir ilişki yoktur denilebilir. Pearson ilgileşim katsayısı  $[-1, 1]$  aralığında bir değer alırken; PCCD,  $[0, 2]$  aralığında değer alır.

#### 4.2.4. Pearson doğrusal benzeşmezlik uzaklığı

PCCD'nin benzeşmezlik versiyonu olan iki vektör arasındaki bu uzaklık;  $\langle, \rangle$  standart Euclidyen iç çarpım olmak üzere

$$d(X, Y) = \frac{1 - \frac{\langle (x_i - \bar{x}), (y_i - \bar{y}) \rangle}{\sigma_x \sigma_y}}{2} \quad (4.11)$$

olarak tanımlanmaktadır. Uzaklığın 0 olması mükemmel benzerliği, 1 olması ise maksimum benzeşmezliği ifade etmektedir.

### 4.3. Minimum Geren Ağaç

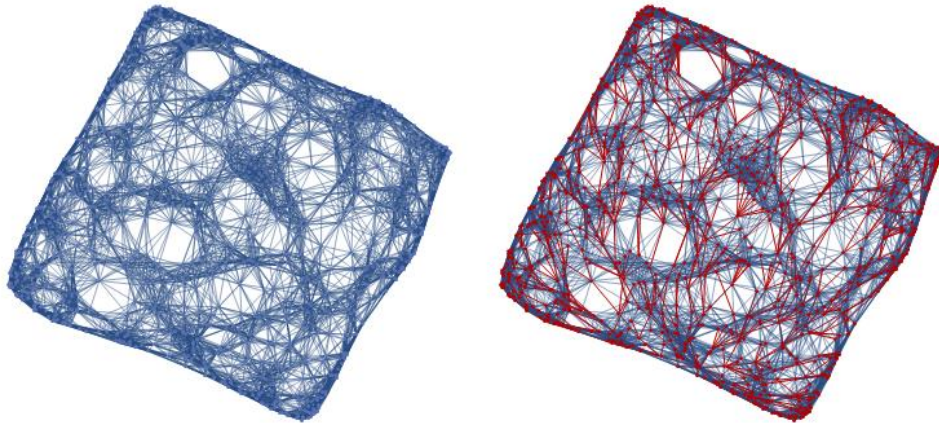
Karmaşık bir ağın topolojik bilgilerini çıkarmak için en uygun alt graflardan biri minimum geren ağaçtır (MST). Birleştirilmiş bir grafin geren ağacı, bütün tepelerini birleştiren ağaçtır. Grafin ayrıtlarında ağırlık veya uzunluk gibi reel bir değer var ise, grafin geren ağaçları içerisinde minimum ağırlığa sahip olanına “minimum geren ağaç” denir. Bu ağacın bulunmasında en çok kullanılan algoritmalar  $O(m \log n)$  kompleksiteli Kruskal algoritması (Kruskal, 1956),  $O(m + n \log n)$  kompleksiteli Prim algoritması (Prim, 1957),  $O(m \log n)$  kompleksiteli Boruvka algoritması (Borůvka, 1926) ve bu üç algoritmanın hibridleştirilmesi sonucu ortaya çıkan  $O(m \log \log n)$  kompleksiteli algoritmalar sayılabilir (Knowles ve Corne, 2000; Pettie ve Ramachandran, 2002).

MST, bir  $G$  grafinin tüm  $n$  tepesini  $(n - 1)$  ayrıtla toplam kenar ağırlığının en az olduğu şekilde birleştiren bir alt graftır. Bir karmaşık ağın uzaklık matrisi için, MST bilgi alanını  $\frac{n(n-1)}{2}$  tane korelasyondan  $n - 1$  ağaç tepesine indirger. Karmaşık bir ağın MST'si tek olmayabilir. Bununla birlikte, tüm ayrıtların ağırlıkları karşılıklı olarak farklı ise MST tektir (Mares, 2008). MST'nin tekliliği aynı tepe kümesine sahip benzersiz ağırlıklı ve birleştirilmiş grafların MST'lerinin karşılaştırılmasına olanak sunar. Bu teklilik ayrıca grafin oluşturulması için keyfi bir eşik değerine tekrardan ihtiyaç duyulmamasını sağladığı için önemlidir.

MST alt grafi olduğu grafa göre daha basit bir yapıya sahiptir, bu nedenle analiz daha da basitleşir. Bununla birlikte, bu yapı nedeniyle ağaç da döngülere bağlı bazı özellikleri yansıtamaz. (Stam v.d., 2014) çalışmasında sunulduğu gibi, bu varsayıldığı üzere bir dezavantaj değildir. Örneğin, bazı koşullar altında, ağlardaki bilgilerin akışı MST üzerinde gerçekleşir. Ayrıca, ağırlıklı ağdaki bilgi genel olarak bağlantı ağırlıklarının değişkenliği yüksek olan güçlü bozukluk sınırındaki MST ile sınırlıdır (Wang, Hernandez ve Van Mieghem, 2008).

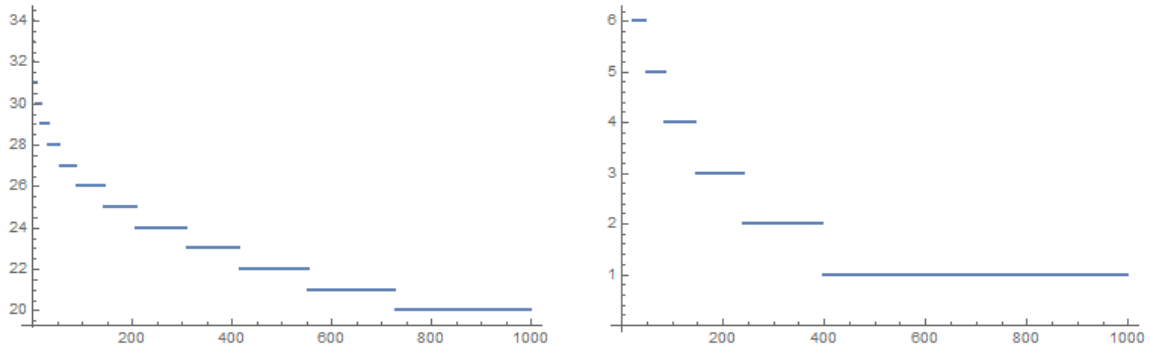
Herhangi bir ağırlıklı veya uzunluklu olmayan ayrıtlara sahip graflarda ise her bir geren ağaç minimum geren ağaçtır (Sack ve Urrutia, 1999). Ağırlıksız bir grafın geren ağacı doğrusal zamanda derinlik-öncelikli arama veya genişlik-öncelikli arama yöntemleri ile bulunabilir. Bu iki yöntem de verilen grafın keyfi bir  $v$  tepesinden başlayıp, keşfettikleri komşu tepeler boyunca döngüye girer ve keşfedilmeyen tepeleri daha sonra bulmak için veri yapısına ekleyerek çalışır. Derinlik-öncelikli aramada kullanılan veri yapısı kümelemedir (stack) ve genişlik-öncelikli arama yönteminde veri yapısı sıradır (queue). Her iki durumda da yöntemin başladığı  $v$  kök tepesinden farklı olan keşfedilmiş her bir tepe birleştirilerek geren ağaç elde edilir (Kozen, 1992).

Şekil 4.4'te 1.000 tepeye ve 11.282 ayrıta sahip yoğun ilişki içeren bir  $G$  grafı (solda) ve tüm tepeleri içeren MST (Sağda) ayrıtları kırmızı renk ile çizilerek verilmiştir. MST 992 ayrıtı içerir ve en büyük tepe derecesi 6'dır.



Şekil 4.4. Minimum geren ağaç örneği

Örnekte verilen graf (solda) ve ilgili MST'nin (sağda) tepe derece dağılımları Şekil 4.5'te verilmiştir.



Şekil 4.5. G Grafi ve MST'nin tepe derece dağılımları

Tez çalışmamızda oluşturmak istediğimiz graflar için, finans ağları gibi kompleks yapıları graflar ile modellemeyi ele alan Mantegna (1999) çalışmasındaki yöntemden esinlenilmiştir.  $n$  tane döviz kuru arasındaki etkileşime yani korelasyona bağlı olarak graf ayrıtlarını belirleyen bu yöntem,  $t$  inci gündeki  $P_i^t$  döviz takas değerinin  $r_i^t = \log P_i^t - \log P_i^{t-1}$  logaritmik geri dönüşüne göre

$$\rho_{ij} = \frac{\langle r_i r_j \rangle - \langle r_i \rangle \langle r_j \rangle}{\sqrt{(\langle r_i^2 \rangle - \langle r_i \rangle^2)(\langle r_j^2 \rangle - \langle r_j \rangle^2)}} \quad (4.12)$$

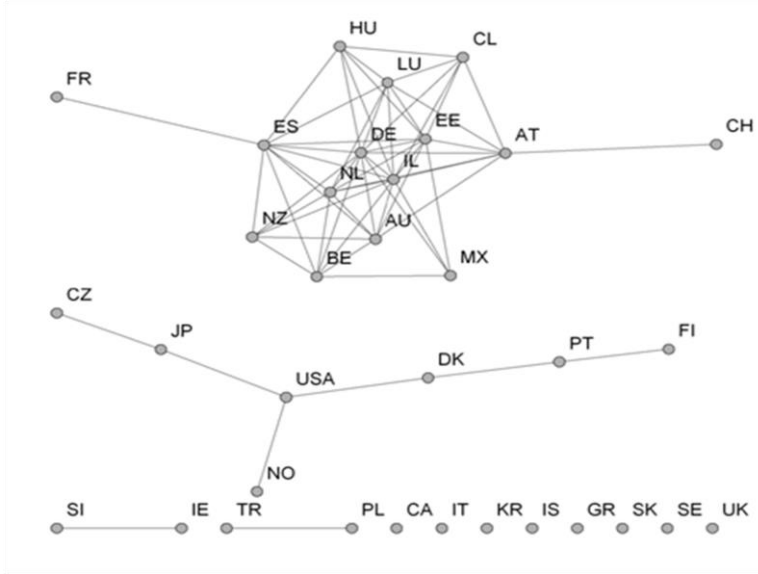
Pearson korelasyonunu kullanır.  $\rho_{ij}$  katsayıları kare varyans-kovaryans matrisi oluşturmaktadır.  $d_{ij} = \sqrt{2(1 - \rho_{ij})}$  dönüşümü ile de istenen simetrik ve 0 köşegene sahip uzaklık matrisi bulunabilmektedir. Böylelikle ilgili uzaklık matrisine göre oluşturulan “minimum geren ağaç” kavramları ile de döviz kurlarının ve daha genel olarak borsalarda işlem gören şirketlerin birbirleri arasındaki ilişkiler ortaya çıkartılabilmektedir (Brida ve Risso, 2010; Michielsens ve McAllister, 2004; Onnela vd., 2003; Sornette ve Johansen, 1998; Tiryaki ve Ahlatcioglu, 2009; Xiao ve Anderson, 1997).

Pearson Korelasyonuna dayalı hiyerarşik yöntemler sadece finansal verilerde değil, belirli zaman serileri şeklinde ifade edilen temsilcilerin karmaşık ilişkilerinin analizi için de etkili bir araçtır. Çizelge 4.1’de OECD ülkelerinin belirtilen yıllardaki iş gücü katılım yüzdeleri verilmiştir (OECD, 2015). İş gücü katılım oranları iş gücünün toplam çalışan nüfus yaşına bölünerek hesaplanmıştır. Gösterge yaş gruplarına bölünmüş ve her bir yaş grubunun yüzdesine göre hesaplanmıştır.

Aralarında güçlü ilişkiler olan ülkelerin grafi çizildiğinde; Şekil 4.6'daki parçalı graf elde edilir. Güçlü ilişki olarak  $\rho_{ij} > 0,8$  seçilmiştir.

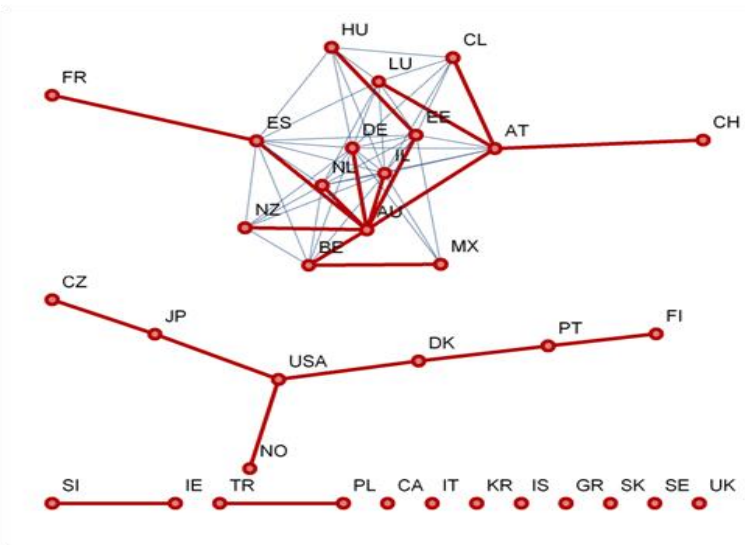
Çizelge 4.1. OECD ülkelerinin yıllar itibariyle iş gücü katılım yüzdeleri (OECD, 2015)

OECD Ülkeleri	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Avustralya AU	63,1	63,3	63,4	63,6	63,5	64,4	64,8	65,2	65,5	65,4	65,4	65,4	65,1	64,9
Avusturya AT	58,5	58,5	59,1	59,5	57,9	58,6	59,1	59,9	60,2	60,4	60,4	60,5	60,8	60,9
Belçika BE	52,2	51,3	51,7	51,8	52,6	53,3	53,1	53,6	53,7	53,5	54,1	53,2	53,3	53,6
Kanada CA	65,8	65,9	66,9	67,6	67,5	67,1	67	67,4	67,6	67,1	66,9	66,7	66,5	66,5
Şili CL	53,7	52,9	52,5	52,9	53,2	53,5	54,5	54,9	56	55,9	58,5	59,8	59,7	59,6
Çek Cum. CZ	60,4	60	59,9	59,4	59,2	59,4	59,3	58,8	58,5	58,7	58,4	58,3	58,6	59,3
Danimarka DK	65,5	65,9	65,5	65,5	66	65,7	65,9	65,7	66	65,3	64,4	63,9	63,2	62,4
Estonya EE	64	63,4	62,4	63,3	63,3	63,4	65,9	66	66,9	66,6	66,5	67,7	68	68,3
Finlandiya FI	66,9	67,2	67,1	66,8	66,5	66,8	67,4	67,7	68,1	66,6	66,6	66,6	66,5	65,5
Fransa FR	55,7	55,5	55,7	56,5	56,5	56,4	56,3	56,4	56,5	56,7	56,7	56,5	56,7	56,5
Almanya DE	57,6	57,5	57,2	56,9	57,1	58,5	59	59,2	59,3	59,5	59,5	60,1	60,1	60,3
Yunanistan GR	52,2	51,5	51,8	52,3	52,9	52,9	53,1	52,9	53	53,5	53,5	52,7	52,3	52
Hırvatistan HU	53	52,8	52,9	53,8	53,8	54,5	55	54,7	54,3	54,3	54,8	55,2	56,3	57
İzlanda IS	81,8	82	81,1	82,1	80,7	81,9	83,3	83,3	82,6	81	81	80,4	80,5	81,4
İrlanda IE	59,6	59,8	59,8	59,9	60,5	62,1	63,2	64,2	63,7	62,5	61,1	60,5	60,1	60,5
İsrail IL	61,7	61,8	61,1	61,4	61,9	62,2	62,6	63	63	63,2	63,4	63,1	63,6	63,7
İtalya IT	48,5	48,7	49	49,2	49,5	49,1	49,1	48,8	49,7	49	48,7	48,7	49,6	49,3
Japonya JP	62,4	62	61,2	60,8	60,4	60,4	60,4	60,4	60,2	59,9	60,4	59,3	59,1	59,3
Kore KR	61,2	61,4	62	61,5	62,1	62	61,9	61,8	61,5	60,9	61	61,1	61,3	61,5
Lüksemburg LU	53,4	53,8	54,8	54,2	55	55,6	55	55,9	56	58,2	57,7	57,6	58,8	59,4
Meksika MX	59,2	58,3	58,4	57,9	59,3	58,9	59,8	60	60,4	59,4	60,3	59,6	60,9	60,5
Hollanda NL	63,1	63,1	63,8	63,2	63,3	63,6	63,7	64,8	65,5	65,6	65,1	64,8	65,2	65,2
Yeni Zelanda NZ	65,2	65,8	66,5	66,3	66,9	67,7	68,2	68,4	68,4	68,2	68	68,3	68	68,2
Norveç NO	73,5	73,5	73,5	72,8	72,6	72,5	72	72,8	73,9	72,8	71,9	71,4	71,5	71,2
Polonya PL	56,6	56,3	55,4	54,8	54,7	54,9	54	53,7	54,2	54,9	55,3	55,6	55,9	55,9
Portekiz PT	61	61,5	61,9	61,9	61,6	61,9	62,1	62,2	62	61,4	61,2	60,5	60,2	59,3
Slovakya SK	60,1	60,6	60,1	60,3	60,1	59,4	59,1	58,8	59,3	58,9	59,9	58,8	59,2	59,3
Slovenya SI	57,7	58	57,4	56,5	59	59,3	59,3	59,7	59,5	59,4	59,2	57,9	57,5	57,3
İspanya ES	53,8	53	54,6	55,8	56,7	57,8	58,6	59,3	60,1	60,2	60,3	60,3	60,4	60
İsveç SE	70,9	71,3	71,3	71,1	70,8	72	72,1	71,2	71,2	70,6	70,5	70,9	71,1	71,5
İsviçre CH	67,4	67,8	67,7	67,9	67,3	67	67,4	67,6	68,2	68,2	67,8	68	68,2	68,3
Türkiye TR	50	49,8	49,6	48,3	46,3	46,4	46,3	46,2	46,9	47,9	48,8	49,9	50	50,8
Birleşik Krallık UK	62,7	62,3	62,7	61,3	62,8	62,9	63,4	63,2	63,4	63,2	62,9	63	63,1	63,1
ABD USA	67,1	66,8	66,6	66,2	66	66	66,2	66	66	65,4	64,7	64,1	63,7	63,3



Şekil 4.6. İş gücü katılımı açısından aralarında güçlü ilişkiler olan OECD ülkeleri grafi

Elde edilen graf görsel olarak incelendiğinde; Çek Cumhuriyeti, Japonya, Amerika Birleşik Devletleri, Danimarka, Portekiz, Finlandiya ve Norveç'in iş gücü katılımında benzer özelliklere sahip olduğu ve Amerika Birleşik Devletleri'nin bu benzerlikte merkezi rol oynadığı gözlemlenebilir. Slovenya ve İrlanda ile Türkiye ve Polonya sadece birbirleri ile ilişkili iken, Kanada, İtalya, Kore, İzlanda, Yunanistan, Slovakya, İsveç ve Birleşik Krallık hiçbir benzerliğe sahip değildir. Oluşan grafın birleşenlerinden tepe ve ayrıt sayısı çok olan graf üzerinden doğrudan yorum yapmak güç olacaktır. Bu sebeple Şekil 4.7'de grafın minimum geren ağaç yapısına bakılarak daha doğru yorumlar yapılabilir.



Şekil 4.7. İş gücü ilişkileri grafının minimum geren ağacı

Böylelikle, iş gücü katılımında benzer özelliklere sahip ülkelerden Fransa, İspanya, Macaristan, Yeni Zelanda, Lüksemburg, Almanya, Hollanda, Belçika, Avustralya, İsrail, Estonya, Şili, Avusturya, İsviçre ve Meksika için merkezi rolü minimum geren ağaç alt grafında tepe derecesi en büyük olan Avustralya ve sonrasında Avusturya'nın oynadığı sonucuna varabiliriz.

Tepe sayısı az olan bir graf için alt grafları görsel olarak belirlemek oldukça kolaydır. Fakat tepe nokta sayısı arttığında oluşacak grafın alt graflarını belirlemek için algoritmik bir yol izlememiz gerekmektedir.

Bir  $G = (V, E)$  grafi için girdileri

$$r(i, j) = \begin{cases} 1, & v_i \text{ tepesine } v_j \text{ den bir yol vardır} \\ 0, & \text{aksi halde} \end{cases} \quad (4.13)$$

olan  $R_G$  ulaşılabilirlik matrisi tanımlanabilir. Benzer şekilde  $Q_G = R_G^T$  ulaşılabilirlik matrisi tanımlamak mümkündür. Bir  $G$  grafının birleşenlerini belirlemek için bu iki matris önemli rol oynamaktadır. Bir grafın güçlü birleşeni o grafın maksimal güçlü birleştirilmiş alt grafi olarak tanımlanabilir. Bir güçlü birleştirilmiş graf için, herhangi bir tepeden herhangi bir tepeye yol vardır. Eğer bir  $v_i$  tepesi iki veya daha fazla güçlü birleşende bulunuyorsa, bir güçlü birleşendeki herhangi bir tepeden bir başka güçlü birleşendeki herhangi bir tepeye her zaman yol bulunabilecektir. O halde, güçlü birleşenlerin birleşimi güçlü bağlantılıdır. Bir grafın güçlü birleşenlerini bulmak için  $R_G$  ve  $Q_G$  matrislerinin direk çarpımını kullanabiliriz.  $\otimes$  iki matrisin eleman-eleman çarpım işlemi olsun. O halde  $R_G \otimes Q_G$  matrisinin  $v_i$  satırında 1'e karşılık gelen  $v_j$  sütunlarına  $v_i$  tepesinden ulaşmak mümkündür. Benzer ifade  $v_j$  için de geçerlidir. O halde, iki tepe aynı güçlü birleşene aittir ancak ve ancak ilgili satırları özdeştir, diyebiliriz. Aynı ifadeyi sütunlar için de söylemek mümkündür. O halde  $R_G \otimes Q_G$  grafını blok köşegen hale getirdiğimizde, her bir blok  $G$  grafının birleşenlerini verecektir.

Tez çalışmamızda, vektörel verilerin birbirleri ile korelasyonlarına göre oluşturulan graflar kullanılmıştır. Bu grafların ayrıtları, önceden belirlenecek bir eşik değerine göre tayin edilmiştir. Grafi, bitişiklik matrisine göre ele alacağımızdan, bitişiklik matrisinin



oluşturulması uygun bir algoritma kullanılmıştır. 2013-2014 yıllarında Türkiye’de gerçekleşmiş ve SGK’ya bildirilmiş olan her bir işyeri kazasını grafin tepe kümesi olarak alıp, her bir parametreyi tepenin bir koordinatı olacak şekilde nümerik olarak belirledikten sonra belirli eşik değerlerine göre her bir olay arasındaki korelasyona göre graf yapısı oluşturulmuştur. Oluşan grafin ve alt graflarının minimum geren ağaçları ile birlikte de olaylar arasındaki ilişki analiz edilmiştir (Tuna ve Kurt, 2017, baskıda).

#### 4.4. Temel İstatistik Bilgileri

Tez çalışmamızda her bir iş kazasının temsilcisi ayrık rasgele vektörler olarak ele alınmıştır. Bu vektörlerin tanımlanmasında ve aralarındaki ilişkilerin hesaplanmasında kullanılan istatistiksel kavramlar tez çalışmamızın bu bölümünde verilmiştir.

Tanım: Bir deneyin bütün olası çıktılarını içeren örneklem uzayı  $\Omega$ , bütün olayların kümesini içeren  $\sigma$ -cebiri  $\mathcal{F}$  ve  $\mathcal{F}$  kümesindeki olaylara olasılık değeri atayan  $P$  olasılık ölçüsüyle tanımlı  $(\Omega, \mathcal{F}, P)$  üçlüsüne bir olasılık uzayı denir (Bain ve Engelhardt, 1987).

Tanım:  $(\Omega, \mathcal{F}, P)$  bir olasılık uzayı olsun.  $A, B \in \mathcal{F}$  için  $P(A \cap B) = P(A)P(B)$  ise  $A$  ve  $B$  olaylarına bağımsızdır denir.  $S_1, \dots, S_n \in \mathcal{F}$  küme koleksiyonu için  $P(\cap_i S_i) = \prod_i P(S_i)$  ise küme koleksiyonuna bağımsızdır denir (Bain vd., 1987).

Rasgele değişkenler, olasılıkçı modellemede temel bir araçtır. Bu niceliklere ilişkin mantık, olasılıksal olarak, sahip olduğumuz bilgileri ilkeli bir şekilde yapılandırılmayı sağlar. Formel olarak, rasgele değişkenler bir olasılık uzayında çıktıların fonksiyonu olarak tanımlanır.

Tanım:  $(\Omega, \mathcal{F}, P)$  olasılık uzayında bir rasgele değişken, örneklem uzayından reel sayılara tanımlı  $X : \Omega \rightarrow \mathbb{R}$  fonksiyonudur. Deneyin sonucu  $\omega \in \Omega$  çıktığında, karşılık gelen  $X(\omega)$  rasgele değişkenin gerçekleşmesi olarak bilinir (Bain vd., 1987).

Rasgele değişkenin tanımlı olduğu olasılık uzayı  $(\Omega, \mathcal{F}, P)$  biliniyorsa bir  $S \subseteq \mathbb{R}$  kümesine ait  $X$  rasgele değişkenine ait olasılık  $P(X \in S) = P(\omega \mid X(\omega) \in S)$  ile hesaplanabilir. İki tip rasgele değişken vardır; birincisi tam sayılar gibi reel sayıların sonlu ve sayılabilir sonsuz

altkümesi kümelerde değer alan ayrık rasgele değişkenler, ikincisi ise reel sayılar kümesinin tamamında değer alan sürekli rasgele değişkenlerdir. Tez çalışmamızda ayrık rasgele değişkenler ele alınmıştır. Ayrık rasgele bir değişkeni belirtmek için, olası her bir değer için olasılığını belirlemek yeterlidir.

Tanım:  $(\Omega, \mathcal{F}, P)$  olasılık uzayı ve  $X: \Omega \rightarrow \mathbb{Z}$  bir ayrık rasgele değişken olsun.  $p_X(x) = P(\{\omega \mid X(\omega) = x\})$  fonksiyonuna  $X$  rasgele değişkeninin olasılık kütle fonksiyonu denir (Bain vd., 1987).

Genellikle rasgele bir değişkenin belirli bir olasılık kütle fonksiyonuna göre dağıtıldığı söylenmektedir. Eğer  $X$  ayrık rasgele değişkeninin tanım kümesi  $D$  ile gösterilirse,  $(D, 2^D, p_X)$  bir olasılık uzayıdır.  $X$  rasgele değişkeninin belirli bir  $S$  kümesindeki olasılığını hesaplamak için,  $S$  içinde bulunan tüm değerler üzerinde olasılık kütle fonksiyonunun toplamını alırız

$$P(X \in S) = \sum_{x \in S} p_X(x). \quad (4.14)$$

Bir olasılık modelinde, belirsiz bir nicelik  $Y$ , bilinen bir  $g$  dağılımı ile başka bir  $X$  niceliğinin bir fonksiyonu olarak uygun bir şekilde  $Y = g(X)$  eşitliği ile modellenabilir. Eğer  $X$  bir ayrık değişken ise, olasılık kütle fonksiyonunun tanımlanmasıyla,

$$\begin{aligned} p_Y(y) &= P(Y = y) \\ &= P(g(X) = y) \\ &= \sum_{\{x \mid g(x)=y\}} p_X(x). \end{aligned} \quad (4.15)$$

Aynı olasılık uzayı üzerinde birden fazla rasgele değişken tanımlanırsa, olası olasılık kütle fonksiyonu aracılığıyla olasılık davranışlarını belirtiriz.

Tanım:  $X, Y: \Omega \rightarrow S \subseteq \mathbb{R}$  aynı  $(\Omega, \mathcal{F}, P)$  olasılık uzayında tanımlı farklı iki rasgele değişken olsun.  $X$  ve  $Y$  değişkenlerinin ortak olasılık yoğunluk fonksiyonu

$$p_{X,Y}(x,y) = P(X = x, Y = y) \quad (4.16)$$

ile tanımlanır (Bain vd., 1987).

$R_X$  ve  $R_Y$  sırasıyla  $X$  ve  $Y$  rasgele değişkenlerinin görüntü kümesi olmak üzere  $p_{X,Y}$  ortak olasılık kütle fonksiyonu ( $R_X \times R_Y, 2^{R_X \times R_Y}, p_{X,Y}$ ) olasılık uzayı için bir olasılık ölçüsüdür. Toplam Olasılık Yasası uyarınca ortak olasılık yoğunluk fonksiyonu, herhangi bir  $S \subseteq R_X \times R_Y$  kümesine ait  $X$  ve  $Y$  olasılığını elde etmemizi sağlar:

$$P((X, Y) \in S) = \sum_{(x,y) \in S} p_{X,Y}(x,y). \quad (4.17)$$

Özellikle, çok değişkenli dağılımlar bağlamında marjinal olasılık kütle fonksiyonu olarak adlandırılan  $X$ 'in olasılık kütle fonksiyonu  $p_X$  değerini elde etmek için  $Y$ 'nin olası tüm değerlerini toplarız:

$$p_X(x) = \sum_{y \in R_Y} p_{X,Y}(x,y). \quad (4.18)$$

Marjinal bir dağılım elde etmek için çeşitli değişkenler üzerinde toplamak çoğu zaman bu değişkenler üzerinde marjinal hale getirme olarak adlandırılır.

Bir  $X$  rasgele değişkeni hakkındaki bilgi, başka bir  $Y$  rasgele değişkeni hakkındaki belirsizliğimizi azaltmadığında,  $X$  ve  $Y$ 'nin bağımsız olduğunu söyleriz. Bu durumda, ortak olasılık kütle fonksiyonu marjinal olasılık kütle fonksiyonlarını etkilemektedir.

Tanım:  $R_X$  ve  $R_Y$  sırasıyla  $X$  ve  $Y$  rasgele değişkenlerinin görüntü kümesi olmak üzere  $X$  ve  $Y$  rasgele değişkenleri bağımsızdır ancak ve ancak her  $x \in R_X$  ve  $y \in R_Y$  için  $p_{X,Y}(x,y) = p_X(x)p_Y(y)$  (Bain vd., 1987).

Tanım:  $X$  ve  $Y$  ayrık rasgele değişkenleri aynı olasılık uzayında tanımlı ve  $g, h : \mathbb{R}^2 \rightarrow \mathbb{R}$  keyfi iki fonksiyon için  $U = g(X, Y)$  ve  $V = h(X, Y)$  olsun. O halde,

$$p_{U,V}(u,v) = \sum_{\{(x,y) \mid g(x,y)=u, h(x,y)=v\}} p_{X,Y}(x,y). \quad (4.19)$$

Rasgele bir değişkenin bir fonksiyonunun beklenen değeri veya beklentisi, olasılıklarıyla ağırlıklandırılan değerlerinin ortalamasıdır. Çeşitli rasgele değişkenlerin bir fonksiyonunun beklenen değeri benzer şekilde tanımlanır (Ferguson, 2014).

Tanım:  $X$  bir ayrık rasgele değişken ve  $R$  görüntüsü olsun. Herhangi bir  $g: \mathbb{R} \rightarrow \mathbb{R}$  reel değerli fonksiyonunun beklenen değeri

$$E[g(X)] = \sum_{x \in R} g(x)p_X(x) \quad (4.20)$$

ile tanımlanır. Eğer  $X$  ve  $Y$  aynı olasılık uzayında tanımlı  $R'$  görüntülü ayrık rasgele değişkenler ise  $h: \mathbb{R}^2 \rightarrow \mathbb{R}$  reel değerli fonksiyonunun beklenen değeri ile tanımlanır (Ferguson, 2014).

$$E[h(X, Y)] = \sum_{(x,y) \in R'} h(x, y)p_{X,Y}(x, y) \quad (4.21)$$

Teorem: Herhangi iki  $a$  ve  $b$  sabiti ve  $g_1, g_2: \mathbb{R}^2 \rightarrow \mathbb{R}$  iki fonksiyon olsun. O halde Ferguson'a (2014) göre,

$$E[ag_1(X, Y) + bg_2(X, Y)] = aE[g_1(X, Y)] + bE[g_2(X, Y)] \quad (4.22)$$

Teorem:  $X$  ve  $Y$  aynı olasılık uzayında tanımlı iki rasgele değişken ve  $g, h: \mathbb{R} \rightarrow \mathbb{R}$  tek değişkenli reel değerli iki fonksiyon olsun. O halde,

$$E[g(X)h(Y)] = E[g(X)]E[h(Y)]. \quad (4.23)$$

Rasgele bir değişkenin beklenen değeri veya ortalaması özel önem taşır. Beklenen değer rasgele değişkenin olasılık ölçümünün kütle merkezidir (Ferguson, 2014).

Tanım:  $X$  rasgele değişkeninin ortalaması veya ilk momenti  $X$ 'in beklenen değeri  $E[X]$  dir (Ferguson, 2014). Eğer rasgele bir değişkenin dağılımı çok ağır ise, bu da büyük değerler alan rasgele değişkenin yavaş yavaş azaldığı anlamına gelir, rasgele bir değişkenin ortalaması sonsuz olabilir. Rasgele bir değişkenin karesinin beklenen değeri, beklenen enerjisini nicelik eder.

Tanım:  $X$  rasgele değişkeninin ortalama kare değeri veya ikinci momenti  $X^2$ 'nin beklenen değeri  $E[X^2]$  dir (Ferguson, 2014).

Rasgele bir değer in varyansı, ortalamadan sapmasını belirtir. Sezgisel olarak, daha büyük bir varyans, rasgele değişkenin değerlerinden ortalamadan daha büyük bir yayılım anlamına gelmektedir.

Tanım:  $X$  rasgele değişkeninin varyansı ortalama değerden ortalama sapma miktarıdır:

$$\begin{aligned}\text{Var}(X) &= E[(X - E[X])^2] \\ &= E[X^2] - (E[X])^2.\end{aligned}\tag{4.24}$$

$X$  rasgele değişkeninin  $\sigma_X$  standart sapma miktarı varyansının kareköküdür, yani

$$\sigma_X = \sqrt{\text{Var}(X)}.\tag{4.25}$$

Varyans operatörü doğrusal değildir, ancak rasgele bir değişkenin doğrusal bir fonksiyonunun varyansını belirlemek açıktır (Ferguson, 2014).

Lemma:  $a$  ve  $b$  sabit olmak üzere  $\text{Var}(aX + b) = a^2\text{Var}(X)$  (Ferguson, 2014).

İki rasgele değişkenin kovaryansı, iki rasgele değişkenin ortak davranışının birinci dereceden karakterize edilmesini sağlar. İki rasgele değişkenin kendi ortalamalarından benzer şekilde sapıp saptadığını ölçer.

Tanım:  $X$  ve  $Y$  rasgele değişkenlerinin kovaryansı

$$\begin{aligned}\text{Cov}(X, Y) &= E[(X - E[X])(Y - E[Y])] \\ &= E[XY] - E[X]E[Y].\end{aligned}\tag{4.26}$$

$\text{Cov}(X, Y) = 0$  ise rasgele değişkenlere ilişkisizdir denir (Ferguson, 2014).

İki rasgele değişken toplamının varyansı, tek tek varyansları ve kovaryansı açısından ifade edilebilir. Sonuç olarak, kovaryans pozitifse dalgalanmaları birbirini güçlendirir ve negatif olması durumunda birbirini iptal eder.

Teorem:  $\text{Var}(X + Y) = \text{Var}(X) + \text{Var}(Y) + 2\text{Cov}(X, Y)$  (Ferguson, 2014).

Sonuç: X ve Y rasgele değişkenleri ilişkisiz ise  $\text{Var}(X + Y) = \text{Var}(X) + \text{Var}(Y)$ .

Lemma: İki rasgele değişken bağımsız ise ilişkisizdirler (Ferguson, 2014).

Kovaryans, rasgele değişkenlerin varyanslarının büyüklüğünü hesaba katmaz. Pearson korelasyon katsayısı, her iki değişkenin standart sapmaları kullanılarak kovaryansı normalize ederek elde edilir.

Tanım: İki rasgele değişkenin Pearson korelasyon katsayısı

$$\rho_{X,Y} = \frac{\text{Cov}(X,Y)}{\sigma_X \sigma_Y} \quad (4.27)$$

dir (Ferguson, 2014).

Her ne kadar açıkça görülme de, korelasyon katsayısının büyüklüğü 1 ile sınırlıdır. Bu katsayının kullanışlı bir yorumu X ve Y'nin doğrusal olarak ne ölçüde ilişkili olduğunu nicelikle ölçmektir. Aslında eğer 1 veya -1'e eşitse, değişkenlerden biri diğerinin doğrusal bir fonksiyonudur.

Teorem: X ve Y aynı olasılık uzayında tanımlı iki rasgele değişken olsun. O halde,

$$|\text{E}[X, Y]| \leq \sqrt{(\text{E}[X])^2 (\text{E}[Y])^2} \quad (4.28)$$

(Ferguson, 2014).

Sonuç: X ve Y rasgele değişkenlerinin Pearson korelasyon katsayısı  $\rho_{X,Y}$  için  $|\rho_{X,Y}| \leq 1$ .

Tanım:  $X_1, X_2, \dots, X_n$  aynı olasılık uzayında tanımlı rasgele değişkenler olsunlar.

$$\vec{X} = \begin{pmatrix} X_1 \\ X_2 \\ \vdots \\ X_n \end{pmatrix} \quad (4.29)$$

vektörüne rasgele vektör denir (Johnson ve Wichern, 2014).

Ayrık bir rasgele vektörün dağılımı tamamen ortak olasılık kütle fonksiyonuyla saptanır.

Tanım:  $(\Omega, \mathcal{F}, P)$  olasılık uzayında  $n$  boyutlu bir  $\vec{X}$  rasgele vektörü  $\vec{X}: \Omega \rightarrow \mathbb{R}^n$  olsun.  $\vec{X}$  in ortak olasılık kütle fonksiyonu  $\mathbf{x} = (x_1, \dots, x_n)$  olmak üzere

$$p_{\vec{X}}(\mathbf{x}) = P(X_1 = x_1, \dots, X_n = x_n) \quad (4.30)$$

ile tanımlıdır. Bir başka deyişle  $p_{\vec{X}}(\mathbf{x})$ ,  $\vec{X} = \mathbf{x}$  olma olasılığıdır (Johnson ve Wichern, 2014).

Tanım:  $\vec{X}$  rasgele vektörü için  $p_{\vec{X}}(\mathbf{x}) = \prod_{i=1}^n p_{X_i}(x_i)$  ise  $\vec{X}$  in bileşenleri karşılıklı olarak bağımsızdır denir (Johnson vd., 2014).

Bir vektörün değerine bağlı olan bir  $g: \mathbb{R}^n \rightarrow \mathbb{R}$  fonksiyonunun beklenen değeri, iki değişkenli dağılımlarda olduğu gibi tanımlanır.

Tanım:  $\vec{X}$  rasgele vektörüne uygulanan  $g: \mathbb{R}^n \rightarrow \mathbb{R}$  fonksiyonunun beklenen değeri

$$E[g(\vec{X})] = \sum_{\{1, \dots, n\}} g(\mathbf{x}) p_{\vec{X}}(\mathbf{x}) \quad (4.31)$$

dir (Johnson vd., 2014).

Bir rasgele vektörünün ortalaması bileşenlerinin ortalamasıdır.

Tanım:  $\vec{X}$  rasgele vektörünün beklenen değeri

$$E[\vec{X}] = \begin{pmatrix} E[X_1] \\ \vdots \\ E[X_n] \end{pmatrix} \quad (4.32)$$

dir (Johnson vd., 2014). Benzer şekilde, bir matrisin girdileri rasgele değişkenler ise, matrisin ortalamasını girdilerin ortalamalarının matrisi olarak tanımlarız:

$$E \left[ \begin{pmatrix} A_{11} & A_{12} & \cdots & A_{1n} \\ A_{21} & A_{22} & \cdots & A_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ A_{n1} & A_{n2} & \cdots & A_{nn} \end{pmatrix} \right] = \begin{pmatrix} E[A_{11}] & E[A_{12}] & \cdots & E[A_{1n}] \\ E[A_{21}] & E[A_{22}] & \cdots & E[A_{2n}] \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ E[A_{n1}] & E[A_{n2}] & \cdots & E[A_{nn}] \end{pmatrix}. \quad (4.33)$$

Teorem:  $n$  boyutlu  $\vec{X}$  rasgele vektörü,  $A \in \mathbb{R}^{m \times n}$  ve  $b \in \mathbb{R}^m$  için

$$E[A\vec{X} + b] = AE[\vec{X}] + b. \quad (4.34)$$

Rasgele bir vektörün kovaryans matrisi vektör bileşenleri arasındaki etkileşimi yakalar. Köşegendeki her değişkenin varyansını ve köşegen dışındaki her değişkenin kovaryansını içerir (Linnik, Ostrovskij ve Rosenblatt, 1977).

Tanım:  $\vec{X}$  rasgele vektörünün kovaryans matrisi

$$\begin{aligned} \Sigma_{\vec{X}} &= \begin{pmatrix} \text{Var}(X_1) & \text{Cov}(X_1, X_2) & \cdots & \text{Cov}(X_1, X_n) \\ \text{Cov}(X_2, X_1) & \text{Var}(X_2) & \cdots & \text{Cov}(X_2, X_n) \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \text{Cov}(X_n, X_1) & \text{Cov}(X_n, X_2) & \cdots & \text{Var}(X_n) \end{pmatrix} \\ &= E[\vec{X}\vec{X}^T] + E[\vec{X}]E[\vec{X}]^T \end{aligned} \quad (4.35)$$

ile tanımlanır (Linnik v.d., 1977).

Tanım:  $\vec{X}$  ve  $\vec{Y}$  aynı olasılık uzayında tanımlı iki rasgele vektör olsun. Bu iki vektörün Pearson korelasyon katsayısı



$$\rho_{\bar{X},\bar{Y}} = \frac{E[\bar{X}\bar{Y}] - E[\bar{X}]E[\bar{Y}]}{\sqrt{E[\bar{X}^2] - (E[\bar{X}])^2} \sqrt{E[\bar{Y}^2] - (E[\bar{Y}])^2}} \quad (4.36)$$

dir (Linnik v.d., 1977).

#### 4.5. Graf Kümeleme

Düzensiz veriler heterojen olduklarından verinin alt katmanlarında yoğun ilişkide olan alt parçaları vardır. Bu yapıları tanımlama işlemi veri unsurlarının gruplanması ile yapılır. Bu işleme veri sınıflandırması veya kümeleme denir (Kleinberg ve Tardos, 2002). Kümeleme genellikle veri öğeleri için tanımlanan benzerlik ölçülerine dayanmaktadır.

Graflar, bir tepe kümesi ve tepe çiftleri arasındaki ayrıtlar tarafından oluşturulan matematiksel yapılardır. Graf kümeleme, grafin tepe yapısını dikkate alarak, kümeler arasında daha az sayıda olması ve her bir kümede birçok kenar olması gerektiği şeklinde grafin tepelerini kümelere ayırma işlemidir. Bir veri yapısını gösteren grafin tepelerinin kümelere gruplandırılması anlamındaki graf kümeleme ile yapısal benzerliğe dayanan graf kümelerinin kümelenebilmesi karıştırılmamalıdır. Graflar arasındaki yapısal benzerliğe dayanan kümeleme işlemleri (Bunke vd., 2003; Higham vd., 2007; Luo vd., 2002 ve 2003; Robles-Kelly ve Hancock, 2005) çalışmalarında detaylı olarak ele alınmıştır.

Grafların tepe kümelemeleri için çeşitli algoritmalar Flake ve diğerleri (2004) çalışmasında incelenmiştir. Çalışmada verilen yöntem minimum kesme ve graf bölme problemleriyle ilişkili olup veri kümesindeki ilişkileri temsil eden grafin ayrıtlarında negatif olmayan ağırlıkların olduğu varsayılmıştır. Bu durumda grafin bölüdüğü parçalardaki ayrıtların ağırlıkları minimum olacak şekilde graf k tane parçaya ayrılacaktır.  $k = 2$  özel durumunda bu problemin çözümü polinomial zamanda gerçekleşir (Johnson vd., 1989). Bu özel durum graflarda maksimum akış sorununun matematiksel dualidir (Strang, 1983).

Grafin  $k > 2$  bileşene bölüdüğü çok yönlü graf bölme problemi NP-zor sınıfında bir problemdir (Michael ve David, 1979). Bu problem de tepelerin minimum ağırlığa sahip olduğu ikiden fazla sayıdaki kümelerinin bulunmasıdır. Bu problemin çözümü için iyi bilinen bir teknik Kerningham-Lin algoritmasıdır (Kerningham ve Lin, 1970). Bu klasik

algoritma optimal graf bölümlenmeyi belirlemek için tepeler arasında komşuluk arama tekniği üzerine kuruludur. Optimal graf bölümlenme için farklı yöntemler hakkında detaylı bir çalışma Fjällström (1998)'de bulunabilir.

Çok boyutlu veriler bağlamında kümeleme için en iyi bilinen iki teknik k-medoid ve k-means algoritmalarıdır (Jain ve Dubes, 1988). Çok boyutlu veriler için k-medoid algoritmasında orijinal verilerden kaynak olarak az sayıda örnek alınır ve diğer tüm veri noktalarını kümelerden bu kaynakların en yakınına atarız. Yakınlık, kullanıcı tanımlı bir amaç fonksiyonuna dayalı olarak tanımlanabilir. Kümeleme için amaç fonksiyonu, ilgili kaynağa karşılık gelen veri noktalarının toplamı olarak tanımlanır. Yakından ilişkili bir yöntem k-means yöntemidir. K-medoid yöntemi ile ana fark, orijinal kaynakları toplamının ilk yinelemesinden sonra orijinal veriden temsil noktaları kullanmamamızdır (Rattigan, Maier ve Jensen, 2006).

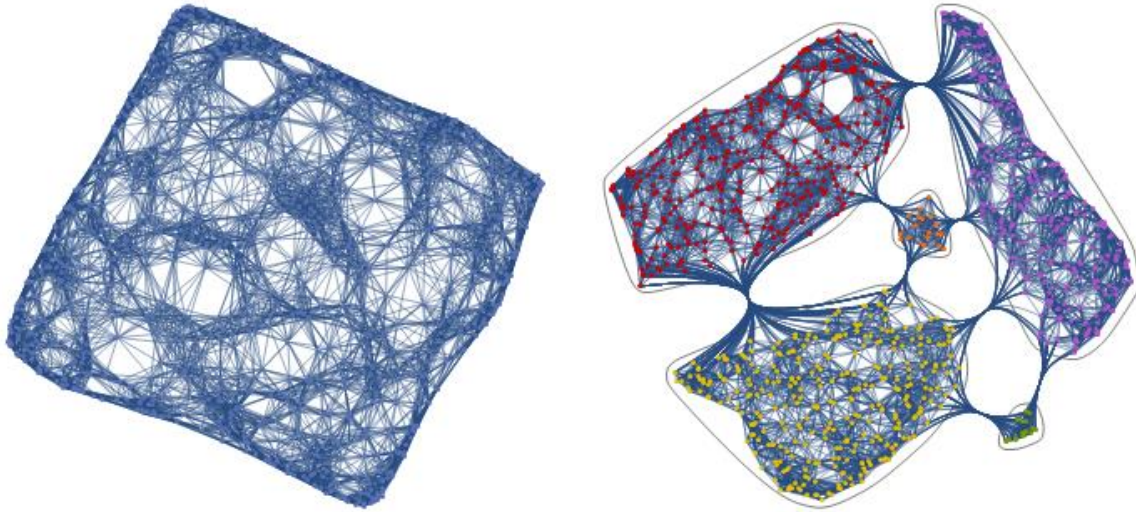
Girvan-Newman algoritması bölünmüş kümeleme algoritmasıdır ve ayrıt merkezi arasındaki merkezlilik kavramına dayanmaktadır (Girvan ve Newman, 2002). Aralarındaki merkezlilik, farklı bağlı bileşenler arasındaki kritik köprü oluşturan ayrıtları belirlemeye ve doğal kümeler kalana kadar onları silmeye çalışır. Bir başka deyişle merkezlilik, belirli bir ayrıttan geçen tepeler arasındaki en kısa yolların oranı olarak tanımlanır. Newman ve Girvan'ın bu yaklaşımı ile birlikte yeni merkezlilik ölçümlerine dayanan graf kümeleme yöntemleri sunulmuştur. Modülerlik olarak adlandırılan bir ölçüyü maksimize eden bir topluluk bölümü bulma ile ilgili bir yöntemi Newman (2004) çalışmasında sunmuştur. Belirli bir kümelemenin modüleritesi, küme içindeki ayrıtların sayısıdır. Eğer graf derece dağılımı üzerinde rasgele şartlandırılmışsa, bu gibi ayrıtların beklenen sayısını ekarte eder (Newman ve Girvan, 2004). Newman ve diğerlerinin yaptıkları daha sonraki çalışmalarda, modülerlik maksimize eden kümelemelerin ilginç topluluk yapısını tanımladığı ampirik olarak gösterilmiştir. Gerçek ağlarda, bu tür kümelemeleri elde etmek için farklı sezgisel araştırmalara odaklanmıştır (Newman, 2006; Duch ve Arenas, 2005; Clauset vd., 2004; Clauset, 2005). Modülerlik maksimizasyonu için önerilen heuristiklerin çoğunun ayrıntılı bir incelemesi ve karşılaştırması (Danon, Diaz-Guilera, Duch ve Arenas, 2005) çalışmasında bulunabilir.

Tez çalışmamızda ağ yapısında topluluk belirleme yöntemlerinden Yüksek Modülerlik yöntemi kullanılmıştır. Newman ve Girvan'a (2004) göre tanımlanan modülerite kavramı, bir ağın belirli bir orantılanmasının kalitesinin bir ölçüsüdür. Modülerlik ( $Q$ ), tepeler arasındaki rasgele bağlantılar yapıldığında topluluk içindeki ayrıtların oranlarını bu tür bir oran ile karşılaştırarak topluluk gücünü nicelleştirir. Gerekçelendirilmesi, bir topluluğun rasgele toplanmasından daha fazla ayrıta sahip olması gerektiğidir. Böylece  $Q$  değerinin 0'a yakın olması, topluluklardaki ayrıtların oranlarının rasgele durumdan daha iyi olmadığı anlamına gelir ve 1 değeri, bir ağ topluluğu yapısının mümkün olan en yüksek güce sahip olduğu anlamına gelir. Matematiksel olarak modülerlik,  $\delta(c_i, c_j)$  bir  $C$  topluluğunda  $i$ -inci ve  $j$ -inci tepelere verilen etiketin Kronecker deltası olmak üzere

$$Q = \frac{1}{2|E|} \sum_{v_i, v_j \in V} \left( A(G)(i, j) - \frac{\deg(v_i)\deg(v_j)}{2|E|} \right) \delta(c_i, c_j) \quad (4.37)$$

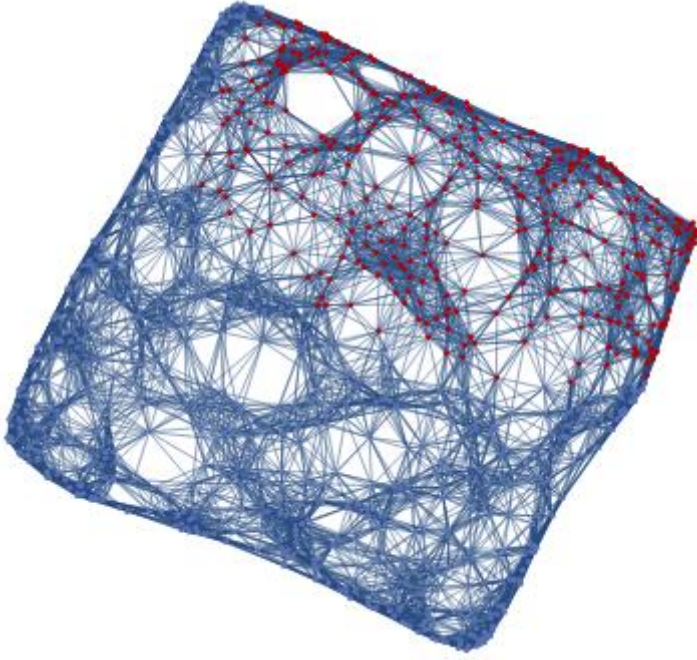
ile hesaplanır.

Şekil 4.8'te verilmiş olan, Şekil 4.4'teki 1.000 tepeli (solda) ve yoğun ilişkili grafın topluluklarıdır. Yüksek modülerliğe bağlı olarak 5 topluluk (sağda) bulunmuştur.

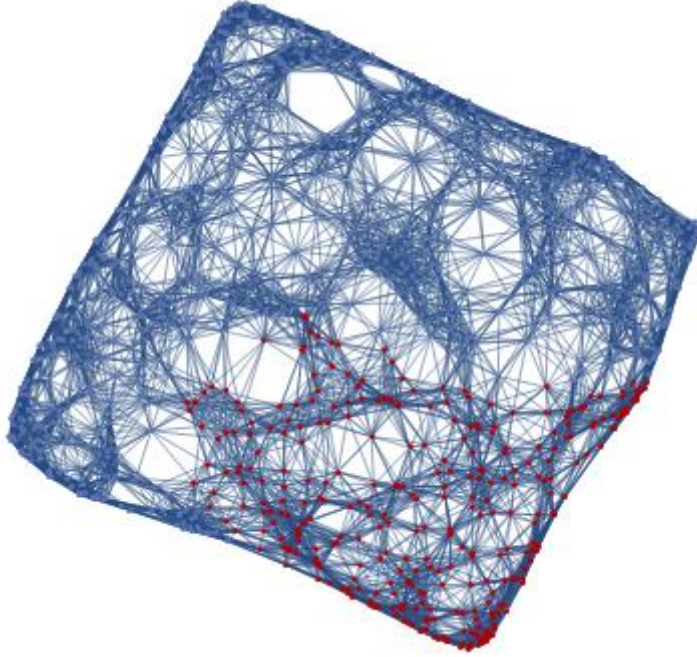


Şekil 4.8. Yoğun ilişkili bir grafın toplulukları

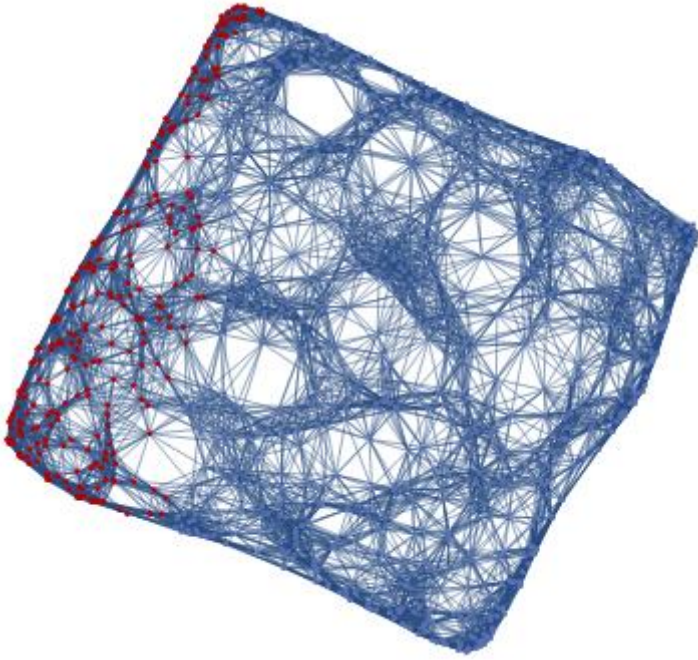
Şekil 4.8'de verilen graf topluluklarının ilgili yoğun ilişkideki graf üzerinde gösterimi ise Şekil 4.9 - 4.13'te verilmiştir.



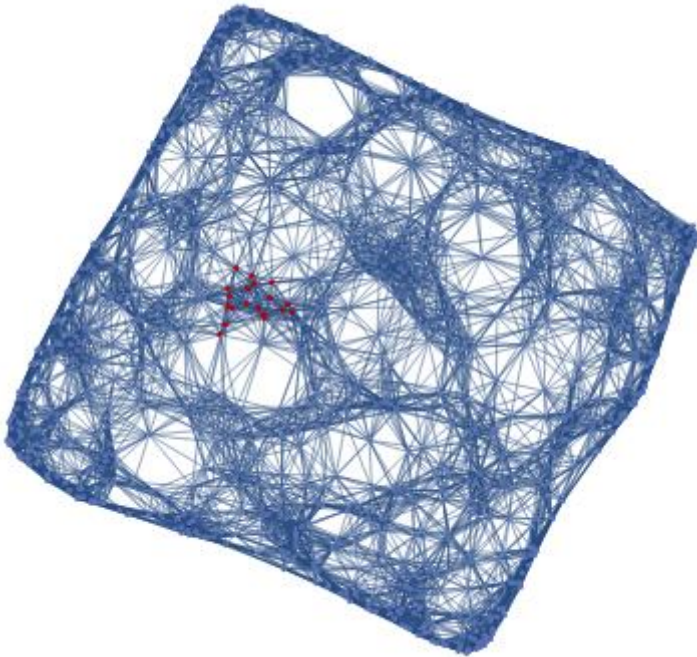
Şekil 4.9. 1. Topluluğun graf üzerinde gösterimi



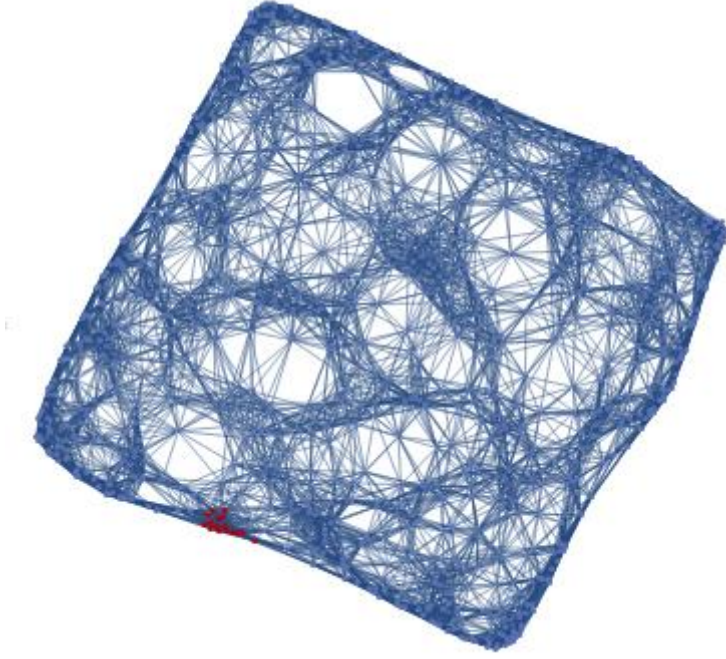
Şekil 4.10. 2. Topluluğun graf üzerinde gösterimi



Şekil 4.11. 3. Topluluğun graf üzerinde gösterimi



Şekil 4.12. 4. Topluluğun graf üzerinde gösterimi



Şekil 4.13. 5. Topluluğun graf üzerinde gösterimi



## 5. TÜRKİYE'DE MEYDANA GELEN İŞ KAZALARININ GRAF TEORİ İLE ANALİZİ

Bu tez çalışmasında;  $V$  iş kazalarını belirten rasgele vektörlerin kümesi ve  $E$  de rasgele vektörlerin Pearson korelasyon uzaklıklarına bağlı olarak elde edilen ayrıtların kümesi olmak üzere iş kazalarının bir sosyal ağı  $G = (V, E)$  basit yönsüz grafi ile modellenmiştir. Kullanılan veri SGK'nın 2013-2014 yıllarına ait istatistiklerini içermektedir (Tuna ve Kurt, 2017, baskıda).

### 5.1. İş Kazaları Ağının Kurulması ve Graf Toplulukları

Tepeler, karmaşık bir ağdaki etkileşimli aktörleri temsil ettiğinden, bu etkileşimin ilişkilerini temsil etmek için aktörler arasında ayrıtlar oluşturulması gerekmektedir. Ayrıtların oluşturulma kurallarını belirlemek için literatürde birçok yöntem vardır. Örneğin, finansal ağlarda, farklı borsa veya döviz kurları arasındaki ilişki, korelasyon veya dinamik zaman çarpıtma mesafelerine göre belirlenir (Mantegna, 1999; Wang, Xie, Han ve Sun, 2012).

Finans ağları gibi karmaşık sistemlerde her tepe zaman serileri ile ifade edilebilir ve aralarındaki ilgili mesafe ilişkisinin ağırlığını oluşturur. Balcı (2016, baskıda) çalışmasında veri kümelerindeki alt baskın ultra metrik yapıların ayarlanmış topolojisini belirlemek için yeni bir yaklaşım önerilmiştir. Bu tez çalışmamızda, Balcı (2016, baskıda) da sunulan yöntemin düzenlenmiş bir yaklaşımı sunulmuştur.

İş kazalarının oluşturduğu sosyal ağda aktörleri belirten tepe elemanları zaman serileri yerine  $\vec{X} = (X_1, \dots, X_m)$  rasgele vektörleri ile ifade edilmiş ve  $|V| = n$  olduğu kabul edilmektedir. Etkileşim içerisindeki aktörlerin aralarında ilişkiyi belirlemek için Pearson korelasyon katsayısı kullanılmıştır (Bkz. Formül 4.36).

İş kazalarının oluşturduğu sosyal ağda aktörlerin birbirleri ile olan ilişkilerin ağırlıklarından da söz etmek mümkündür.  $-1 \leq \rho_{\vec{X}, \vec{Y}} \leq 1$  olduğundan,  $dist_{Corr}: V \times V \rightarrow [0,1]$  olacak şekilde

$$dist_{Corr}(\vec{X}, \vec{Y}) = \frac{\sqrt{2(1-\rho_{\vec{X}, \vec{Y}})}}{2} \quad (5.1)$$



uzaklık fonksiyonu Pearson korelasyon katsayısına bağılı olarak tanımlanabilir ve bu aktörler arasındaki ilişkileri belirten ayrıtlar için doğal bir ağırlıktır.

$\vec{X}$  ve  $\vec{Y}$  rasgele vektörleri tamamen ilişkili ise, yani  $\rho_{\vec{X},\vec{Y}} = 1$  ise,  $dist_{Corr}(\vec{X},\vec{Y}) = 0$  değerini alır. Metrik uzay bakış açısından bu aynı olan noktaları gösterir. Benzer şekilde,  $\vec{X}$  ve  $\vec{Y}$  rasgele vektörleri tamamen zıt ilişkiye sahipse ise, yani  $\rho_{\vec{X},\vec{Y}} = -1$  ise,  $dist_{Corr}(\vec{X},\vec{Y}) = 1$  değerini alarak metrik uzayda birbirlerine en uzak olan noktaları belirtir.

Korelasyon uzaklığı  $dist_{Corr}$ , ayrıt oluşum kuralını bir eşik değeri ile belirlemede önemli bir rol oynamaktadır. Balcı (2016, baskıda) da önerildiği gibi başlangıçta  $N$ -tane aktörün oluşturduğu  $K_N$  tam grafi ile başlanılır. 0 özdeğeri  $K_N$  başlangıç tam grafinin spektrumunda katlılığı 1 olarak bulunur. Grafın ayrıtlarını oluşturmak için  $ED$  eşik değeri olmak üzere  $(v_i, v_j) \in E \Leftrightarrow dist_{Corr}(v_i, v_j) \leq ED$  kuralı seçilirse,  $[0,1]$  kapalı aralığının  $1/h$  adım uzunluğu ile bölünmesi sonucu  $[0,1]$  aralığında öyle bir  $ED$  için 0 özdeğerinin katlılığı 1'den büyük olur. Böylelikle grafın en az ayrıt içeren tek parçalı yani birleştirilmiş graf halini elde edebileceğimiz bir eşik değeri belirlenmiş olur. Çizelge 5.1'de bu yöntemin algoritması yalancı kodu ile verilmiştir.

Çizelge 5.1. Algoritma

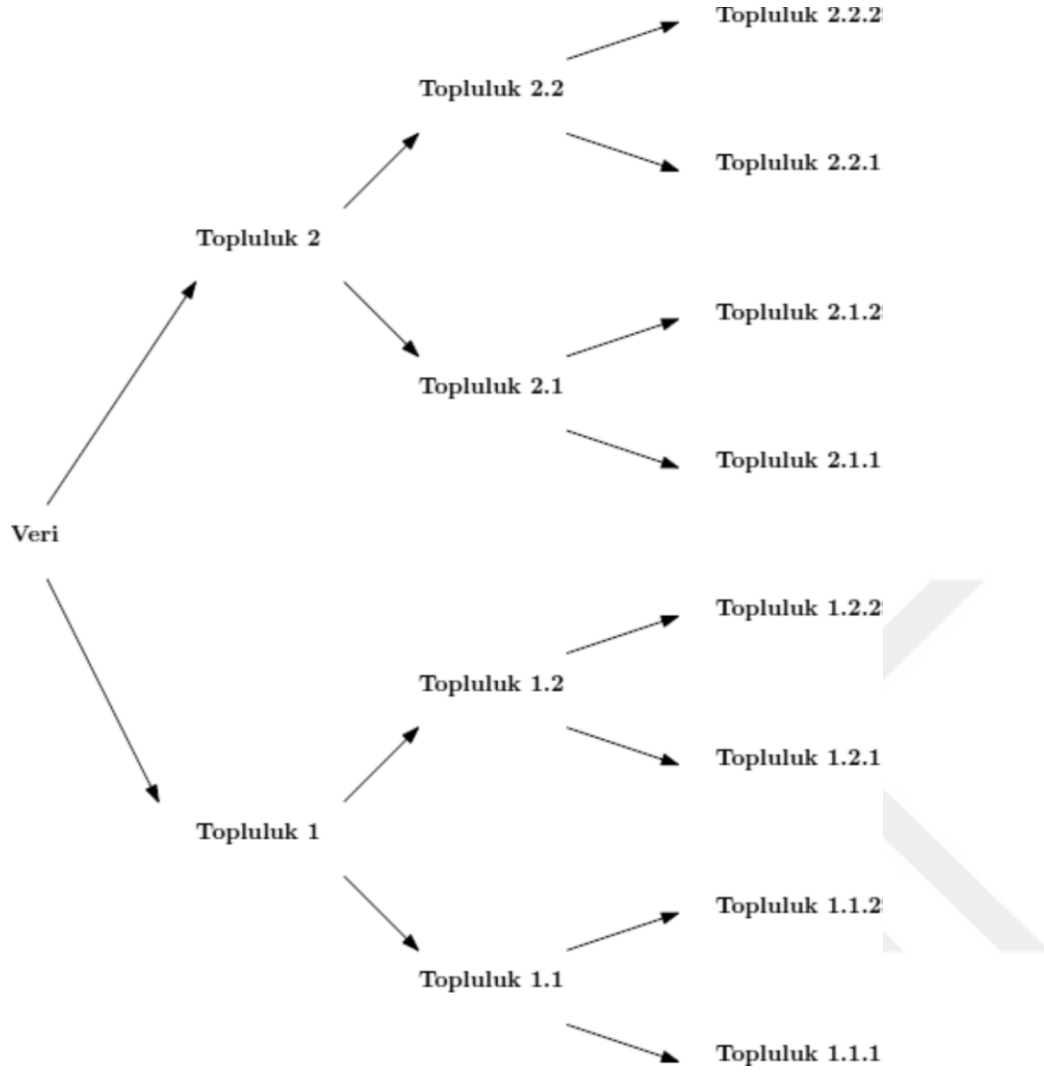
Girdi: $D: m \times n$ tipinde veri matrisi
$h$ : parçalanış büyüklüğü
Başlangıç: $G$ : $n$ -tam grafi, $A_G$ : $G$ nin bitişiklik matrisi
$t \leftarrow 0$
while $L_G$ 'nin 0 özdeğer sayısı = 1 do
$t \leftarrow t + 1$ ; $ED \leftarrow t/h$
for $i = 1$ to $n - 1$
for $j = i + 1$ to $n$
if $dist_{Corr}(\vec{X},\vec{Y}) \leq ED$
then $A_G(i,j) \leftarrow 1$ and $A_G(j,i) \leftarrow 1$
end if
end for
end for
$G \leftarrow A_G$ bitişiklik matrisli graf
$L_G$ nin özdeğerlerini hesapla
end while
Çıktı: Düzenlenmiş topolojili $G$

Ağda eşik değerine göre optimize edilmiş pek çok bağlantıya kavuştuğumuzda, graf toplulukları aracılığıyla anlamlı kümeler belirlemek mümkün hale gelir.

Graf toplulukları, yoğun ilişkiler içerisindeki ayrıtların kümeleridir. Graf topluluk kümelemesi, ağın topolojisini kullanarak bu ayrıtları belirlemeyi amaçlamaktadır (Clauset, Cristopher ve Mark, 2008; Lu ve Tao, 2011). Graf topluluklarını analiz etmek, sosyal paylaşım ağlarında verimli olabilir. Örneğin, bir graf topluluğu ağın aktörlerinin ortak çıkar, konum ya da işlevi olabilir. Toplulukları belirleyerek toplulukları ayrı ayrı incelemek mümkündür. Farklı topluluklar çoğu zaman farklı özellikler sergilediğinden, bireyler aktörleri anlamlı bir şekilde analiz etmemize izin verirler. Ayrıca, her topluluğu "meta-tepe" olarak düşünerek, ağları çok sayıda aktörle analiz etmek mümkün hale gelir (Agarwal ve Kempe, 2008).

Tez çalışmamızda toplulukları belirlemek için Yüksek Modülerlik yöntemi kullanılmıştır. İki'den daha fazla topluluk bulunmak istendiğinde, Yüksek Modülerlik Yöntemi tekrarlı olarak alt graflara uygulanabilir (Balcı, Kurt ve Tuna, 2016). Bu tekrarlı uygulamada  $Q$  modüleritesinde ayrıt sayıları dikkatli bir şekilde hesaba katılmalıdır. Önerilen bir bölünüm toplam modüleriteye olumlu olmayan katkıyı verirse, algoritma artık yürütülemez ve oluşan alt graflar ile ağın graf topluluğu belirlenmiş olur.

Karmaşık yeterli uzunluktaki zaman serilerinin ilgili korelasyon uzaklığına göre belirlendiğinde birden çok topluluk elde etmek mümkündür. Bununla birlikte, daha düşük boyutlu Öklid uzayına gömülü rasgele vektörler söz konusu olduğunda, bu vektörler arasındaki korelasyon daha az topluluk oluşturacaktır (Balcı v.d., 2016). Tez çalışmamızda, bu sorunun üstesinden gelmek için toplulukların daha alt seviyelerini göz önüne alarak yeni bir yöntem sunmaktayız. Bu yeni yöntem deneysel olarak yararlı kümelere ulaşana kadar toplulukların topluluklarını bulmaya dayanmaktadır. Ayrıca, eğer ayrıtların belirlenmesi için kullanılan eşik değeri ilk ağdan elde edildiğinde, eşik değerinin alt topolojiler için de kalıtsal bir özellik olduğu göz önünde bulundurulursa, benzer sistematik ile alt ağları oluşturmak mümkündür. Şekil 5.1'de, toplulukların 3.seviyeden alt toplulukları düzenli bir alt ağ bölüntüsü için gösterilmektedir.



Şekil 5.1. Düzenli bir alt ağ bölüntüsü

Düzenli bir bölüntünün  $n$ -inci düzeyi için,  $2^n$  tane topluluk elde edilir. Her alt topluluk, ataları olan Topluluk 1 ve Topluluk 2'nin aynı eşik değerini içerir.

## 5.2. 2013-2014 Yılında Türkiye'de Meydana Gelen İş Kazaları Verisi

SGK tarafından 27.08.2015 tarih ve 99604924/910/4422955 sayı ile bilimsel bir araştırmada paylaşılmasına ve kullanılmasına izin verilen detaylarını 3.1.8'inci bölümde aktardığımız, 2013-2014 yılları arasındaki iş kazası istatistiklerine ilişkin ham veriler tez çalışmamızda kullanılmıştır.

### 5.2.1. Kısıtlama

İş kazalarına ilişkin bilgileri analiz etmenin etkili bir yolu, istihdam edilen kişi sayısına göre kaza sayısını ifade etmektir. Buna insidans oranı denir ve birinin kaza geçirme ihtimalinin bir göstergesi vardır (Nelson v.d., 2005; Takala, 1999). Basit insidans hızı veya iş kazası sıklık hızı değeri bölüm 2.2.1’de izah edildiği üzere 1.000 işçi başına  $İK\text{H} = \frac{İ\text{KS}}{T\text{ÇS}} * 100.000$  olarak hesaplanmaktadır.

Türkiye’de meydana gelen iş kazaları yasal bir zorunluluk olarak SGK’ya bildirilmekte bu bildirimlerden elde edilen istatistikler NACE faaliyet grupları sınıflandırmasına göre betimsel olarak yayımlanmaktadır. Son olarak yayımlanan istatistik yıllığı 2015 yılına aittir. SGK tarafından 2013 yılında yeni metodolojiyle veri toplanması ve çalışmamız esnasında yayımlanan son istatistik yıllığının 2014 yılına ait olması nedeniyle tez çalışmamızda kullanılan ham veriler 2013-2014 yılına aittir.

Son 7 yıllık (2014-2008) SGK İstatistik yıllıklarından yararlanılarak Ülkemizde meydana gelen iş kazalarının genel verilerin ortalamaları ile İKH'a göre hesaplanmıştır. İş kazası hızında 10 faaliyet grubu ülke ortalamasının üzerinde yer almaktadır. İş kazası insidans hızlarına göre 1. sırada yer alan Kömür ve Linyit Çıkartılması faaliyetinde çalışan her 1.000 kişiden 178,59 kişi iş kazası geçirdiği sonucuna ulaşılmıştır. Ülke ortalamasında ise her 1.000 kişiden 9,89 kişi iş kazası geçirmektedir. İş kazası insidans hızı Ülke ortalaması üzerinde bulunan Çizelge 5.2’de yer alan 10 faaliyet grubu tez çalışmamızdaki veri kısıtlamasını oluşturmaktadır.

Çizelge 5.2. İş kazası insidans hızları (2014-2008 Ortalamalarına Göre)

Sıra	Faaliyet kodu	Faaliyet grupları (Nace sınıflamasına göre)	İş kazası İnsidans Hızı
1	5	KÖMÜR VE LİNYİT ÇIKARTILMASI	178,59
2	24	ANA METAL SANAYİ	47,36
3	23	METALİK OLMAYAN ÜRÜNLER İMA.	28,73
4	25	FABRİK.METAL ÜRÜN.(MAK.TEC.HAR)	28,02
5	28	MAKİNE VE EKİPMAN İMALATI	21,42
6	22	KAUÇUK VE PLASTİK ÜRÜNLER İM.	20,67
7	13	TEKSTİL ÜRÜNLERİ İMALATI	15,51
8	27	ELEKTRİKLİ TECHİZAT İMALATI	13,93
9	10	GIDA ÜRÜNLERİ İMALATI	12,19
10	42	BİNA DIŞI YAPILARIN İNŞAATI	12,06
TÜRKİYE GENEL İKH			9,89
11	52	Taşıma.İçin Depolama Ve Destek.Fa.	9,87

\*2008-2014 SGK İstatistik Yıllıklarından tarafımızca türetilmiştir.

$\alpha = 0,05$  için  $\pm 0,03$ ;  $\pm 0,05$  ve  $\pm 0,10$  örnekleme hataları için farklı evren büyüklüklerinden çekilmesi gereken örneklem büyüklükleri hesaplanarak Çizelge 5.3'te verilmiştir (Yazıcıoğlu ve Erdoğan, 2004: 49-50).

Çizelge 5.3.  $\alpha = 0,05$  İçin örneklem büyüklükleri (Yazıcıoğlu ve Erdoğan, 2004)

Evren Büyüklüğü	± 0,03 örnekleme hatası (d)			± 0,05 örnekleme hatası (d)			± 0,10 örnekleme hatası (d)		
	p=0,5	p=0,8	p=0,3	p=0,5	p=0,8	p=0,3	p=0,5	p=0,8	p=0,3
	q=0,5	q=0,2	q=0,7	q=0,5	q=0,2	q=0,7	q=0,5	q=0,2	q=0,7
100	92	87	90	80	71	77	49	38	45
500	341	289	321	217	165	196	81	55	70
750	441	358	409	254	185	226	85	57	73
1000	516	406	473	278	198	244	88	58	75
2500	748	537	660	333	224	286	93	60	78
5000	880	601	760	357	234	303	94	61	79
10000	964	639	823	370	240	313	95	61	80
25000	1023	665	865	378	244	319	96	61	80
50000	1045	674	881	381	245	321	96	61	81
100000	1056	678	888	383	245	322	96	61	81
1000000	1066	682	896	384	246	323	96	61	81
100 milyon	1067	683	896	384	245	323	96	61	81

Örnekleme hatasını azaltmak için örneklem büyüklüğünün artırılması gerekmekte ancak seçilen hata payına göre belli bir değerden sonra örneklem büyüklüğünün artmasına gerek duyulmamaktadır.

Kullandığımız veri, sözü edilen ekonomik aktivite grubu kısıtlamaları (Bkz. Çizelge 5.2) ile evren büyüklüğünün karşılığı olan 2013-2014 yıllarında meydana gelmiş rasgele seçilmiş 1.056 tane kayıtlı iş kazasını içermektedir.

### 5.2.2. Rasgele vektörler

Karmaşık bir ağdaki aktörler, çoğunlukla, diğer aktörlerle olan etkileşim ağından oluşan bir sosyal çevrede faaliyet gösterecek şekilde modellenirler. Ayrıca, bazen aktörleri fiziksel bir ortamda modellemek de yararlıdır. Bu yaklaşım, birbirinden uzak olan aktörlerin birbirlerine daha az etkileyebileceklerini ortaya koymaktadır. Dolayısıyla, aktörler arasındaki "uzaklığı" değerlendirmek için, onları  $n$ -boyutlu uzayda rasgele vektörler ile, yani  $(\Omega, \mathcal{F}, P)$  bir olasılık uzayının  $\vec{X}: \Omega \rightarrow \mathbb{R}^n$  rasgele vektörleri ile temsil etmek yararlı olacaktır. Bu yaklaşımla, temsilcilerin fiziksel ortamı daha az soyut olur ve istatistiksel işlemler daha kesin bir şekilde uygulanabilir.

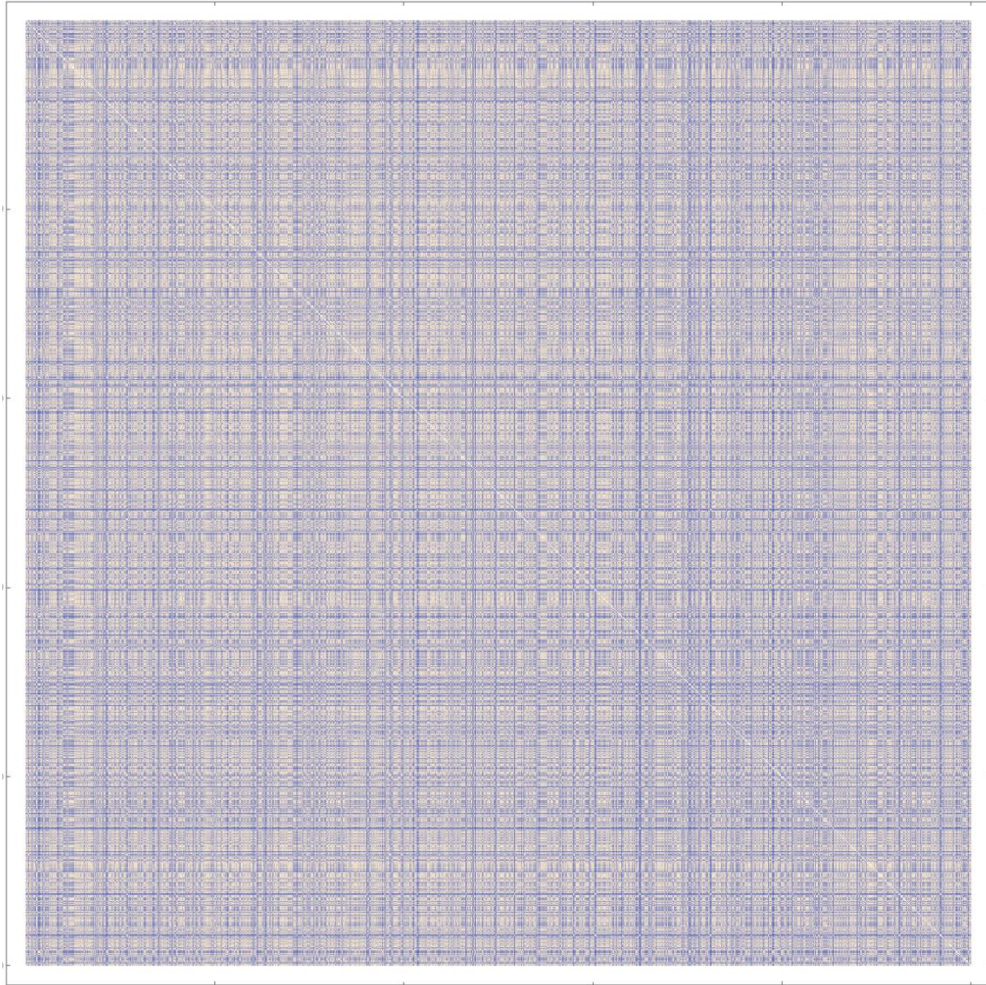
2013-2014 zaman aralığında Türkiye’de gerçekleşmiş iş kazalarını ifade eden rasgele vektörler 13 tane bileşen içermektedir, bir başka deyişle vektörler  $\vec{X}: \Omega \rightarrow \mathbb{R}^{13}$  şeklinde tanımlanmıştır. Her bir bileşen sırasıyla; iş kazası geçiren işçinin yaşı, cinsiyeti, mesleki eğitimi olup olmadığı, iş güvenliği eğitimi olup olmadığı, son işinde çalışma yılı, toplam çalışma yılı, kazanın gerçekleştiği çevre, kazanın gerçekleştiği yer, çalışma ortamı, çalışma çevresi, yaralanmanın sebebi, yaralanmanın türü, yaralanmanın vücuttaki yeri şeklinde belirlenmiştir.

İşçilerin yaşı kazanın gerçekleştiği gün itibari ile işçinin doğum gününden geçen sürenin yıl bazında en küçük tam değeri olarak seçilmiştir. İşçilerin cinsiyeti erkek işçiler için 1, kadın işçiler için 2 olarak belirlenmiştir. Mesleki ve iş güvenliği eğitimleri değerleri eğer eğitime sahipse 1 değilse 2 olarak belirlenmiştir. İşçinin son işinde ve toplam çalışma süreleri kazanın gerçekleştiği gün itibari ile geçen ilgili sürelerin yıl bazında en küçük tam değeri olarak seçilmiştir.

Kazanın gerçekleştiği çevre, kazanın gerçekleştiği yer, çalışma ortamı, çalışma çevresi, yaralanmanın sebebi, yaralanmanın türü, kazanın vücuttaki yeri ile ilgili bileşenlerin kodları SGK tarafından belirlenmiştir. İlgili kodların değişim aralığı EK-6-10'da gösterilmiştir. İş kazalarının rasgele vektörlerinin SGK kodu ile belirlenmiş bileşenlerinin ilgili değerleri büyük olduğu için her bir bileşenin logaritmik dönüşleri ele alınarak rasgele vektörler tanımlanmıştır.

### 5.2.3. İş kazası ağı ve minimum geren ağaçlar

Kullandığımız veri, sözü edilen ekonomik aktivite grubu kısıtlamaları ile 2013 ve 2014 yılları arasında rasgele seçilmiş 1.056 tane kayıtlı iş kazasını içermektedir. İş kazalarını temsil eden her rasgele vektörün korelasyon uzaklık matrisi Şekil 5.2'de verilmiştir.

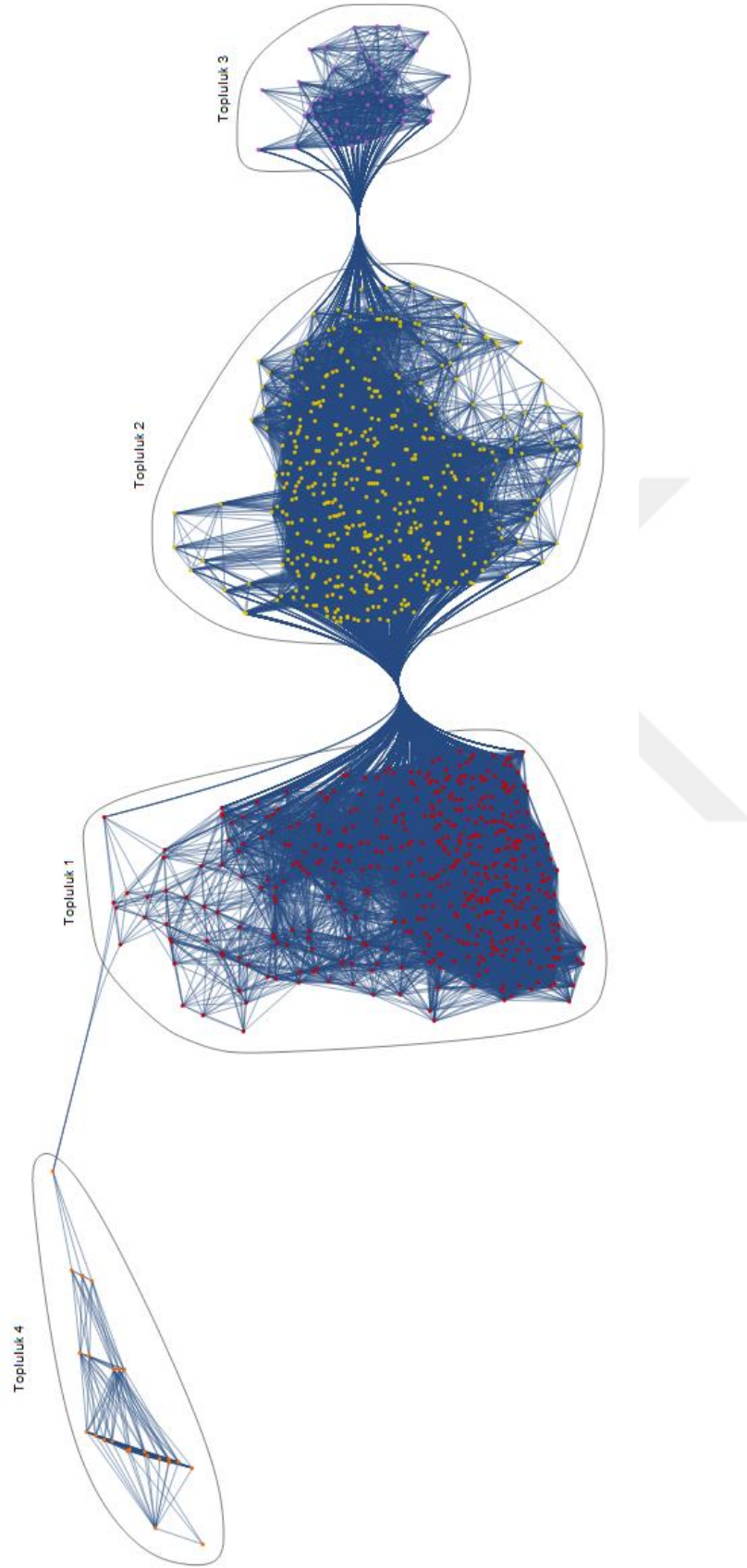


Şekil 5.2. Verinin korelasyon uzaklık matrisi

Eşik değerini (ED) belirlemek için  $h = 10.000$  seçilmiş ve sonuç olarak  $ED = 0,00275$  bulunmuştur. Bir başka değişle  $ED < 0,00275$  ayrıt oluşturma kuralı ile belirlenen ağ birden fazla bileşen içerir. Bu ED değeri aynı zamanda hipotezimizle tutarlıdır, yani düşük boyutlu Öklid uzayında gömülü iş kazası verileri daha güçlü korelasyonları içermektedir.  $ED = 0,00275$  ile etkileşim içerisindeki 1.056 aktörün ağı Şekil 5.3' te gösterildiği gibi 4 topluluk içerir. Topluluklar yüksek modülerlik yöntemi ile belirlenmiştir. Bu bulguda, her bir topluluğun dahili olarak yoğun bağlantılar içerdiği ve Topluluk 1 ve Topluluk 2'nin aralarında güçlü bir bağlantıya sahip olduğu ve benzer şekilde Topluluk 2 ve Topluluk 3'ün güçlü bir şekilde bağlı olduğu görülebilir.

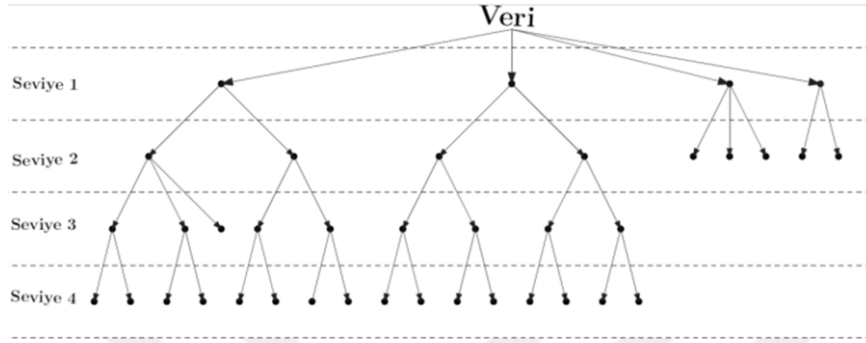






Şekil 5.3. Graf toplulukları

Verilerin alt-topluluklara bölünmesi süreci Şekil 5.4'te verilmiştir. Süreç 4. seviyeye yinelenmiştir. Bölüm ağacındaki en yüksek düğüm verilerdir ve en düşük düğümler 4. düzeydeki alt topluluklardır. Ağaçların her yaprağı bölme işleminin sona ereceği alt topluluklardır.



Şekil 5.4. Verinin alt topluluklara bölünmesi

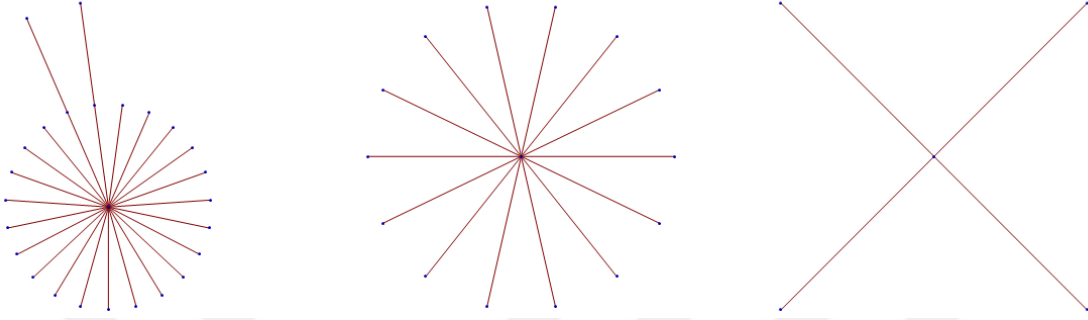
Çizelge 5.4'te, her alt toplumda düğüm sayısı sunulmuştur.

Çizelge 5.4. Her bir alt topluluktaki tepe sayısı

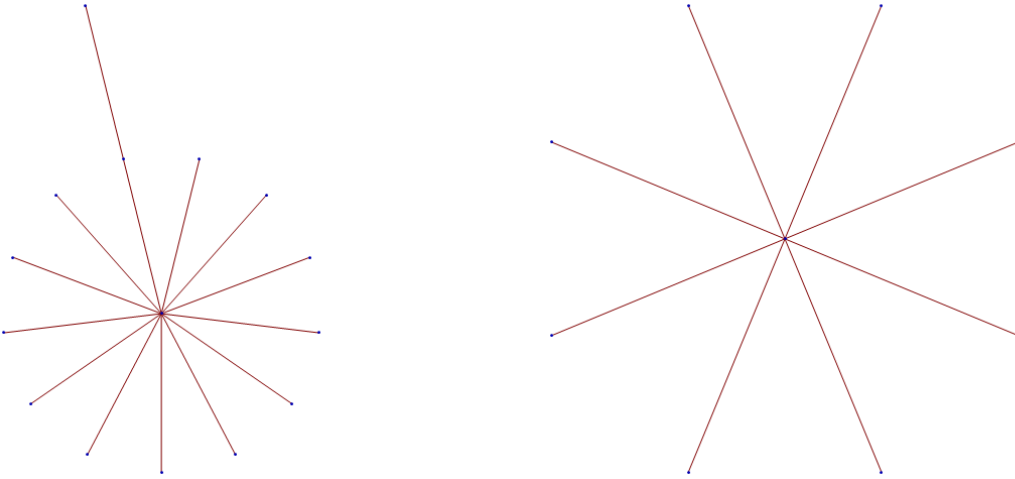
Seviye	Topluluk	Tepe Sayısı	Seviye	Topluluk	Tepe Sayısı
1	1	489	1	3	52
	2	485		4	30
2	1.1	282	3	1.1.1	151
	1.2	185		1.1.2	129
	2.1	248		1.1.3	2
	2.2	215		1.2.1	98
	3.1	32		1.2.2	87
	3.2	29		2.1.1	125
	3.3	17		2.1.2	123
	4.1	28		2.2.1	119
	4.2	20		2.2.2	96
	4	1.1.1.1		78	4
1.1.1.2		73	2.1.1.2	58	
1.1.2.1		66	2.1.2.1	64	
1.1.2.2		63	2.1.2.2	59	
1.2.1.1		53	2.2.1.1	64	
1.2.1.2		45	2.2.1.2	55	
1.2.2.1		45	2.2.2.1	52	
1.2.2.2		42	2.2.2.2	44	

Her bir toplulukta hiyerarşileri elde etmek için, ilk önce, tepelerin ilgili iş kazasını temsil eden vektörler oldukları uzaklık matrisini göz önünde bulundururuz. Ayrıtlar, yukarıda bahsedilen  $ED = 0,00275$  formasyon kuralı ile oluşturulur ve ağırlıklar, genel ağ yapımına benzer şekilde  $dist_{Corr}$  tarafından belirlenir. Daha sonra, her toplulukta Kruskal

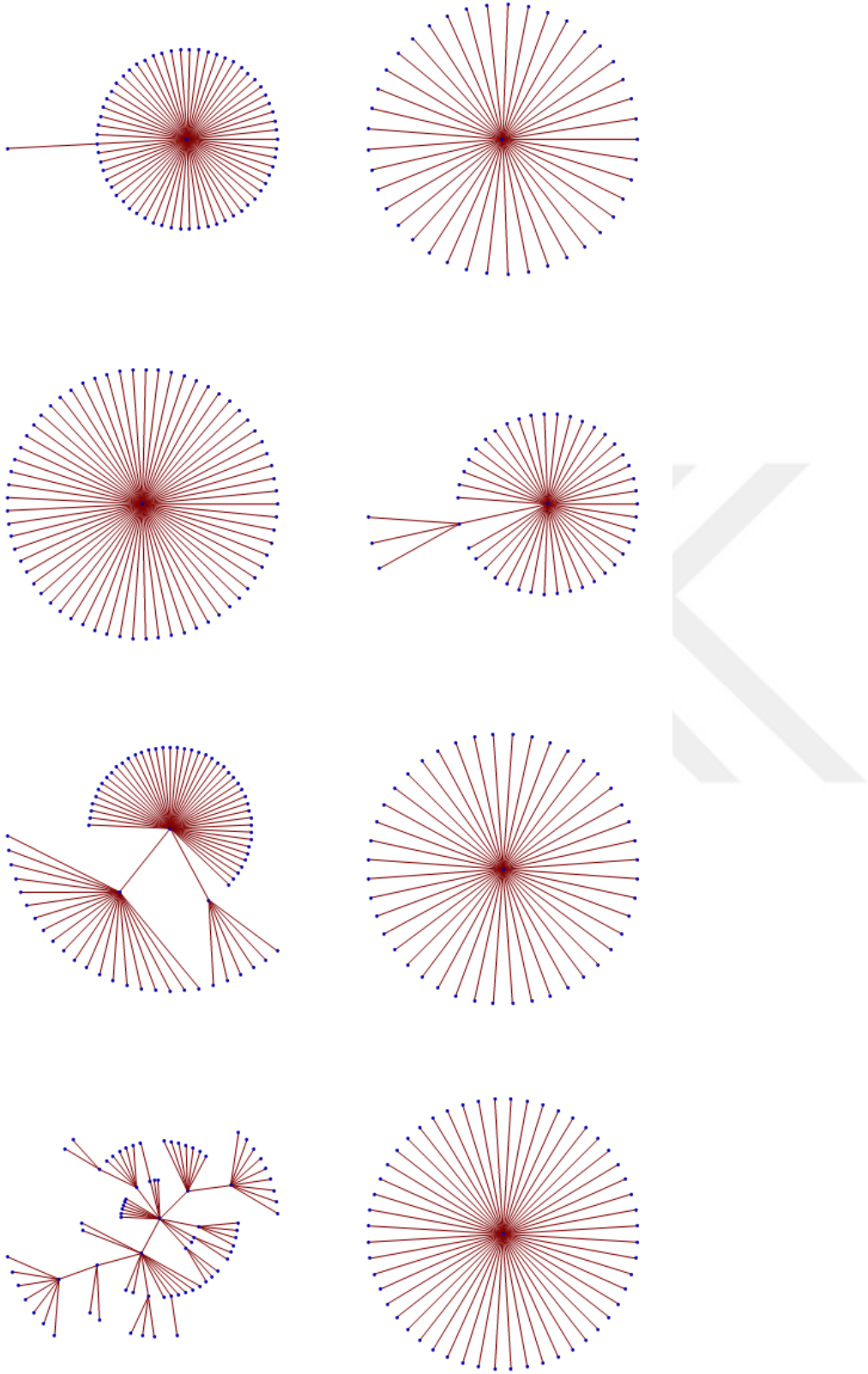
Algoritması (Bollob'as, 2013) kullanılarak minimum geren ağaçlar elde edilmiştir. Ele aldığımız topluluklar Şekil 5.4' te sunulan bölme ağacının yapraklarıdır. Elde edilen minimum geren ağaçlar Şekil 5.5 – Şekil 5.8'de sunulmuştur.



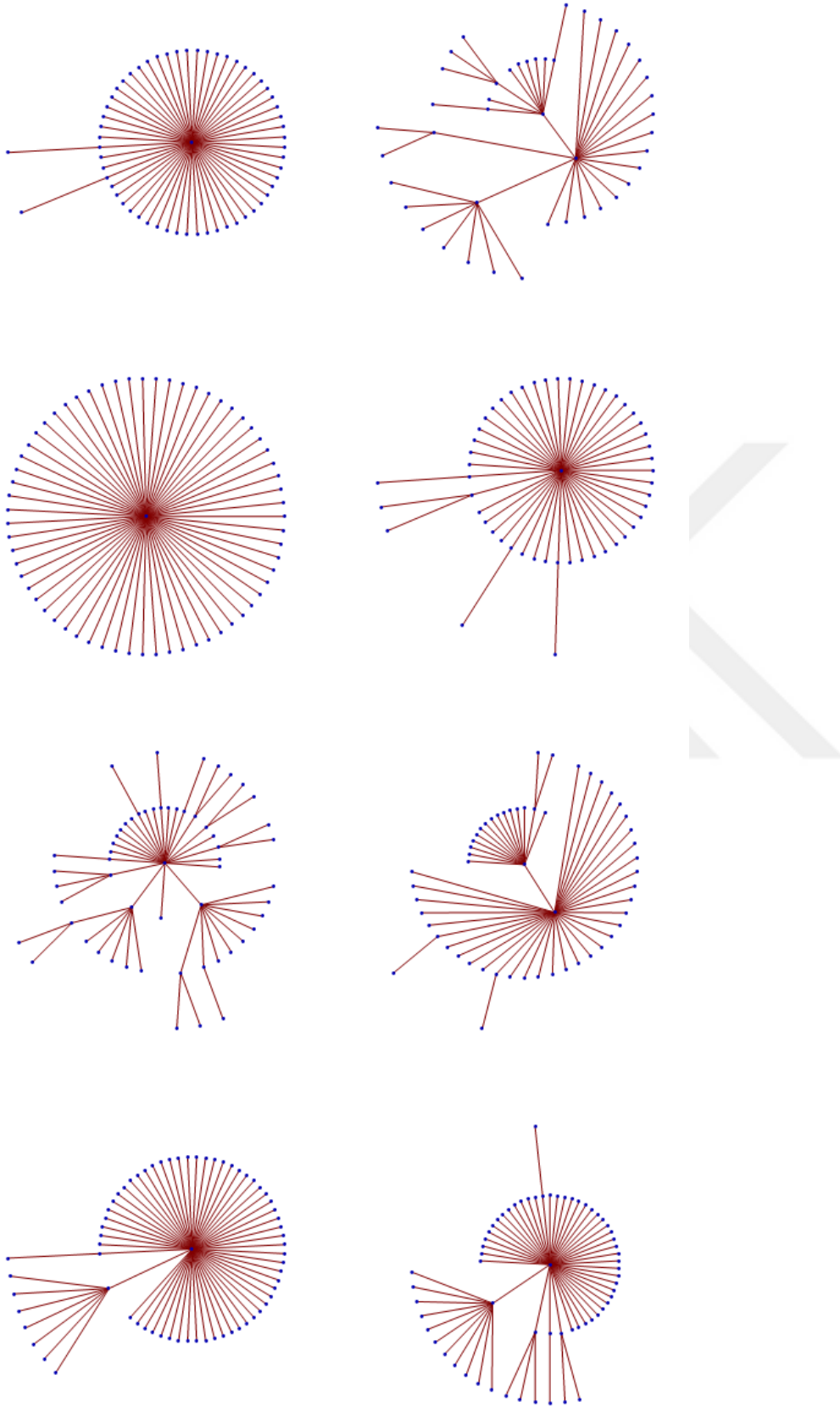
Şekil 5.5. 3.1, 3.2 ve 3.3 alt topluluklarının MST leri



Şekil 5.6. 4.1 ve 4.2 alt topluluklarının MST leri



Şekil 5.7. Atası 1. Topluluk olan 4. seviye alt toplulukların MST leri



Şekil 5.8. Atası 2. Topluluk olan 4. seviye alt toplulukların MST leri

Her bir hiyerarşideki merkezi tepe veya tepelere bitişik tepelerin merkezler ile güçlü korelasyonda olduğu şekillerden açıkça anlaşılmaktadır. Bu nedenle, her merkezi tepe, hiyerarşideki baskın tepe olarak düşünülebilir. Bu baskın tepeler, bilgi akışındaki bir kavşak olan iş kazalarıdır. Çizelge 5.5 – 5.7'de her alt topluluğun merkezi tepeleri vektör formunda verilmiştir.

Çizelge 5.5. 2. seviyedeki MST'lerin merkezi tepeleri

Topluluk	No	MST'deki Merkezi Tepe
3.1	1	(22, 1, 1, 1, 3, 4, 2.08, 2, 0, 1.0414, 1.7075, 1.3222, 1.7853)
3.2	2	(45, 2, 1, 1, 5, 5, 2.08, 2, 0, 1.0414, 1.6902, 1.0414, 1.7993)
3.3	3	(43, 1, 1, 1, 4, 7, 2.08, 2, 0, 1.0414, 1.7993, 1.3424, 1.716)
4.1	4	(44, 1, 1, 1, 29, 29, 2.08, 2, 0, 1.0414, 1.8512, 1.5051, 1.7993)
	5	(51, 1, 1, 1, 35, 35, 2.08, 2, 0, 1.0414, 1.7924, 1.0414, 1.7324)
4.2	6	(37, 1, 1, 1, 20, 20, 2.08, 2, 0, 1.0414, 1.7853, 1.0414, 1.7324)

Çizelge 5.6. Atası topluluk 1 olan 4. seviyedeki MST'lerin merkezi tepeleri

Topluluk	No	MST'deki Merkezi Tepe
1.1.1.1	1	(44, 1, 1, 1, 17, 26, 2.08, 2, 0, 1.0414, 1.0791, 1.8388, 1.7242)
	2	(36, 1, 1, 1, 13, 20, 2.08, 2, 0, 1.0414, 1.7075, 1.0791, 1.8388)
1.1.1.2	3	(36, 1, 1, 1, 8, 17, 2.08, 2, 0, 2.0086, 1.6232, 1.0791, 1.7324)
1.1.2.1	4	(44, 1, 2, 1, 4, 21, 2.08, 2, 0, 1.0414, 1.4913, 1.0414, 1.7406)
1.1.2.2	5	(50, 1, 1, 1, 6, 26, 2.08, 2, 0, 1.0414, 1.4913, 1.5051, 1.8129)
	6	(36, 1, 2, 1, 5, 17, 2.08, 2, 0, 1.0414, 1.7075, 1.0414, 1.7242)
1.2.1.1	7	(41, 1, 1, 1, 5, 25, 2.08, 2, 0, 1.1139, 1.6232, 1.5051, 1.8061)
1.2.1.2	8	(36, 2, 1, 1, 3, 20, 2.08, 2, 0, 1.0414, 1.7993, 1.0414, 1.7324)
1.2.2.1	9	(47, 1, 2, 1, 3, 30, 2.08, 2, 0, 1.0791, 1.7924, 1.5051, 1.7324)
	10	(62, 1, 1, 1, 3, 40, 2.08, 2, 0, 1.0414, 1.5051, 1.0414, 1.2787)
1.2.2.2	11	(44, 1, 1, 1, 7, 29, 2.08, 2, 0, 1.0414, 1.591, 1.0414, 1.7242)

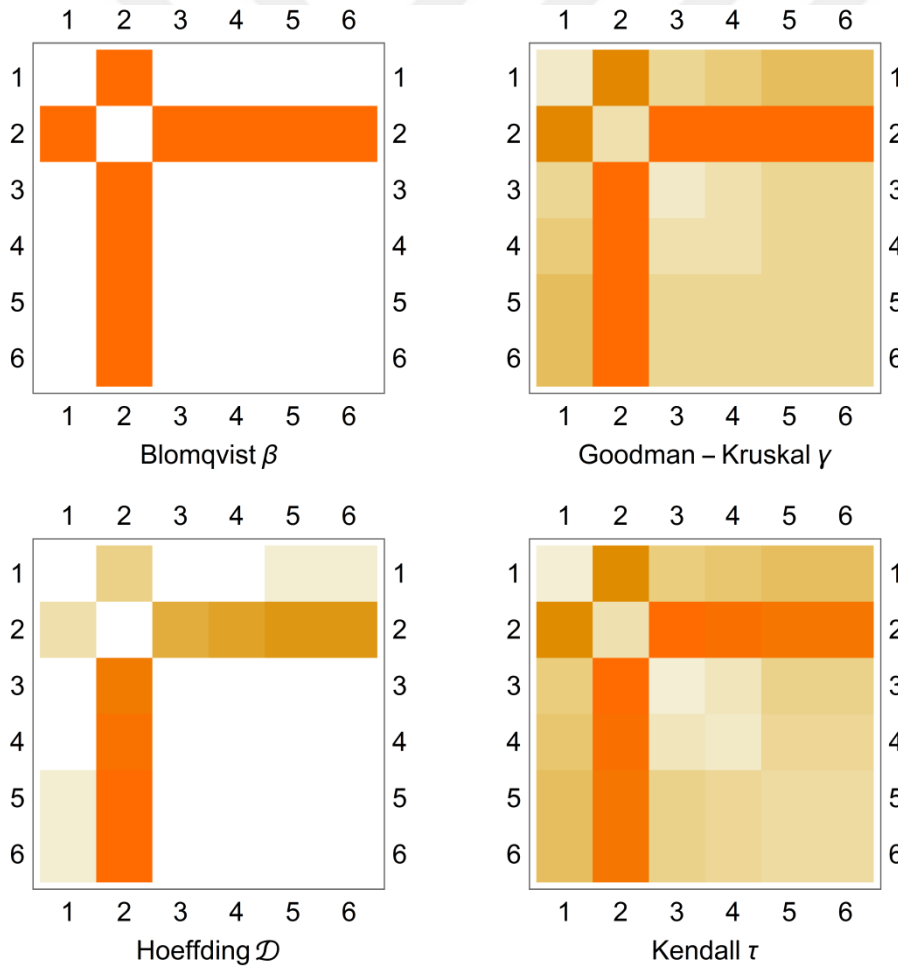
Çizelge 5.7. Atası topluluk 2 olan 4. seviyedeki MST'lerin merkezi tepeleri

Topluluk	No	MST'deki Merkezi Tepe
2.1.1.1	1	(27, 1, 1, 1, 5, 10, 2.08, 2, 0, 1.0414, 1.4913, 1.0414, 1.2552)
2.1.1.2	2	(32, 1, 1, 1, 10, 14, 2.08, 2, 0, 2.0086, 1.6232, 1.5051, 1.8061)
2.1.2.1	3	(52, 2, 1, 1, 5, 21, 2.08, 2, 0, 1.0414, 1.7993, 1.0791, 1.7634)
2.1.2.2	4	(26, 1, 1, 1, 4, 12, 2.08, 2, 0, 1.0414, 1.7924, 1.07918, 1.7242)
2.2.1.1	5	(25, 1, 1, 2, 4, 8, 2.08, 2, 0.3, 1.3617, 1.4913, 1.5051, 1.8129)
2.2.1.2	6	(27, 2, 1, 1, 3, 9, 2.08, 2, 0, 1.0414, 1.4913, 1.5051, 1.7993)
2.2.2.1	7	(35, 1, 1, 1, 4, 10, 2.08, 2, 0, 1.0414, 1.4913, 1.0414, 1.8061)
2.2.2.2	8	(24, 2, 1, 1, 6, 6, 2.08, 2, 0, 1.0414, 1.716, 1.0414, 1.0791)

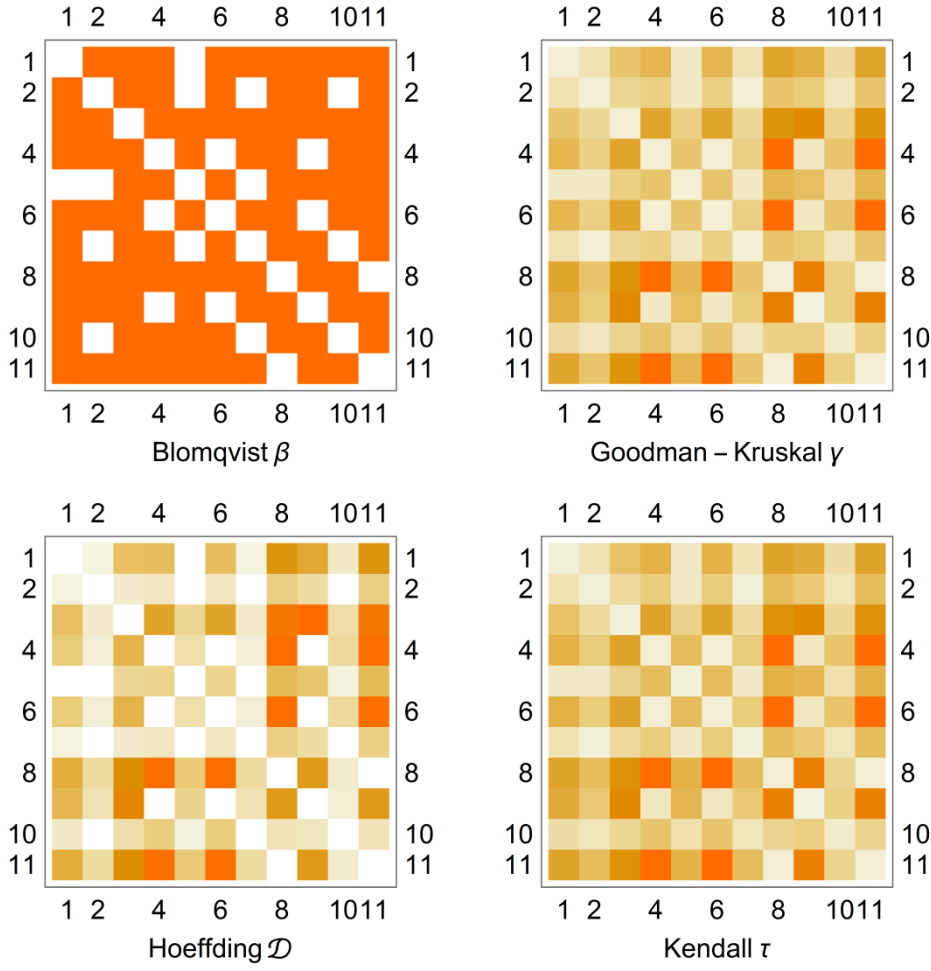
### 5.3. Bağımlılık Analizi

Her bir alt-toplulukta merkezi tepelerin genel yorumunun yanında her tepenin bağımlılığını analiz etmek de mümkündür. Bu amaçla tepeleri belirten rasgele vektörler için normalliği varsaymayan Çizelge 5.5 – 5.7'de verilen vektörler arasında bağımsızlık testleri gerçekleştirilmiştir. Kullandığımız testler Blomqvist  $\beta$ , Goodman-Kruskal  $\gamma$ , Hoeffding  $D$  ve Kendall  $\tau$ 'dır (Durante ve Sempi, 2010). Her bir testin küçük bir p-değeri, vektörlerin bağımlı olduğunu ortaya koymaktadır.

Şekil 5.9 – 5.11'de 2. ve 4. Seviyedeki MST'lerin merkezi tepeleri için ilgili bağımlılık testlerine karşılık gelen p-değerleri verilmiştir.

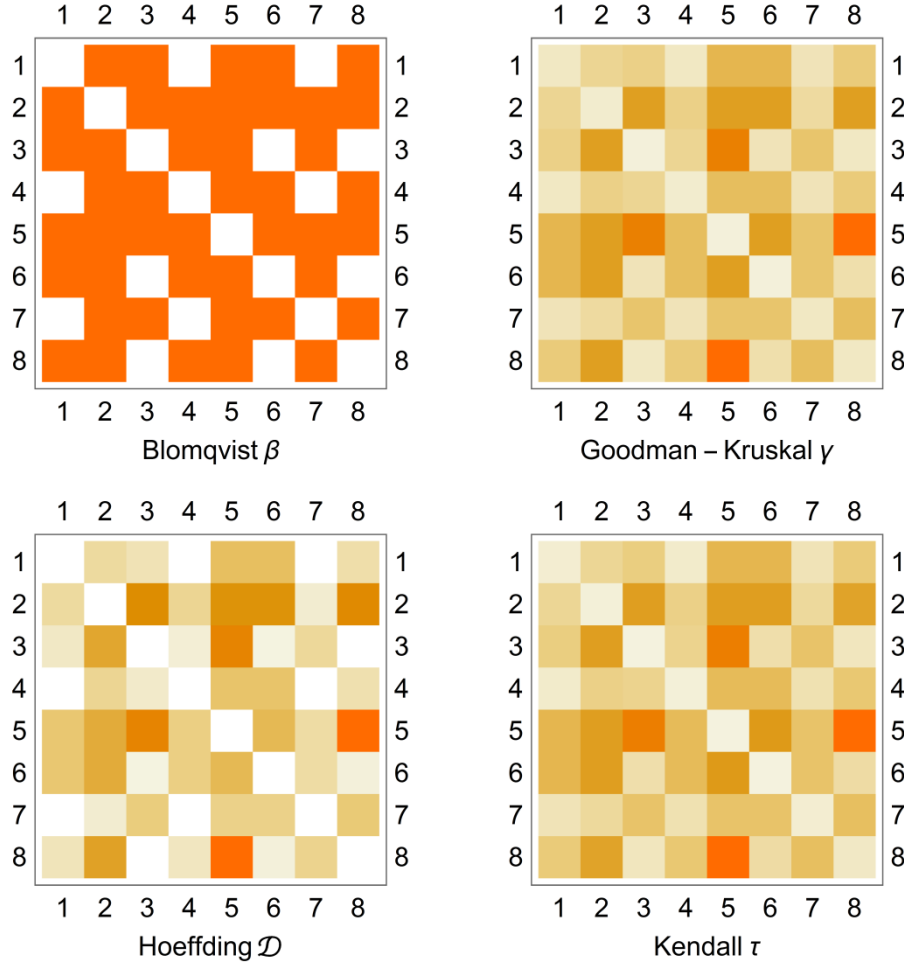


Şekil 5.9. 2. Seviyeye ait alt toplulukların merkezi tepeleri için uygulanan testlerin p-değerleri



Şekil 5.10. Atası Topluluk 1 olan 4. seviyeye ait alt toplulukların merkezi tepeleri için uygulanan testlerin p-değerleri





Şekil 5.11. Atası topluluk 2 olan 4. seviyeye ait alt toplulukların merkezi tepeleri için uygulanan testlerin p-değerleri

#### 5.4. Topoloji Analizi

Bu bölümde, her bir alt topluluğun MST'lerini analiz etmek için topolojik ölçümler incelenmiştir.

Bir MST'deki tepe sayısı  $n$  olmak üzere korelasyon uzaklığı ile oluşturulmuş  $n \times n$  tipinde  $D = [d_{ij}]$  matrisi ile tanımlı ortalama korelasyon ölçüsü

$$L_{MCM} = \frac{2}{n(n-1)} \sum_{i=1}^{n-1} \sum_{j=i+1}^n d_{ij} \quad (5.2)$$

ile tanımlıdır.

MST'nin ayrıtlarının kümesi  $\Omega$  ve  $|\Omega| = n - 1$  olmak üzere normalleştirilmiş ağaç uzunluğu

$$L_{NTL} = \frac{1}{n-1} \sum_{d_{ij} \in \Omega} d_{ij} \quad (5.3)$$

ile tanımlıdır (Jang, Lee ve Chang, 2011; Onnela, Chakraborti ve Kaski, 2003).

İki tepe çifti arasındaki ortalama minimal yolu ölçmek için karakteristik yol uzunluğu kullanılır ve bu uzunluk  $l_{ij}$  değeri  $i$  ve  $j$  tepeleri arasındaki en kısa yolun ayrıt sayısı olmak üzere

$$L_{CPL} = \frac{1}{n(n-1)} \sum_{i,j:i \neq j} l_{ij} \quad (5.4)$$

ile tanımlıdır (Watts, 1999).

Ortalama iş katmanı, MST'nin yoğunluğundaki değişikliğin ölçümüdür. Düzeyi sıfır olarak algılanan merkezi  $v_c$  tepesi ile ortalama iş katmanı,  $lev(v_i)$  değeri  $v_i$  tepesinin  $v_c$  tepesine göre en kısa uzaklığı olmak üzere

$$L_{MOL} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n lev(v_i) \quad (5.5)$$

ile tanımlıdır (Onnela, Chakraborti ve Kaski, 2002).

Belirtilen topolojik ölçümlerin her bir MST için nümerik değerleri Çizelge 5.8 – 5.10'da verilmiştir. Birden fazla merkezi tepesi bulunan MST'ler için  $L_{MOL}$  değeri her bir merkeze göre yapılan hesabın ortalaması olarak alınmıştır.

Çizelge 5.8. 2. Seviyedeki MST'ler için Topolojik Ölçümler

Topluluk	$L_{MCM}$	$L_{NTL}$	$L_{CPL}$	$L_{MOL}$
3.1	0.00184908	0.00278226	3.10462	1.03846
3.2	0.00140774	0.00286405	2.93810	0.93333
3.3	0.00132076	0.00202056	2.85000	0.80000
4.1	0.00082365	0.00063297	3.05238	1.36667
4.2	0.00134115	0.00189874	2.90278	0.88889

Çizelge 5.9. Atası 1. Topluluk olan 4. Seviyedeki MST'ler için Topolojik Ölçümler

Topluluk	$L_{MCM}$	$L_{NTL}$	$L_{CPL}$	$L_{MOL}$
1.1.1.1	0.00771155	0.00353839	4.90709	2.17949
1.1.1.2	0.00262521	0.00268449	3.52302	1.34247
1.1.2.1	0.00115069	0.00212264	2.98508	0.98485
1.1.2.2	0.00127908	0.00172653	3.01510	1.46825
1.2.1.1	0.00086848	0.00140332	2.98149	0.98113
1.2.1.2	0.00090823	0.00221835	2.97828	0.97778
1.2.2.1	0.00109360	0.00221297	3.09949	1.45556
1.2.2.2	0.00109943	0.00169312	2.97677	0.97619

Çizelge 5.10. Atası 2. Topluluk olan 4. Seviyedeki MST'ler için Topolojik Ölçümler

Topluluk	$L_{MCM}$	$L_{NTL}$	$L_{CPL}$	$L_{MOL}$
2.1.1.1	0.00162081	0.00254792	3.19787	1.10448
2.1.1.2	0.00397509	0.00377414	4.12402	1.63793
2.1.2.1	0.00125650	0.00265351	2.98462	0.98437
2.1.2.2	0.00118569	0.00247417	3.04880	1.01695
2.2.1.1	0.00260599	0.00346775	3.47073	1.23563
2.2.1.2	0.00272482	0.00321681	3.53300	1.36364
2.2.2.1	0.00218773	0.00270553	3.16440	1.07692
2.2.2.2	0.00277256	0.00381506	3.94609	1.93182

## 6. SONUÇ

İş kazaları tek bir faktöre değil, bunun yerine çeşitli faktörlerin karmaşık bir sistemine bağlıdır. Bu tez çalışmamızda, girdileri iş kazası geçiren işçinin yaşı, cinsiyeti, mesleki eğitimi olup olmadığı, iş güvenliği eğitimi olup olmadığı, son işinde çalışma yılı, toplam çalışma yılı, kazanın gerçekleştiği çevre, kazanın gerçekleştiği yer, çalışma ortamı, çalışma çevresi, yaralanmanın sebebi, yaralanmanın türü, yaralanmanın vücuttaki yeri gibi rasgele değişkenler olan rasgele vektör olarak temsil edilen iş kazaları sosyal ağı ele alınmıştır.

Analizimiz iş kazası insidans hızı Türkiye ortalamasının (2008-2014) üstünde olan 10 ekonomik faaliyet grubuyla sınırlı tutulmuştur. Bu faaliyet grupları arasından, Türkiye'de 2013 ve 2014 yılları arasında kayıtlı iş kazası örneklemeden 1.056 iş kazası rastgele seçilmiştir.

Yoğun ilişkideki tepelerin kümeleri olan toplulukları belirlemek için, önce ağı basit graf gösterimi oluşturulmuştur. Kümeleme-topluluk belirleme yöntemlerinden yüksek modülerlik yöntemi kullanılmıştır. Bölüntü boyutu 10.000 için, ayırıt belirleme kriteri 0,00275 olarak belirlenmiştir. Bu eşik değeri ayrıca, dikkate aldığımız iş kazalarının birbiriyle yüksek oranda ilişkili olduğunu göstermekte olup ilişkiyi belirlemek için pearson korelasyon katsayısı kullanılmıştır. Dolayısıyla, ilk düzeydeki toplulukları ele almak yerine verinin parçalanışındaki daha alt seviyelerde bulunan alt topluluklar elde edilmiştir. Alt toplulukları elde etmek için, ağ oluşturma kuralı her bir alt topluluğa tekrarlı bir şekilde uygulanmıştır. Her bir alt topluluk atası olan üst topluluklardan daha az sayıda tepe içerdiğinden ve eşik değeri sabit olduğu için, bu tekrarlama süreci üstel olarak azalan zaman karmaşıklığı ile çalışır. İkinci bölme düzeyinde 3. ve 4. topluluk, sırasıyla üç ve iki alt toplulukla sonuçlanır. Üçüncü seviyede, 2 tepeli alt topluluk 1.1.3 oluşmaktadır. Bu alt topluluk veri kümesindeki ayırık değer olarak düşünülebilir, bu yüzden analizimizden hariç tutulmuştur. Bölümleme süreci dördüncü seviyeye kadar devam ettikten sonra, 1. ve 2. topluluklarının her biri sekiz alt toplulukla sonuçlanmıştır.

Grafın ve alt graflarının MST yöntemi kullanılarak iş kazaları içinde alt baskın ultra-metrik yapıların topolojisi belirlenmiştir. Her MST'nin merkezi tepeleri, yerel kümelemeye karşılık gelen topluluktaki en etkili iş kazalarıdır (Bkz. Ek-11).

Bölüntünün 2. seviyesindeki MST'lerin merkezi tepeler kümesinde, işçilerin yaşı 40,33; son işteki çalışma yılı 16 ve toplam çalışma yılı 16,66 ortalamaları elde edilmiştir. Sadece bir işçi kadındır ve mesleki eğitim almamış ancak iş güvenliği eğitimi almıştır. Diğer tüm işçiler mesleki ve iş güvenliği eğitimine sahiptir. Tüm kazalar işçinin sürekli olarak çalıştığı sabit işyerinde gerçekleşmiştir. Bu sabit işyerleri tüm kazalar için üretim alanı, fabrika ve atölye olarak sınıflandırılmıştır. Yaralanma sebepleri; kas/iskelet sistemi üzerinde fiziksel baskı, sivri uçlu, sert veya kaba, keskin bir materyal araç ile temas veyahutta arasında, altında, içinde kısılmak, ezilmek olarak değişmektedir. Yaralanmalar en çok parmaklar ve ayak bileği yüzeyleindedir. Kol ve kalça kemiklerinde açık veya kapalı kırık şeklinde yaralanmalar mevcuttur.

Bölüntünün 4. seviyesindeki atası 1. topluluk olan MST'lerin merkezi tepeler kümesinde, işçilerin yaşı 43,27; son işteki çalışma yılı 6,72 ve toplam çalışma yılı 24,63 ortalamaları elde edilmiştir. Bu MST'deki işçilerden sadece bir tanesi kadındır ve bütün işçiler iş güvenliği eğitimine sahiptir. Üç işçinin mesleki eğitimleri yoktur. Tüm kazalar işçinin sürekli olarak çalıştığı sabit işyerinde gerçekleşmiştir. Bu sabit işyerleri üretim alanı, fabrika, atölye, bakım alanı, onarım atölyesi, temelde depo, yükleme, boşaltma için kullanılan alanlar ve yeraltı madeni olarak sınıflandırılmıştır. En sıklıkla karşılaşılan yaralanmalar düşen bir nesnenin darbesi, keskin bir materyal araç ile temas, düşüşten dolayı çarpışma sebebiyle gerçekleşmiştir. Bu yaralanmaların vücuttaki yeri en sık olarak el, bilek ve parmaklarda ve kafa bölgesinde gerçekleşen yüzeysel yaralanmalar ile ayak, ayak parmakları ve parmaklarda burkulma ve incinmelerdir.

Bölüntünün 4. seviyesindeki atası 2. topluluk olan MST'lerin merkezi tepeler kümesinde, işçilerin yaşı 31; son işteki çalışma yılı 5,12 ve toplam çalışma yılı 11,25 ortalamaları elde edilmiştir. Bütün işçiler mesleki eğitime sahiptir. Yalnızca bir işçinin iş güvenliği eğitimi yoktur. Tüm kazalar işçinin sürekli olarak çalıştığı sabit işyerinde gerçekleşmiştir. En yoğun sabit işyerleri üretim alanı, fabrika, atölye olarak sınıflandırılmıştır. En sıklıkla karşılaşılan yaralanmalar bir şeye doğru düşey hareket, çarpışma (düşüşten dolayı) gerçekleşmiştir. Bu yaralar en sık olarak ayak, yüz ve kafa bölgesinde gerçekleşen yüzeysel yaralanmalar ile ayak, ayak bileği ve ayak parmaklarında burkulmalar ve incinmelerdir.

MST'lerdeki merkezi tepeleri analiz etmenin en etkili yollarından biri de merkezi tepelerin vektörel bağımlılık analizlerinin yapılmasıdır. Bu nedenle merkezi tepelere istatistiksel testler uygulanmıştır.

Testlerin sonuçları 2. seviyedeki MST'lerde bağımlılıkları en yüksek tepe ikililerinin (3,4) ve (5,6); 4. seviyede atası 1. topluluk olan MST'lerde bağımlılıkları en yüksek tepe ikililerinin (1,5), (2,5), (2,7), (2,10), (4,6), (6,9), (7,10) ve (8,11); 4. seviyede atası 2. topluluk olan MST'lerde bağımlılıkları en yüksek tepe ikililerinin (1,4), (1,7), (3,6), (3,8), (4,7) ve (6,8) olduğunu göstermektedir. İkililer; cinsiyet, mesleki ve iş güvenliği eğitimi alıp almadıkları, çalışma ortamı, çalışma çevresi, kazanın gerçekleştiği yer ve çevre bileşenleri ile ilişkilenebilmektedir (Bkz. Ek-11).

Ağdaki baskın bilgi akışı MST'lerin merkezi tepeleri üzerinden olmaktadır. Fakat bu aktörlerin kümelenmesi veya sınıflandırılması iş kazalarının kompleks yapısını anlamak için yeterli değildir. Her bir MST'nin topolojisi aktörler arasındaki ayrıtlar ile kurulduğundan ayrıtlar için topolojik ölçümler de sunulmuştur.

Ortalama benzerlik ölçüsü ve normalleştirilmiş ağaç uzunluğu MST'nin kırılabilirliği için ölçümlerdir. 2. seviyedeki alt topluluklar 3.1 ve 3.2'nin  $L_{NTL}$  ölçüsü ağır kurulması için hesaplanmış eşik değeri olan 0,00275'ten daha küçük olduğundan bu iki alt topluluk en kırılabiliridir. Benzer şekilde bu iki alt topluluk için  $L_{MCM}$  ve  $L_{NTL}$  değerleri arasındaki değişim oldukça fazladır. Bu sebeple, rasgele vektörlerin rasgele değişkenlerindeki küçük değişiklikler ilgili MST'de büyük değişikliklere yol açar. Bu iki alt toplulukta en çok rastlanan kazaların bileşenleri ise iş güvenliği ve mesleki eğitim almış erkek sigortalıların, sürekli olarak çalıştığı sabit işyerinde, üretim alanında, parmaklardan yüzeysel olarak yaralanmalarıdır.

Yüksek  $L_{MOL}$  değeri daha düzgün ağ yapısını gösterir ve  $L_{CPL}$  ağın kompaktlığı için bir ölçüdür. Böylelikle, 2. Seviyedeki MST'ler arasında 4.1 alt topluluğu topolojik bakış açısından önemli iş kazalarını ifade etmek için en uygun alt topluluktur. Benzer şekilde, 4. Seviyedeki 1.1.1.1, 2.1.1.2 ve 2.2.2.2 alt toplulukları ilgili oldukları ataları için önemli iş kazalarını ifade eden en uygun olan alt topluluklardır. Bu iki alt toplulukta en çok rastlanan kazaların bileşenleri ise iş güvenliği ve mesleki eğitim almış erkek sigortalıların,

sürekli olarak çalıştığı sabit işyerinde, üretim alanında, sert veya kaba materyal araç ile teması sonucunda parmaklardan yüzeysel olarak yaralanmalarıdır.

Analizimiz ile iş kazalarının aktör olarak ele alındığı karmaşık sistemler de graflarla görselleştirilebilmiştir. Karmaşık sistemlerin modellenmesinde Matematiksel görselleştirme yöntemlerinden uygulamalı matematiğin bir alt dalı olan graf teorisi ile iş kazaları soysal ağının analiz edilmesinde önemli sonuçlar ve farklı ilişkiler elde edilmiştir. Veri boyutu yüksek olan iş kazaları sosyal ağının analizinde graf teorisi, fenomeni anlamamızı sağlamıştır.

Geleneksel ve betimleyici istatistiksel yöntemler iş kazalarının olduğu durumlar sonucunda toplanan bilgilerden iş kazalarını oluşturan belli bir soruna veya belli bir sektörde meydana gelen iş kazalarına odaklanmaktadır. Kazaya dair tüm bileşenlerin ilişkilerini ve tüm iş kazaları ile olan etkileşimini incelemek için graflar ile görselleştirilmelidirler.

Kısıtların ve sınırlılıkların kaldırılarak daha yüksek boyutlarda verinin graf teori ile analizine imkan sağlayacak altyapıya sahip sistemler kurgulanmalı tüm kazaların veya yalnızca sektörel kazaların modüler olarak seçimli halde sunulduğu ara yüzler geliştirilmeli ve SGK tarafından istatistik yıllıklarının yanı sıra bu tip analizlere imkan sağlayan programlarda hizmete açılarak Ülkeye kazandırılmalıdır.

Tez çalışmamızın, iş kazalarının öngörülememiş sebeplerinin keşfedilmesine imkan sağlayarak iş kazalarını önleme açısından yeni bir adım daha atılabilmesine katkı sunmasını umud ederiz.

## KAYNAKLAR

- Adriaans, P., Zantinge, D. (1996). *Data mining addison wesley longman limited*. Harlow: Edinbrough Gate, 52-55.
- Agarwal, G., Kempe, D. (2008). Modularity-maximizing graph communities via mathematical programming. *The European Physical Journal B*, 66(3), 409-418.
- Aggarwal, C. C., Reddy, C. K. (Eds.). (2013). *Data clustering: algorithms and applications*. Newyork: CRC, 64-65.
- Agrawal, R., Imieliński, T., Swami, A. (1993). Mining association rules between sets of items in large databases. *In Acm Sigmod Record*. 22(2), 207-216.
- Agrawal, R., Srikant, R. (1994, September). Fast algorithms for mining association rules. *Very Large Data Bases*, 1215, 487-499.
- Ahlgren, P., Jarneving, B., Rousseau, R. (2003). Requirements for a cocitation similarity measure, with special reference to Pearson's correlation coefficient. *Journal of the Association for Information Science and Technology*, 54(6), 550-560.
- Akpınar, H. (2000). Veri tabanlarında bilgi keşfi ve veri madenciliği. *İstanbul Üniversitesi İşletme Fakültesi Dergisi*, 29(1), 1-22.
- Alagöz, A., Serdar, Ö. G. E., Ortakarpuz, M. (2014). Bir kurumsal zekâ teknolojisi olarak veri madenciliği ile muhasebe bilgi sistemi ilişkisi. *Selçuk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, Dr. Mehmet YILDIZ Özel Sayısı, 1-21.
- Albayrak, A. S., Yılmaz, Ö. G. Ş. K. (2009). Veri madenciliği: Karar ağacı algoritmaları ve İMKB verileri üzerine bir uygulama. *Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 14(1), 34-38.
- Aldous, J. M., Wilson, R. J. (2003). *Graphs and applications: an introductory approach*. NY: Springer Science & Business Media, 25-50.
- Aliakbary, S., Motallebi, S., Rashidian, S., Habibi, J., Movaghar, A. (2015). Distance metric learning for complex networks: Towards size-independent comparison of network structures. *Chaos: An Interdisciplinary Journal of Nonlinear Science*, 25(2), 023111.
- Alkan, A. (2007). *Finansal uygulamalarda veri madenciliği*. TBD İstanbul Bilişim Kongresi, İstanbul, Türkiye.
- Alpaydın, E. (2000). *Zeki veri madenciliği: Ham veriden altın bilgiye ulaşma yöntemleri*. Bilişim 2000 Eğitim Sempozyumunda sunuldu, İstanbul.
- Argüden, Y., Erşahin, B. (2008). *Veri madenciliği: Veriden bilgiye, masraftan değere*. İstanbul: ARGE Danışmanlık Yayınları, 62-63.



- Aydınlı, İ. (2006). İş kazasının görevli mahkemenin belirlenmesindeki etkisi ve kalp krizinin iş kazası niteliğine ilişkin karar incelemesi. *Çimento İşveren Dergisi*, 20, 5.
- Azevedo, A. I. R. L., Santos, M. F. (2008, July). *KDD, SEMMA and CRISP-DM: a parallel overview*. IADS-DM, In IADIS European Conf. Data Mining, Portugal, 182-185.
- Bain, L. J., Engelhardt, M. (1987). *Introduction to probability and mathematical statistics*. ABD: Brooks/Cole, 53-78.
- Balcı, M. A. (In Press). Hierarchies in communities of borsa İstanbul Stock Exchange. *Hacettepe Journal of Mathematics and Statistics*, 145(2), 777.
- Balcı, M. A., Akgüller, Ö. (2015). Mathematical Morphology on Soft Sets for Application to Metabolic Networks. *In Advanced Computational Methods for Knowledge Engineering*, 358, 209-218.
- Balcı, M. A., Akgüller, Ö. (2016). Soft vibrational force on stock market networks. *Library Journal*, 3(11), 30-50.
- Balcı, M.A., Kurt, M., Tuna, G. (2016, Mayıs). *Türkiye'de meydana gelen iş kazalarının analizi için bir yöntem*. 1.Uluslararası İş Güvenliği ve Çalışan Sağlığı Kongresi, Kocaeli, Türkiye.
- Barefoot, C. A., Entringer, R., and Swart, H. (1987). Vulnerability in graphs-a comparative survey. *J. Combin. Math. Combin. Comput*, 1(38), 13-22.
- Bates, F. L., Peacock, W. G. (1989). Conceptualizing social structure: The misuse of classification in structural modeling. *American Sociological Review*, 50(4), 565-577.
- Bayır, M., Ergül, M. (2006). *İş güvenliği ve risk değerlendirme uygulamaları*. Bursa: Uluslararası Kalıp Üreticileri Birliği Yayınları, 63.
- Baykal, A. (2006). Veri madenciliği uygulama alanları. *Denizli Üniversitesi Ziya Gökalp Eğitim Fakültesi Dergisi*, 7, 95-107.
- Baykal, N. (2003). *Veri tabanı ve veri madenciliği*. Tıp Bilişimi Güz Okulu Ders Notları, Kayseri: Erciyes Üniversitesi, 25-27.
- Benavides, F. G., Benach, J., Muntaner, C., Delclos, G. L., Catot, N., and Amable, M. (2006). Associations between temporary employment and occupational injury: what are the mechanisms? *Occupational and environmental medicine*, 63(6), 416-421.
- Berry, M. J., Linoff, G. (1997). *Data mining techniques: for marketing, sales, and customer support*. ABD: John Wiley & Sons, 110-117.
- Bevilacqua, M., Ciarapica, F. E., Giacchetta, G. (2008). Industrial and occupational ergonomics in the petrochemical process industry: A regression trees approach. *Accident Analysis & Prevention*, 40(4), 1468-1479.

- Bird, F. E., Germain, G. L. (1996). *Practical loss control leadership*. USA: Det Norske, 46-57.
- Bollobás, B. (2013). *Modern graph theory*. Berlin: Springer Science & Business Media, 1-25.
- Borůvka, O. (1926). O jistém problému minimálním. *Práce moravské přírodovědecké společnosti*, 6(4), 57-63.
- Bray, J. R., Curtis, J. T. (1957). An ordination of the upland forest communities of southern Wisconsin. *Ecological monographs*, 27(4), 325-349.
- Brida, J. G., Risso, W. A. (2010). Hierarchical structure of the German stock market. *Expert Systems with Applications*, 37(5), 3846-3852.
- Brin, S., Motwani, R., Silverstein, C. (1997, June). Beyond market baskets: Generalizing association rules to correlations. *In Acm Sigmod Record*, 26(2), 265-276.
- Brunner, R. J., Djorgovski, S. G., Prince, T. A., Szalay, A. S. (2002). Massive datasets in astronomy. *In Handbook of massive data sets*, 931-979.
- Buckley, F., Harary, F. (1990). *Distance in graphs*. Newyork: Addison-Wesley, 117-127.
- Bunke, H., Foggia, P., Guidobaldi, C., Vento, M. (2003). Graph clustering using the weighted minimum common supergraph. *GBRPR*, 2726, 235-246.
- Cam, İ. (1993). *Türkiye'deki iş kazaları ve meslek hastalıkları probleminin çözümünde iş güvenliği eğitiminin önemi üzerine bir araştırma*. Ankara: Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı Yayını, 231.
- Camkurt, M. Z. (2007). İşyeri çalışma sistemi ve işyeri fiziksel faktörlerinin iş kazaları üzerindeki etkisi. *TÜHİS İş hukuku ve İktisat Dergisi*, 20(6), 80-104.
- Camkurt, M.Z. (2013). Çalışanların kişisel özelliklerinin iş kazalarının meydana gelmesi üzerindeki etkisi. *TÜHİS İş hukuku ve İktisat Dergisi*, 24(6), 70-101.
- Caniklioğlu, N. (2006). Sosyal sigortalar ve genel sağlık sigortası kanun tasarısına göre kısa vadeli sigorta hükümleri. *Çalışma ve Toplum*, 8(1), 50-92.
- Cascio, W. F. (1986). *Managing human resources*. New York: McGraw-Hill, 85-96.
- Ceylan, H. (2000). *İmalat sistemlerindeki iş kazalarının tahmini için ağırlıklandırılmış ortalamalardan sapma tekniği*. Yayınlanmamış Doktora Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Ceylan, H. (2011). Türkiye'deki iş kazalarının genel görünümü ve gelişmiş ülkelerle kıyaslanması. *International Journal of Engineering Research and Development*, 3(2), 18-24.
- Ceylan, H. (2012). Analysis of occupational accidents according to the sectors in Turkey. *Gazi University Journal of Science*, 25(4), 909-918.

- Chan, T. F., Osher, S., Shen, J. (2001). The digital TV filter and nonlinear denoising. *IEEE Transactions on Image Processing*, 10(2), 231-241.
- Chang, L. Y., Wang, H. W. (2006). Analysis of traffic injury severity: An application of non-parametric classification tree techniques. *Accident Analysis & Prevention*, 38(5), 1019-1027.
- Chapman, P., Clinton, J., Kerber, R., Khabaza, T., Reinartz, T., Shearer, C., and Wirth, R. (2000). *CRISP-DM 1.0 Step-by-step data mining guide*. CA:SPSS, 77-88.
- Chartrand, G., Lesniak, L. (1986). *Graphs & digraphs*, Belmont: Wadsworth Publ. Co., 57-86.
- Cheng, C. W., Lin, C. C., Leu, S. S. (2010). Use of association rules to explore cause-effect relationships in occupational accidents in the Taiwan construction industry. *Safety science*, 48(4), 436-444.
- Cheng, C. W., Yao, H. Q., Wu, T. C. (2013). Applying data mining techniques to analyze the causes of major occupational accidents in the petrochemical industry. *Journal of Loss Prevention in the Process Industries*, 26(6), 1269-1278.
- Chi, C. F., Chen, C. L. (2003). Reanalyzing occupational fatality injuries in Taiwan with a model free approach. *Safety Science*, 41(8), 681-700.
- Christian, M. S., Bradley, J. C., Wallace, J. C., Burke, M. J. (2009). Workplace safety: A meta-analysis of the roles of person and situation factors. *Journal of Applied Psychology*, 94 (5), 1103–1127.
- Christofides N. (1986). *Graph Theory*. London: Academic Pres, 1-13.
- Chung, H. M., Gray, P. (1999). Special section: Data mining. *Journal of management information systems*, 16(1), 11-16.
- Clauset, A. (2005). Finding local community structure in networks. *Physical review E*, 72(2), 26-132.
- Clauset, A., Cristopher, M., Mark, E. J. N. (2008). Hierarchical structure and the prediction of missing links in networks. *Nature*, 453(7191), 98-101.
- Clauset, A., Newman, M. E., Moore, C. (2004). Finding community structure in very large networks. *Physical review E*, 70(6), 66-111.
- Cvetković, D. M., Rowlinson, P. and Simic, S. (1997). *Eigenspaces of graphs*. UK: Cambridge University Press, 132-147.
- Çakır, Ö. (2008). *Veri madenciliğinde sınıflandırma yöntemlerinin karşılaştırılması: bankacılık müşteri veri tabanı üzerinde bir uygulama*. Doktora Tezi, Marmara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul.
- Çenberci, M. (1985). *Sosyal Sigortalar Kanunu şerhi*. Ankara: Olgaç Matbaası, 439.

- Dağdeviren, M., Eraslan, E., Kurt M. (2005). Çalışanların toplam iş yükü seviyelerinin belirlenmesine yönelik bir model ve uygulaması. *Gazi Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 20(4), 30-62.
- Danon, L., Diaz-Guilera, A., Duch, J., Arenas, A. (2005). Comparing community structure identification. *Journal of Statistical Mechanics: Theory and Experiment*, 9, 20-32.
- Demirbilek, T. (2005). *İş güvenliği kültürü*. İzmir: Legal Yayıncılık, 219.
- Demirer A, (2013). *İş sağlığı ve güvenliği ders notları*. Sakarya: Sakarya Üniversitesi Yayınları, 33-36.
- Deo, N. (2017). *Graph theory with applications to engineering and computer science* (Dover edition). Newyork: Courier Dover Publications, 478.
- Diestel, R. (2005). *Graph theory, ser. Graduate Texts in Mathematics*. Heidelberg: Springer-Verlag, 173.
- Dillon, W. R., Goldstein, M. (1984). Multivariate analysis: methods and approaches. NJ: Jhon Wiley & Sons, 50-55.
- Dolgun, M. Ö. (2006). *Büyük alışveriş merkezleri için veri madenciliği uygulamaları*. Yüksek Lisans Tezi, Hacettepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Duch, J., Arenas, A. (2005). Community detection in complex networks using extremal optimization. *Physical review E*, 72(2), 27-104.
- Durante, F., Sempi, C. (2010). Copula theory: an introduction. *In Copula theory and its applications*, 3-31.
- Elmas, Ç. (2003). *Yapay sinir ağları*. Ankara: Seçkin Yayıncılık, 27-37.
- Eren, F. (1974). *Borçlar hukuku ve iş hukuku açısından işverenin iş kazası ve meslek hastalığından doğan sorumluluğu*. Ankara: Ankara Üniversitesi Hukuk Fakültesi Yayınları, 344.
- Farboudi, S. (2009). *Tıp bilişiminde istatistiksel veri madenciliği*. Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Hacettepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Ferguson, T. S. (2014). *Mathematical statistics: A decision theoretic approach*. NY: Academic pres, 98-137.
- Fjällström, P. O. (1998). *Algorithms for graph partitioning: A survey*. Linköping: Linköping University Electronic Press, 85-98.
- Flake, G. W., Tarjan, R. E., Tsioutsoulouklis, K. (2004). Graph clustering and minimum cut trees. *Internet Mathematics*, 1(4), 385-408.
- Franz, M. O., Schölkopf, B., Mallot, H. A., Buelthoff, H. H. (1998). Learning view graphs for robot navigation. *Autonomous Robots*, 5(1), 111-125.

- Friedman, J. H. (1998). Data mining and statistics: What's the connection? *Computing Science and Statistics*, 29(1), 3-9.
- Ganti, V., Gehrke, J., Ramakrishnan, R. (1999). Mining very large databases. *Computer*, 32(8), 38-45.
- Gerek, N., Karaca, N. G., Baybora, D., Kocabaş, F. (2013). *İş ve sosyal güvenlik hukuku*. Eskişehir: Anadolu Üniversitesi Yayınları, 36.
- Girvan, M., Newman, M. E. (2002). Community structure in social and biological networks. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 99(12), 7821-7826.
- Giudici, P. (2005). *Applied data mining: statistical methods for business and industry*. Italy: John Wiley & Sons, 69-127.
- Goldberg, D. E. (1989). Genetic algorithms in search, optimization, and machine learning. *ABD: Addison-Wesley*, 412.
- Gordon, J. E. (1949). The epidemiology of accidents, *American Journal of Public Health* 39(4), 504-515.
- Green, D. G., Bossomaier, E. J. (2000). *Complex systems*, Cambridge: Cambridge University Press, 51-90.
- Günel, İ. (2011). İşverenin iş kazası ve meslek hastalığından doğan tazminat sorumluluğu. *Türkiye Adalet Akademisi Dergisi*, 7(3), 25-30.
- Güven, E. (1976), *Sosyal sigortalar genel uygulama ilkeleri ve sosyal sigorta kolları*. Eskişehir: EİTİA Yayınları, 85-106.
- Güyağüler T., Önder Ü.Y. (1991, Mayıs). *İş kazalarında insan faktörünün önemi*. Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı İşçi Sağlığı ve İş Güvenliği Sempozyumunda sunuldu, Ankara.
- Güzel, A., Okur, A. R., Caniklioğlu, N. (2010). *Sosyal güvenlik hukuku*. İstanbul: Beta Basım Yayım Dağıtım, 96-104.
- Haddon, W. J. (1973). Energy damage and 10 countermeasure strategies, *Journal of Trauma* 13(4), 321-331.
- Hair, J. F., Black, W. C., Babin, B. J., Anderson, R. E., Tatham, R. L. (1998). *Multivariate data analysis*. NJ: Prentice hall, 207-219.
- Hales, T. R., Sauter, S. L., Peterson, M. R., Fine, L. J., Putz-Anderson, V., Schleifer, L. R., Ochs, T. T., Bernard, B. P. (1994). Musculoskeletal disorders among visual display terminal users in a telecommunications company. *Ergonomics*, 37(10), 1603-1621.
- Han, J., Pei, J., Kamber, M. (2011). *Data mining: concepts and techniques*. USA: Elsevier, 33-48.

- Hand, D. J. (1998). Data mining: Statistics and more? *The American Statistician*, 52(2), 112-118.
- Hand, D. J., Mannila, H., Smyth, P. (2001). *Principles of data mining*. ABD: MIT, 26-33.
- Haslam, R. A., Hide, S. A., Gibb, A. G., Gyi, D. E., Pavitt, T., Atkinson, S., Duff, A. R. (2005). Contributing factors in construction accidents. *Applied Ergonomics*, 36(4), 401-415.
- Heinrich, H. W. (1931). *Industrial accident prevention: A scientific approach*. New York: McGraw-Hill, 8.
- Higham, D. J., Kalna, G., Kibble, M. (2007). Spectral clustering and its use in bioinformatics. *Journal of Computational and Applied Mathematics*, 204(1), 25-37.
- Houtsma, M., Swami, A. (1995, March). *Set-oriented mining for association rules in relational databases*. In Data Engineering, 1995. Proceedings of the Eleventh International Conference. ABD: IEEE, 41-50.
- Hur, S. W., Lillis, J. (2002). Relaxation and clustering in a local search framework: application to linear placement. *VLSI Design*, 14(2), 143-154.
- İnternet: TOBB, (2012). *Türkiye Odalar ve Borsalar Birliği Mesleklerin Gruplandırılması Rehberi*, 6-8. URL: [http://www.webcitation.org/query?url=http%3A%2F%2Fwww.erbaatso.org.tr%2F%2FDokumanlar%2Fmesleklerin\\_gruplandirilmasi.pdf%2C&date=2017-08-05](http://www.webcitation.org/query?url=http%3A%2F%2Fwww.erbaatso.org.tr%2F%2FDokumanlar%2Fmesleklerin_gruplandirilmasi.pdf%2C&date=2017-08-05), Son Erişim Tarihi: 05.08.2017.
- İnternet: Esaw, (2017). *Europen statistic on accidents at work*. URL: [http://www.webcitation.org/query?url=http%3A%2F%2Fec.europa.eu%2Feurostat%2Fstatistics-explained%2Findex.php%2F%2Faccidents\\_at\\_work\\_statistics%23Incidence\\_rates&date=2017-08-05](http://www.webcitation.org/query?url=http%3A%2F%2Fec.europa.eu%2Feurostat%2Fstatistics-explained%2Findex.php%2F%2Faccidents_at_work_statistics%23Incidence_rates&date=2017-08-05), Son Erişim Tarihi: 05.08.2017.
- İnternet: Eurostat. Nace. URL: <http://www.webcitation.org/query?url=http%3A%2F%2Fec.europa.eu%2Feurostat%2Fstatistics-explained%2Findex.php%2F%2FGlossary%3ANACE&date=2017-08-05>, Son Erişim Tarihi: 05.08.2017.
- İnternet: ILO. Safety and health at work. URL: <http://www.webcitation.org/query?url=http%3A%2F%2Fwww.ilo.org%2Fglobal%2Ftopics%2Fsafety-and-health-at-work%2F%2Flang--en%2Findex.htm&date=2017-08-05>, Son Erişim Tarihi: 05.08.2017.
- İnternet: OECD, (2015). Labour force participation rate. Labour Market Statistics: Labour force statistics by sex and age: indicators. URL: <http://www.webcitation.org/query?url=https%3A%2F%2Fdata.oecd.org%2Femp%2Flabour-force-participation-rate.htm&date=2017-08-05>, Son Erişim Tarihi: 05.08.2017.

İnternet: SGK İstatistik Yıllıkları, (2003, 2004, 2005, 2006, 2007, 2008, 2009, 2010, 2011, 2012, 2013, 2014, 2015). URL: [http://www.webcitation.org/query?url=http%3A%2F%2Fwww.sgg.gov.tr%2Fwps%2Fportal%2Fsgk%2Ftr%2Fkurumsal%2Fistatistik%2Fsgk\\_istatistik\\_yilliklari&date=2017-08-05](http://www.webcitation.org/query?url=http%3A%2F%2Fwww.sgg.gov.tr%2Fwps%2Fportal%2Fsgk%2Ftr%2Fkurumsal%2Fistatistik%2Fsgk_istatistik_yilliklari&date=2017-08-05), Son Erişim Tarihi: 05.08.2017.

İnternet: SGK, (2012). *İş kazası ve meslek hastalığı bildirim formu kullanım kılavuzu*. URL: <http://www.webcitation.org/query?url=https%3A%2F%2Fuyg.sgg.gov.tr%2Fvize%2Fkılavuz%2Fkılavuz.pdf&date=2017-08-05>, Son Erişim Tarihi: 05.08.2017.

İnternet: SGK, (2016). Kısa vadeli sigorta kolları uygulamaları. Genelge 2016/21. URL: <http://www.webcitation.org/query?url=https%3A%2F%2Fkms.kaysis.gov.tr%2FHome%2FGoster%2F82590%3FAspxAutoDetectCookieSupport%3D1&date=2017-08-05>, Son Erişim Tarihi: 05.08.2017.

Jackson, J. (2002). Data Mining; A Conceptual Overview. *Communications of the Association for Information Systems*, 8(1), 19.

Jackson, M. O. (2008). *Social and economic networks*. Princeton: Princeton University Press, 74-90.

Jain, A. K., Dubes, R. C. (1988). *Algorithms for clustering data*. NJ: Prentice-Hall, 36-41.

Jang, W., Lee, J., Chang, W. (2011). Currency crises and the evolution of foreign exchange market: evidence from minimum spanning tree, *Physica A*, 390, 707–718.

Johnson, D. S., Aragon, C. R., McGeoch, L. A., Schevon, C. (1989). Optimization by simulated annealing: an experimental evaluation; part I, graph partitioning. *Operations Research*, 37(6), 865-892.

Johnson, R. A., Wichern, D. W. (2014). *Applied multivariate statistical analysis* (Vol. 4). New Jersey: Prentice-Hall, 27-50.

Kamber, M., Han, J., Pei, J. (2012). *Data mining: Concepts and techniques*. USA: Elsevier, 1-2.

Kantardzic, M. (2011). *Data mining: concepts, models, methods, and algorithms*. ABD: John Wiley & Sons, 33-45.

Kaya, H., Köymen, K. (2008). Veri madenciliği kavramı ve uygulama alanları. *Doğu Anadolu Bölgesi Araştırmaları*, 3(4), 159-164.

Kernighan, B. W., Lin, S. (1970). An efficient heuristic procedure for partitioning graphs. *The Bell System Technical Journal*, 49(2), 291-307.

Kleinberg, J., Tardos, E. (2002). Approximation algorithms for classification problems with pairwise relationships: Metric labeling and Markov random fields. *Journal of the ACM*, 49(5), 616-639.

- Knowles, J., Corne, D. (2000). A new evolutionary approach to the degree-constrained minimum spanning tree problem. *IEEE Transactions on Evolutionary computation*, 4(2), 125-134.
- Koç, M., Akbıyık, N. (2011). Türkiye’de iş kazalarının maliyetleri ve çözüm önerileri. *Akademik Yaklaşımlar Dergisi*, 2(2), 129-135.
- Kolyiğit, Ö. (2013). *Türkçe dokümanlar için yazar tanıma*. Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Adnan Menderes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Aydın.
- Korkusuz, R., Uğur, S. (2010). *Sosyal Güvenlik Hukukuna giriş*. Bursa: Ekin Yayınları, 85,104.
- Kotu, V., Deshpande, B. (2014). *Predictive analytics and data mining: concepts and practice with rapidminer*. ABD: Morgan Kaufmann, 10-25.
- Kozen, D. C. (2012). *The design and analysis of algorithms*. Berlin: Springer Science & Business Media, 66-78.
- Kruskal, J. B. (1956). On the shortest spanning subtree of a graph and the traveling salesman problem. *Proceedings of the American Mathematical Society*, 7(1), 48-50.
- Kumar, A. S., Wahidabanu, R. S. D. (2009). *Data mining association rules for making knowledgeable decisions, data mining applications for empowering knowledge societies*, Bangladesh: Premier Reference Source, 43-53.
- Kumar, V. (2009). *Data mining for design and marketing*. ABD: Chapman&Hall/CRC, 36-60.
- Kurt, M. (1993). *İş Kazalarının Ergonomik Analizi*. Yayımlanmamış Doktora Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Kurt, M., Ceylan, H. (2001). İş Güvenliğinde Tehlike Değerlendirme Teknikleri. *Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 14(4), 1117-1130.
- Kurt, M., Semetay, C. (2001). Genetik algoritma ve uygulama alanları. *Mühendis ve Makina*, 42(501), 19-24.
- Lance, G. N., Williams, W. T. (1967). Mixed-Data Classificatory Programs I-Agglomerative Systems. *Australian Computer Journal*, 1(1), 15-20.
- Larose, D. T. (2005). *Introduction to Data Mining. Discovering Knowledge in Data: An Introduction to Data Mining*, ABD: Wiley, 1-26.
- Lecci, F., Rinaldo, A., Wasserman, L. A. (2014). Statistical analysis of metric graph reconstruction. *Journal of Machine Learning Research*, 15(1), 3425-3446.
- Léger, D., Massuel, M. A., Metlaine, A. (2006). Professional correlates of insomnia. *Sleep*, 29(2), 171-178.



- Leigh, J. P., Marcin, J. P., Miller, T. R. (2004). An Estimate of the U.S. Government's undercount of nonfatal occupational injuries. *Journal of Occupational and Environmental Medicine*, 46(1), 10–18.
- Liao, C. W., Perng, Y. H. (2008). Data mining for occupational injuries in the Taiwan construction industry. *Safety Science*, 46(7), 1091-1102.
- Liao, C. W., Perng, Y. H., Chiang, T. L. (2009). Discovery of unapparent association rules based on extracted probability. *Decision Support Systems*, 47(4), 354-363.
- Linial, N., London, E., Rabinovich, Y. (1995). The geometry of graphs and some of its algorithmic applications. *Combinatorica*, 15(2), 215-245.
- Linnik, I. V., Ostrovskij, I. V., Rosenblatt, J. I. (1977). *Decomposition of random variables and vectors*. ABD: American mathematical society, 77-96.
- Linoff, G. S., Berry, M. J. (2011). *Data mining techniques: for marketing, sales, and customer relationship management*. ABD: John Wiley & Sons, 85-96.
- Liu, R. Y., Parelius, J. M., Singh, K. (1999). Multivariate analysis by data depth: Descriptive statistics, graphics and inference, *Annals of Statistics*, 27(3), 783–858.
- Lu, L., Tao, Z. (2011). Link prediction in complex networks: A survey. *Physica A: Statistical Mechanics and its Applications*, 390(6), 1150–1170.
- Luo, B., Wilson, R. C., Hancock, E. R. (2002). *Spectral feature vectors for graph clustering*. In Joint IAPR International Workshops on Statistical Techniques in Pattern Recognition (SPR) and Structural and Syntactic Pattern Recognition (SSPR), Berlin: Springer, 83-93.
- Luo, B., Wilson, R. C., Hancock, E. R. (2003). *Spectral clustering of graphs, lecture notes in computer science*, Berlin: Springer, 190-201.
- Maehara, H. (1992). Distance graphs in Euclidean space. *Ryukyu Mathematical Journal*, 5, 33-51.
- Mantegna, R. N. (1999). Hierarchical structure in financial markets. *The European Physical Journal B-Condensed Matter and Complex Systems*, 11(1), 193-197.
- Mares, M. (2008). The saga of minimum spanning trees. *Computer Science Review*, 2(3), 165–221.
- Martin, J. E., Rivas, T., Matías, J. M., Taboada, J., Argüelles, A. (2009). A Bayesian network analysis of workplace accidents caused by falls from a height. *Safety Science*, 47(2), 206-214.
- Masters, T. (1993). *Practical neural network recipes in C++*. ABD: Morgan Kaufmann, 120-130.

- Matías, J. M., Rivas, T., Martín, J. E., Taboada, J. (2008). A machine learning methodology for the analysis of workplace accidents. *International Journal of Computer Mathematics*, 85(3-4), 559-578.
- Mezard, M., Parisi, G., Virasoro, M. A. (1987). *Spin glass theory and beyond*, Singapore: World Scientific, 63-77.
- Michael, R. G., David, S. J. (1979). *Computers and intractability: a guide to the theory of NP-completeness*. San Fr: WH Free. 90-91.
- Michielsens, C. G., McAllister, M. K. (2004). A Bayesian hierarchical analysis of stock recruit data: quantifying structural and parameter uncertainties. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 61(6), 1032-1047.
- Monge, P. R. (1987). The network level of analysis. In *Handbook of communication science*, CA: Sage, 239–270.
- Morel, B., Ramanujam, R. (1999). Through the looking glass of complexity: The dynamics of organizations as adaptive and evolving systems. *Organization Science*, 10(3), 278–293.
- Nelson, D. I., Concha-Barrientos, M., Driscoll, T., Steenland, K., Fingerhut, M., Punnett, L., Corvalan, C., (2005). The global burden of selected occupational diseases and injury risks: Methodology and summary. *American Journal of Industrial Medicine*, 48(6), 400–418.
- Nenonen, N. (2013). Analysing factors related to slipping, stumbling, and falling accidents at work: Application of data mining methods to Finnish occupational accidents and diseases statistics database. *Applied Ergonomics*, 44(2), 215-224.
- Newbold, E. M. (1926). *A contribution to the study of the human factor in causation of accidents*, England: British Industrial Health Research Board, 22-40.
- Newman, M. E. (2004). Fast algorithm for detecting community structure in networks. *Physical Review E*, 69(6), 66-72.
- Newman, M. E. (2006). Finding community structure in networks using the eigenvectors of matrices. *Physical Review E*, 74(3), 36-40.
- Newman, M. E., Girvan, M. (2004). Finding and evaluating community structure in networks. *Physical Review E*, 69(2), 26-30.
- Onnela, J. P., Chakraborti, A., Kaski, K., Kertesz, J., Kanto, A. (2003). Dynamics of market correlations: Taxonomy and portfolio analysis. *Physical Review E*, 68(5), 56-65.
- Onnela, J.-P., Chakraborti, A., Kaski, K. (2002). Dynamic asset trees and portfolio analysis, *The European Physical Journal B*, 30, 285–288.
- Orhunbilge, N. (2002). *Uygulamalı regresyon ve korelasyon analizi*. İstanbul: İstanbul Üniversitesi İşletme Fakültesi Yayınları, 60-71.

- Özdamar, K. (1999). *Paket programlar ile istatistiksel veri analizi*. Eskişehir: Kaan Kitabevi, 257.
- Özdemir, Ş., Topçuoğlu, H. (2009). İş sağlığı ve güvenliği performans ölçümü ve izleme. *Mühendis ve Makine*, 50(592), 30-33.
- Özekes, S., Çamurcu, Y. (2002). Veri madenciliğinde sınıflama ve kestirim uygulaması. *Marmara Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 18, 1-17.
- Özkan, Y. (2008). *Veri madenciliği yöntemleri*. Papatya Yayıncılık Eğitim.
- Özkanlar, A., Clark, A. E. (2014). ChemNetworks: A complex network analysis tool for chemical systems, *Journal of Computational Chemistry* 35(6), 495–505.
- Özkılıç, Ö. (2005). *İş sağlığı ve güvenliği, yönetim sistemleri ve risk değerlendirme metodolojileri*. Ankara: Türk-iş yayını, 77-100.
- Öztemel, E. (2003). *Yapay sinir ağları*. İstanbul: PapatyaYayıncılık, 46-55.
- Parhizi, S., Shahrabi, J., Pariazar, M. (2009). A new accident investigation approach based on data mining techniques. *Journal of Applied Sciences*, 9(4), 731-737.
- Persona, A., Battini, D., Faccio, M., Bevilacqua, M., Ciarapica, F. E. (2006). Classification of occupational injury cases using the regression tree approach. *International Journal of Reliability, Quality And Safety Engineering*, 13(02), 171-191.
- Peterson, D. (1998). *Techniques of safety management: A systems approach*, Goshen: American Society of Safety Engineers, 35-41.
- Pettie, S., Ramachandran, V. (2002). An optimal minimum spanning tree algorithm. *Journal of the ACM (JACM)*, 49(1), 16-34.
- Pfützner, D., Leibbrandt, R., Powers, D. (2009). Characterization and evaluation of similarity measures for pairs of clusterings. *Knowledge and Information Systems*, 19(3), 361-394.
- Prim, R. C. (1957). Shortest connection networks and some generalizations. *Bell Labs Technical Journal*, 36(6), 1389-1401.
- Rattigan, M. J., Maier, M., Jensen, D. (2006, August). *Using structure indices for efficient approximation of network properties*. In Proceedings of the 12th ACM SIGKDD international conference on Knowledge discovery and data mining, LA, ABD.
- Robles-Kelly, A., Hancock, E. R. (2005). Graph edit distance from spectral seriation. *IEEE transactions on pattern analysis and machine intelligence*, 27(3), 365-378.
- Sack, J.R., Urrutia, J. (1999). *Handbook of computational geometry*. Holland: Elsevier. 425-461.
- Scott, J. (1991). *Social network analysis: A handbook*. London: Sage, 26-35.

- Seo, D. C. (2005). An explicative model of unsafe work behavior. *Safety Science*, 43(3), 187–211.
- Seyrek, İ. H., Ata, H. A. (2010). Veri zarflama analizi ve veri madenciliği ile mevduat bankalarında etkinlik ölçümü. *Journal of BRSA Banking & Financial Markets*, 4(2), 72.
- Silahtaroglu, G. (2013). *Veri madenciliği: Kavram ve algoritmaları*. İstanbul: Papatya, 30-45.
- Sornette, D., Johansen, A. (1998). A hierarchical model of financial crashes. *Physica A: Statistical Mechanics and its Applications*, 261(3), 581-598.
- Sözer A.N. (1997). *506 sayılı yasada iş kazası ve meslek hastalıkları sigortası*. Prof. Dr. Kenan Tunçomağ'a Armağan. İstanbul: Beta Basım Yayın, 54-70.
- Sözer, A. N. (2001). *Türk sosyal sigortalar hukukunda iş kazası kavramı ve unsurları*. Prof. Dr. Nuri Çelik'e Armağan. İstanbul: Beta Basım Yayın, 66-102.
- Stam, C. J., Tewarie, P., Van Dellen, E., Van Straaten, E. C. W., Hillebrand, A., Van Mieghem, P. (2014). The trees and the forest: characterization of complex brain networks with minimum spanning trees. *International Journal of Psychophysiology*, 92(3), 129-138.
- Strang, G. (1983). Maximal flow through a domain. *Mathematical Programming*, 26(2), 123-143.
- Strogatz, S. H. (2001). Exploring complex networks. *Nature*, 410(6825), 268-276.
- Subhash, S. (1996). *Applied multivariate techniques*. Canada: John Wiley & Sons, 87-91.
- Sumathi, S., Sivanandam, S. N. (2006). *Introduction to data mining and its applications*. Berlin: Springer, 56-63.
- Şen, M. (2015). İş sağlığı ve güvenliği kavramı tarihsel gelişimi ve dayanakları. *Melikşah Üniversitesi Hukuk Fakültesi Dergisi*, 4(1).
- Takala, J. (1999). Global estimates of fatal occupational accidents. *Epidemiology-Baltimore*, 10(5), 640–646.
- Tan, P. N., Steinbach, M., Kumar, V. (2013). *Data mining cluster analysis: basic concepts and algorithms*. Londra: Pearson, 35-48.
- Tantuğ, A. C. (2015). *Veri Madenciliğinin Ve Demetleme*. Yayımlanmamış Doktora Tezi, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya.
- Tatlıdil, H. (1992). *Uygulamalı çok değişkenli istatistiksel analiz*. Ankara: Engin Yayınları, 65-80.
- Tebliğler, (2008). *İş kazası ve meslek hastalığı sigortası bakımından işverenin, üçüncü kişilerin ve sigortalıların sorumluluğu ile peşin sermaye değerlerinin*

- hesaplanmasıyla ilgili işlemler hakkında tebliğ.* Ankara: Resmi Gazete (27011 sayılı).
- Tebliğler, (2008). *Kısa vadeli sigorta kolları uygulama tebliği.* Ankara: Resmi Gazete (27011 Sayılı).
- Thuraisingham, B. (1998). *Data mining: technologies, techniques, tools, and trends.* ABD: CRC press, 100-112.
- Tiryaki, F., Ahlatcioglu, B. (2009). Fuzzy portfolio selection using fuzzy analytic hierarchy process. *Information Sciences*, 179(1), 53-69.
- Tuna G., Kurt, M. (2014, 5-7 Mayıs). *İş kazalarının istatistiksel yorumu.* VII. Uluslararası İş Sağlığı ve Güvenliği Konferansında sunuldu, İstanbul, Türkiye.
- Tuna G., Kurt, M. (2015, 2-4 Ekim). *İş sağlığı ve güvenliğinde iş kazaları istatistikleri.* 21.Ulusal Ergonomi Kongresinde sunuldu, Isparta, Türkiye.
- Tuna G., Kurt, M. (Baskıda). Graph Communities to Analyze the Occupational Accidents: An Evidence from The Statistics of Turkey 2013–2014, *Gazi University Journal of Science.*
- Tuncay, A. C., Ekmekçi, Ö. (2008). *Sosyal güvenlik hukuku'nun esasları.* İstanbul: Legal Yayıncılık, 55-67.
- Tuncay, A. C., Ekmekçi, Ö. (2011). *Sosyal güvenlik hukuku dersleri.* İstanbul: Beta Yayıncılık, 90-115.
- Turan, G. (1994). Bağ-Kur kanunu açısından iş kazası kavramı ve hukuki sorunları. Kamu-İş Sendikası, *İş Hukuku ve İçtihat Dergisi*, 3(3), 4-115.
- Uluslan, İ. (1990). *Özellikle borçlar hukuku ve iş hukuku açısından işverenin işçiyi gözetme borcu: bundan doğan hukukî sorumluluğu.* İstanbul: Kazancı Hukuk, 24-35.
- Van Dam, E. R., Haemers, W. H. (2003). Which graphs are determined by their spectrum? *Linear Algebra and Its Applications*, 373, 241–272.
- Wang, G. J., Xie, C., Han, F., Sun, B. (2012). Similarity measure and topology evolution of foreign exchange markets using dynamic time warping method: Evidence from minimal spanning tree. *Physica A: Statistical Mechanics and its Applications*, 391(16), 4136–4146.
- Wang, H., Hernandez, J. M., Van Mieghem, P. (2008). Betweenness centrality in a weighted network. *Physical Review E*, 77(4), 46-50.
- Wang, J. (2005). *Encyclopedia of data warehousing and mining.* ABD: IGI Global, 80-110.
- Wasserman, S., Faust, K. (1994). *Social network analysis.* Cambridge, MA: Cambridge University Press, 77-92.

- Watts, D. J. (1999). *Small worlds: The dynamics of networks between order and randomness*, NJ: Princeton University Press, 70-83.
- West, D. B. (2001). *Introduction to graph theory*. ABD: Prentice hall, 60-77.
- Wigglesworth, E. J. (1972). A Teaching model of injury causation and a guide for selection countermeasures, *Occupaitonal Psychology*, 46, 69-78.
- Witten, I. H., Frank, E., Hall, M. A., Pal, C. J. (2016). *Data Mining: Practical machine learning tools and techniques*. ABD: Morgan Kaufmann, 40-55.
- Xiao, J. J., Anderson, J. G. (1997). Hierarchical financial needs reflected by household financial asset shares. *Journal of Family and Economic Issues*, 18(4), 333-355.
- Yasalar, T. C. (2003). *4857 sayılı iş kanunu*. Ankara: Resmi Gazete (25134 sayılı).
- Yasalar, T. C. (2006). *5510 sayılı sosyal sigortalar ve genel sağlık sigortası kanunu*. Ankara: Resmi Gazete (26200 sayılı).
- Yasalar, T. C. (2012). *6331 sayılı iş sağlığı ve güvenliği kanunu*. Ankara: Resmi Gazete (28339 sayılı).
- Yazicioglu, Y., Erdogan, S. (2004). *SPSS Uygulamali Bilimsel Arastirma Yöntemleri*. Ankara: Detay Yayıncılık, 49-50.
- Yönetmelikler, T.C. (2010). *Sosyal Sigortalar İşlemleri Yönetmeliği*. Ankara: Resmi Gazete (27579 sayılı).
- Yurtoğlu, H. (2005). *Yapay sinir ağları metodolojisi ile öngörü modellemesi: Bazı makroekonomik değişkenler için Türkiye örneği*. Ankara: DPT, 32-50.





**EKLER**



EK-1. 2008-2015 Yılları itibariyle iş kazası geçirenlerin cinsiyete göre yaş dağılımı

Yaş Grupları	2008-2015 YILLARITIBARILE İŞ KAZASI GEÇİRENLERİN CİNSİYETE GÖRE YAŞ DAĞILIMI																							
	2008		2009		2010		2011		2012		2013		2014		2015									
	Erkek	Kadın	Toplam	Erkek	Kadın	Toplam	Erkek	Kadın	Toplam	Erkek	Kadın	Toplam	Erkek	Kadın	Toplam	Erkek	Kadın	Toplam						
-14	1.032	77	1.109	4	1	5	4	1	5	7	1	8	9	0	9	0	0	0	0	69	2	71		
15-17	2.521	415	2.936	304	33	337	211	18	229	312	29	341	436	63	499	2.422	422	2.844	2.849	545	3.394	2.906	1.081	3.987
18-24	21.932	1.130	23.062	8.816	908	9.724	8.422	931	9.353	9.832	958	10.810	10.815	1.228	12.043	34.684	5.515	40.199	39.570	7.101	46.671	42.432	8.213	50.645
25-29	15.201	630	15.831	15.451	770	16.221	14.496	845	15.341	15.100	777	15.877	15.096	1.089	16.185	36.296	3.919	40.215	38.975	5.117	44.092	40.390	5.832	46.222
30-34	12.323	549	12.872	12.781	637	13.418	13.108	712	13.820	14.382	818	15.200	15.197	1.111	16.308	33.962	3.698	37.660	37.585	5.042	42.627	38.619	5.677	44.296
35-39	8.871	457	9.308	10.150	551	10.701	9.818	607	10.425	10.731	709	11.440	11.251	1.000	12.251	25.123	3.244	28.367	28.363	4.471	32.834	31.112	5.662	36.774
40-44	5.227	246	5.473	7.676	386	8.062	7.268	424	7.692	7.714	521	8.235	8.220	700	8.920	18.939	2.355	21.294	22.181	3.437	25.618	23.667	4.546	28.213
45-49	1.678	84	1.762	3.940	185	4.125	3.977	240	4.217	4.895	245	5.140	5.453	363	5.816	12.127	1.092	13.219	14.232	1.655	15.887	15.967	2.278	18.245
50-54	469	20	489	1.183	67	1.250	1.240	74	1.314	1.410	70	1.480	1.776	155	1.931	4.605	379	4.984	6.188	627	6.815	7.586	995	8.581
55-59	83	4	87	342	17	359	329	19	348	495	25	520	608	43	651	1.856	97	1.953	2.414	142	2.556	3.048	282	3.330
60-64	27	2	29	76	6	82	83	5	88	104	3	107	161	13	174	510	18	528	675	32	707	866	47	913
65+	5	0	5	31	1	32	55	16	71	57	12	69	68	16	84	120	6	126	160	5	165	260	10	270
<b>Toplam</b>	<b>69.369</b>	<b>3.594</b>	<b>72.963</b>	<b>60.754</b>	<b>3.562</b>	<b>64.316</b>	<b>59.011</b>	<b>3.892</b>	<b>62.903</b>	<b>65.059</b>	<b>4.168</b>	<b>69.227</b>	<b>69.090</b>	<b>5.781</b>	<b>74.871</b>	<b>170.644</b>	<b>20.745</b>	<b>191.389</b>	<b>193.192</b>	<b>28.174</b>	<b>221.366</b>	<b>206.922</b>	<b>34.625</b>	<b>241.547</b>

EK-2. 2008-2015 Yılları itibariyle iş kazasına bağlı ölümlerin cinsiyete göre yaş dağılımı

YAŞ GRUPLARI	İŞ KAZASINA BAĞLI ÖLÜMLERİN CİNSİYETE GÖRE YAŞ DAĞILIMI																										
	2008		2009		2010		2011		2012		2013		2014		2015												
	Erkek	Kadın	Toplam	Erkek	Kadın	Toplam	Erkek	Kadın	Toplam	Erkek	Kadın	Toplam	Erkek	Kadın	Toplam	Erkek	Kadın	Toplam									
-14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0									
15-17	4	0	4	1	0	1	17	0	17	0	17	6	1	7	3	0	3	18	1	19	15	0	15	11	1	12	
18-24	92	1	93	110	4	114	87	4	91	89	4	93	42	1	43	188	3	191	202	8	210	202	8	210	152	5	157
25-29	160	5	165	177	6	183	188	5	193	215	7	222	96	0	96	153	3	156	200	4	204	200	4	204	123	1	124
30-34	141	3	144	184	4	188	261	4	265	271	8	279	123	1	124	195	1	196	236	3	239	236	3	239	134	9	143
35-39	146	3	149	213	4	217	252	4	256	291	6	297	121	1	122	182	7	189	220	11	231	220	11	231	149	1	150
40-44	114	2	116	159	0	159	196	0	196	255	3	258	109	1	110	182	4	186	233	6	239	233	6	239	181	8	189
45-49	90	0	90	145	3	148	203	3	206	260	3	263	135	4	139	181	4	185	204	4	208	204	4	208	153	4	157
55-59	25	0	25	44	1	45	60	1	61	89	0	89	19	0	19	75	0	75	103	0	103	103	0	103	108	2	110
60-64	9	0	9	18	0	18	30	0	30	36	0	36	18	0	18	35	0	35	29	0	29	29	0	29	36	0	36
65+	10	0	10	12	0	12	19	0	19	17	0	17	2	0	2	10	1	11	9	0	9	9	0	9	23	0	23
<b>TOPLAM</b>	<b>850</b>	<b>15</b>	<b>865</b>	<b>1.147</b>	<b>24</b>	<b>1.171</b>	<b>1.421</b>	<b>23</b>	<b>1.444</b>	<b>1.668</b>	<b>32</b>	<b>1.700</b>	<b>735</b>	<b>9</b>	<b>744</b>	<b>1.336</b>	<b>24</b>	<b>1.360</b>	<b>1.589</b>	<b>37</b>	<b>1.626</b>	<b>1.589</b>	<b>37</b>	<b>1.626</b>	<b>1.219</b>	<b>33</b>	<b>1.252</b>



EK-4. 2008-2015 Yılları itibariyle iş kazası geçirenlerin son işveren yanında çalışma süreleri

SİGORTALININ ÇALIŞMA SÜRESİ	2008						2009						2010						2011					
	Erkek	Kadın	Oran	Toplam	Oran	Toplam	Erkek	Kadın	Oran	Toplam	Oran	Toplam	Erkek	Kadın	Oran	Toplam	Oran	Toplam	Erkek	Kadın	Oran	Toplam	Oran	Toplam
	Oran	Oran	Oran	Oran	Oran	Oran	Oran	Oran	Oran	Oran	Oran	Oran	Oran	Oran	Oran	Oran	Oran	Oran	Oran	Oran	Oran	Oran	Oran	Oran
1 GÜN	1.220	56	2%	1.276	2%	2.104	1.924	180	3%	2.104	3%	2.104	1.044	57	2%	1.101	1%	1.101	1.465	64	2%	1.529	2%	1.529
2-7 GÜN	1.017	54	1%	1.071	1%	932	891	41	1%	932	1%	932	927	65	2%	992	2%	992	1.247	97	2%	1.344	2%	1.344
8-30 GÜN	3.452	185	5%	3.637	5%	3.057	2.905	152	4%	3.057	5%	3.057	3.095	202	5%	3.297	5%	3.297	3.690	227	6%	3.917	6%	3.917
1 AYDAN FAZLA - 3 AY (DAHİL)	7.415	401	11%	7.816	11%	6.427	6.089	338	9%	6.427	10%	6.427	6.105	463	12%	6.588	10%	6.588	7.276	530	11%	7.806	11%	7.806
3 AYDAN FAZLA - 1 YIL (DAHİL)	19.458	1.138	28%	20.596	28%	16.234	15.272	962	27%	16.234	25%	16.234	13.198	945	24%	14.143	22%	14.143	15.632	1.177	24%	16.809	24%	16.809
1 YILDAN FAZLA - 2 YIL (DAHİL)	10.988	583	16%	11.571	16%	9.532	8.919	613	17%	9.532	15%	9.532	7.725	582	15%	8.307	13%	8.307	8.962	632	14%	9.594	14%	9.594
2 YILDAN FAZLA - 5 YIL (DAHİL)	13.042	713	19%	13.755	19%	13.390	12.603	787	22%	13.390	21%	13.390	12.978	888	23%	13.866	22%	13.866	12.979	829	20%	13.808	20%	13.808
5 YILDAN FAZLA - 10 YIL (DAHİL)	7.453	322	9%	7.775	9%	7.485	7.132	353	10%	7.485	12%	7.485	7.773	440	11%	8.213	13%	8.213	7.628	398	12%	8.026	12%	8.026
10+ YIL	5.328	132	4%	5.460	4%	5.155	5.019	136	4%	5.155	8%	5.155	6.167	250	6%	6.417	10%	6.417	6.180	214	5%	6.394	9%	6.394
Bilinmeyen			0%	0	0%	0	0	0	0%	0	0%	0	0	0	0%	0	0%	0	0	0	0%	0	0%	0
TOPLAM	69.369	3.594	28%	72.963	28%	60.754	60.754	3.562	25%	64.316	25%	64.316	59.011	3.892	22%	62.903	24%	62.903	65.059	4.168	24%	69.227	24%	69.227
SİGORTALININ ÇALIŞMA SÜRESİ	2012						2013						2014						2015					
	Erkek	Kadın	Oran	Toplam	Oran	Toplam	Erkek	Kadın	Oran	Toplam	Oran	Toplam	Erkek	Kadın	Oran	Toplam	Oran	Toplam	Erkek	Kadın	Oran	Toplam	Oran	Toplam
	Oran	Oran	Oran	Oran	Oran	Oran	Oran	Oran	Oran	Oran	Oran	Oran	Oran	Oran	Oran	Oran	Oran	Oran	Oran	Oran	Oran	Oran	Oran	Oran
1 GÜN	340	17	0%	357	0%	1.130	1.036	94	1%	1.130	1%	1.130	1.116	115	1%	1.231	0%	1.231	1.140	110	1%	1.250	1%	1.250
2-7 GÜN	1.597	95	2%	1.692	2%	5.388	4.892	496	3%	5.388	3%	5.388	5.699	610	2%	6.309	2%	6.309	5.999	722	2%	6.721	3%	6.721
8-30 GÜN	4.763	409	7%	5.172	7%	17.255	15.569	1.686	8%	17.255	9%	17.255	17.629	2.376	8%	20.005	8%	20.005	19.095	2.656	9%	21.751	9%	21.751
1 AYDAN FAZLA - 3 AY (DAHİL)	8.757	872	15%	9.629	13%	28.753	25.412	3.341	16%	28.753	15%	28.753	29.586	4.474	16%	34.060	16%	34.060	31.845	5.576	15%	37.421	16%	37.421
3 AYDAN FAZLA - 1 YIL (DAHİL)	17.682	1.625	26%	19.287	26%	51.890	45.525	3.365	31%	51.890	27%	51.890	52.367	9.099	32%	61.466	32%	61.466	57.683	10.771	28%	68.454	28%	68.454
1 YILDAN FAZLA - 2 YIL (DAHİL)	10.053	909	16%	10.962	15%	27.297	23.820	3.477	17%	27.297	14%	27.297	26.546	4.512	16%	31.058	14%	31.058	30.152	6.071	15%	36.223	15%	36.223
2 YILDAN FAZLA - 5 YIL (DAHİL)	12.761	1.037	18%	13.798	18%	31.548	28.320	3.228	16%	31.548	16%	31.548	31.889	4.536	16%	36.425	16%	36.425	32.322	5.696	16%	38.018	16%	38.018
5 YILDAN FAZLA - 10 YIL (DAHİL)	7.939	509	11%	8.448	11%	16.382	14.996	1.386	7%	16.382	9%	16.382	16.544	1.645	6%	18.189	6%	18.189	16.707	2.042	8%	18.749	8%	18.749
10+ YIL	5.218	308	8%	5.526	7%	7.812	7.335	477	4%	7.812	4%	7.812	8.002	596	2%	8.598	2%	8.598	8.271	724	4%	8.995	4%	8.995
Bilinmeyen			0%	0	0%	0	0	195	2%	3.934	2%	3.934	3.814	211	1%	4.025	1%	4.025	3.708	257	2%	3.965	2%	3.965
TOPLAM	69.090	5.781	26%	74.871	26%	170.644	170.644	20.745	27%	191.389	27%	191.389	193.192	28.174	32%	221.366	28%	221.366	206.922	34.625	28%	241.547	28%	241.547

## EK-5. Nace Rev.2 sınıflandırmasına göre faaliyet grupları

Faaliyet kodu Activity code	Faaliyet grupları (Nace sınıflamasına göre) (Branches of activities by nace codes)	Faaliyet kodu Activity code	Faaliyet grupları (Nace sınıflamasına göre) (Branches of activities by nace codes)
01	BİTKİSEL VE HAYVANSAL ÜRETİM	50	SU YOLU TAŞIMACILIĞI
02	ORMANCILIK VE TOMRUKÇULUK	51	HAVAYOLU TAŞIMACILIĞI
03	BALIKÇILIK VE SU ÜRÜNLERİ YETİŞ.	52	TAŞIMA.İÇİN DEPOLAMA VE DESTEK.FA.
05	KÖMÜR VE LİNYİT ÇIKARTILMASI	53	POSTA VE KURYE FAALİYETLERİ
06	HAM PETROL VE DOĞALGAZ ÇIKARIMI	55	KONAKLAMA
07	METAL CEVHERİ MADENCİLİĞİ	56	YİYECEK VE İÇECEK HİZMETİ FAAL.
08	DİĞER MADENCİLİK VE TAŞ OCAK.	58	YAYINCILIK FAALİYETLERİ
09	MADENCİLİĞİ DESTEKLEYİCİ HİZMET	59	SİNEMA FİLMİ VE SES KAYDI YAYIMCILI.
10	GIDA ÜRÜNLERİ İMALATI	60	PROGRAMCILIK VE YAYINCILIK FAAL.
11	İÇECEK İMALATI	61	TELEKOMİNİKASYON
12	TÜTÜN ÜRÜNLERİ İMALATI	62	BİLGİSAYAR PROGRAMLAMA VE DANIŞ.
13	TEKSTİL ÜRÜNLERİ İMALATI	63	BİLGİ HİZMET FAALİYETLERİ
14	GİYİM EŞYALARI İMALATI	64	FINANSAL HİZMET.(SİG.VE EMEK.HAR.)
15	DERİ VE İLGİLİ ÜRÜNLER İMALATI	65	SİGOTA REAS.EMEK.FONL(ZOR.S.G.HARİÇ)
16	AĞAÇ,AĞAÇ ÜRÜNLERİ VE MANTAR ÜR.	66	FINANS.VE SİG.HİZ.İÇİN YARD.FAAL.
17	KAĞIT VE KAĞIT ÜRÜNLERİ İMALATI	68	GAYRİMENKUL FAALİYETLERİ
18	KAYITLI MEDYANIN BASILMASI VE ÇOĞ.	69	HUKUKİ VE MUHASEBE FAALİYETLERİ
19	KOK KÖMÜRÜ VE PETROL ÜRÜN. İM.	70	İDARİ DANIŞMANLIK FAALİYETLERİ
20	KİMYASAL ÜRÜNLERİ İMALATI	71	MİMARLIK VE MÜHENDİSLİK FAALİYETİ
21	ECZACILIK VE ECZ.İLİŞKİN MAL.İM..	72	BİLİMSEL ARAŞTIRMA VE GELİŞ.FAAL.
22	KAUÇUK VE PLASTİK ÜRÜNLER İM.	73	REKLAMCILIK VE PAZAR ARAŞTIRMASI
23	METALİK OLMAYAN ÜRÜNLER İMA.	74	DİĞER MESLEKİ,BİLİM.VE TEK.FAAL.
24	ANA METAL SANAYİ	75	VETERİNERLİK HİZMETLERİ
25	FABRİK.METAL ÜRÜN.(MAK.TEC.HAR)	77	KİRALAMA VE LEASING FAALİYETLERİ
26	BİLGİSAYAR, ELEKTRONİK VE OPTİK ÜR.	78	İSTİHDAM FAALİYETLERİ
27	ELEKTRİKLİ TEHZİZAT İMALATI	79	SEYAHAT AÇENTESİ,TUR OPER.REZ.HİZ
28	MAKİNE VE EKİPMAN İMALATI	80	GÜVENLİK VE SORUŞTURMA FAALİYET.
29	MOTORLU KARA TAŞITI VE RÖMORK İM.	81	BİNA VE ÇEVRE DÜZENLEME FAALİYET.
30	DİĞER ULAŞIM ARAÇLARI İMALATI	82	BÜRO YÖNETİMİ,BÜRO DESTEĞİ FAAL.
31	MOBİLYA İMALATI	84	KAMU YÖN.VE SAVUNMA,ZOR.SOS.GÜV.
32	DİĞER İMALATLAR	85	EĞİTİM
33	MAKİNE VE EKİPMAN.KURULUMU VE ON.	86	İNSAN SAĞLIĞI HİZMETLERİ
35	ELK.GAZ,BUHAR VE HAVA.SİS.ÜRET.DA.	87	YATILI BAKIM FAALİYETLERİ
36	SUYUN TOPLANMASI ARITILMASI VE DAĞT.	88	SOSYAL HİZMETLER
37	KANALİZASYON	90	YARATICI SANATLAR,EĞLENCE FAAL.
38	ATIK MADDELERİN DEĞERLENDİRİLMESİ	91	KÜTÜPHANE,ARŞİV VE MÜZELER
39	İYİLEŞTİRME VE DİĞER ATIK YÖN.HİZ.	92	KUMAR VE MÜŞTEREK BAHİS FAAL
41	BİNA İNŞAATI	93	SPOR, EĞLENCE VE DİNLENCE FAAL.
42	BİNA DIŞI YAPILARIN İNŞAATI	94	ÜYE OLUNAN KURULUŞ FAALİYETLERİ
43	ÖZEL İNŞAAT FAALİYETLERİ	95	BİLGİSAYAR VE KİŞİSEL EV EŞYA.ONAR.
45	TOPTAN VE PER.TİC.VE MOT.TAŞIT.ON.	96	DİĞER HİZMET FAALİYETLERİ
46	TOPTAN TİC.(MOT.TAŞIT.ONAR.HARİÇ)	97	EV İÇİ ÇALIŞANLARIN FAALİYETLERİ
47	PERAKENDE TİC.(MOT.TAŞIT.ONAR.HAR)	98	HANEHALKLARI TAR.KENDİ İHT.FAAL.
49	KARA TAŞIMA.VE BORU HATTI TAŞIMA.	99	ULUSLARARASI ÖRGÜT VE TEMS.FAAL.

## EK-6. Çalışma ortamı

0	Çalışılan ortamı belirtilmemiş
1	Sürekli olarak çalıştığı sabit işyeri (örn: Atölye, İşyeri, Büro, Ek Bina vb...)
2	Sabit olmayan geçici işyeri (örn: Açık alan, İnşaat alanı, İş seyahati, Başka işyerinde toplantı)
9	Diğer çalışılan ortam



## EK-7. Çalışma çevresi

0	Bilgi Yok
11	Üretim alanı, fabrika, atölye
12	Bakım alanı, onarım atölyesi
13	Temelde depo, yükleme, boşaltma için kullanılan alan
19	Yukarıda listelenmemiş diğer başka 010 tür çalışılan çevre
21	İnşaat mevkii - yeni inşa edilen bina
22	İnşaat mevkii - yıkılan, onarılan, bakımı yapılan bina
23	Açık hava taşocağı, açık hava madeni, kazı, çukur (açık hava madenciliği ve çalışan taş ocakları dahil)
24	İnşaat mevkii - yeraltı
25	İnşaat mevkii - su üstü veya üzerinde
26	İnşaat mevkii - yüksek basınçlı ortamda
29	Yukarıda listelenmemiş diğer başka 020 tür çalışılan çevre
31	Yetiştirme alanı
32	Çiftlik alanı - toprak ürünleri
33	Çiftlik alanı - ağaç veya çalı ürünleri
34	Ormancılık alanı
35	Balık çiftçiliği alanı, balıkçılık, deniz ürünleri (gemi veya tekne üzerinden olmayan)
36	Bahçe, park, botanik bahçe, hayvanat bahçesi
39	Yukarıda listelenmemiş diğer başka 030 tür çalışılan çevre
41	Büro, toplantı salonu, kütüphane, vb.
42	Öğretim Kurumu, okul, lise, yüksek okul, üniversite, kreş, anaokulu
43	Küçük veya büyük satış alanı (sokak satışları dahil)
44	Lokanta, dinlenme alanı, geçici konaklama (müze, oditoryum, stadyum, fuar, vb. dahil)
49	Yukarıda listelenmemiş diğer başka 040 tür çalışılan çevre
51	Sağlık Kurumu, özel hastane, hastane, bakım evi
59	Yukarıda listelenmemiş diğer başka 050 tür çalışılan çevre
61	Sürekli olarak kamu geçişine açık alan (karayolları, yan yollar, park alanları, istasyon veya havaalanı bekleme salonları, vb.)
62	Ulaşım araçları - kara veya demiryolu ile- özel veya kamu (her tür: tren,otobüs, araba, vb.)
63	Kamu alanlarına bağlı alanlar olmakla birlikte sadece yetkili kimselerin erişimine izin verilen alanlar: demiryolu hattı, havaalanı pisti, karayolu banketi
69	Yukarıda listelenmemiş diğer başka 060 tür çalışılan çevre
71	Kişisel ev
72	Bir binanın ortak alanı, ekleri, kişisel aile bahçesi
79	Yukarıda listelenmemiş diğer başka 070 tür çalışılan çevre
81	Kapalı spor alanı - spor salonu, jimnastik salonu, kapalı yüzme havuzu
82	Açık spor alanı - spor sahası, açık yüzme havuzu, kayak parkuru
89	Yukarıda listelenmemiş diğer başka 080 tür çalışılan çevre
91	Yükseltme esnasında - sabit bir düzeyde (çatı, teras, vb.)
92	Yükseltme esnasında-direk, pylon, asılı platform
93	Havada - uçakta
99	Yukarıda listelenmemiş başka 090 türü Çalışılan çevre, inşaat şantiyesi dışında
101	Yeraltında - tünel (yol, ten, tüp)
102	Yeraltında - maden
103	Yeraltında - kanalizasyon,lağım
109	Yukarıda listelenmemiş diğer başka 100 tür çalışılan çevre, inşaat mevkii dışında
111	Deniz veya okyanus - her tür tekne, platform, gemi, sandal, mavnada
112	Göl, nehir, liman - her tür tekne, platform, gemi, sandal, mavnada
119	Yukarıda listelenmemiş diğer başka 110 tür çalışılan çevre, inşaat mevkii dışında
121	Yüksek basınç ortamlarında - sualtı (örneğin, dalma)
122	Yüksek basınç ortamlarında - kamara
129	Yukarıda listelenmemiş başka 120 türü çalışılan çevre, inşaat şantiyesi dışında
999	Sınıflandırmada listelenmemiş başka çalışma ortamları

## EK-8. Yaralanma sebebi

0	Bilgi yok
11	Bir kaynak arkı, kıvılcım veya çakması (pasif)
12	Elektrikle doğrudan temas, elektrik yüklenmenin bedene alınması
13	Çıplak alev veya sıcak veya yanan bir nesne veya ortam ile temas
14	Soğuk veya donmuş bir nesne veya ortam ile temas
15	Tehlikeli maddelerle temas - burun, ağız yoluyla teneffüs
16	Tehlikeli maddelerle temas - cilt veya gözler yoluyla/üzerinden
17	Tehlikeli maddelerle temas - yutma veya yeme yoluyla sindirim sisteminden
19	Yukarıda listelenmemiş başka 10 çeşit sapma
21	Sıvı içinde boğulma
22	Katı madde altında gömülme
23	Gaz veya havadaki zerrecikler içinde veya tarafından sarılma
29	Yukarıda listelenmemiş başka 20 çeşit sapma
31	Bir şeye doğru düşey hareket, çarpışma (düşüşten dolayı)
32	Bir şeye doğru yatay hareket, çarpışma
39	Yukarıda listelenmemiş başka 30 çeşit sapma
41	Uçan bir nesnenin darbesi
42	Düşen bir nesnenin darbesi
43	Salınan bir nesnenin darbesi
44	Araçlar da dahil olmak üzere dönen, hareket eden, taşınmakta olan bir nesnenin darbesi
45	Araçlar da dahil olmak üzere bir nesne ile çarpışma - bir kişi ile çarpışma (kazazede hareket halindeyken)
49	Yukarıda listelenmemiş başka 40 çeşit sapma
51	Keskin bir materyal araç ile temas (bıçak, keski, vb.)
52	Sivriltilmiş bir materyal araç ile temas (çivi, sivri alet, vb.)
53	Sert veya kaba materyal araç ile temas
59	Yukarıda listelenmemiş başka 50 çeşit sapma
61	Kısılmak, ezilmek - içeride
62	Kısılmak, ezilmek - altında
63	Kısılmak, ezilmek - arasında
64	Kol, el veya parmağın kopması, kesilmesi
69	Yukarıda listelenmemiş başka 60 çeşit sapma
71	Fiziksel baskı - kas/iskelet sistemi üzerinde
72	Fiziksel baskı - radyasyon, gürültü, ışık veya basınç nedeniyle
73	Ruhsal stres veya şok
79	Yukarıda listelenmemiş başka 70 çeşit sapma
81	Isırık
82	Böcek veya balık sokması
83	Darbe, çifte, toz veya sıkarak boğma
89	Yukarıda listelenmemiş başka 80 çeşit sapma
99	Bu sınıflandırmada listelenmemiş yaralanmaya sebep olan hareket (olay)



## EK-9. Yaralanma türü

0	Yaranın türü bilinmeyen veya belirtilmemiş
11	Yüzeysel yaralanmalar
12	Açık yaralar
19	Diğer tür yaralar ve yüzeysel yaralanmalar
21	Kapalı kırıklar
22	Açık kırıklar
29	Diğer tür kemik kırıkları
31	Çıkıklar ve yarı çıkıklar
32	Burkulmalar ve incinmeler
39	Diğer tür çıkık, burkulma ve incinmeler
40	Travma sonucu organ kaybı (bedenin bir parçasının kaybı)
51	Beyin sarsıntısı ve kafatası yaralanmaları
52	İç yaralanmalar
59	Diğer tür beyin sarsıntısı ve iç yaralanmalar
61	Yanıklar ve kaynar su ile kavrulmalar (termal)
62	Kimyasal yanıklar (korozyon)
63	Donmalar
69	Diğer tür yanıklar, kaynar su ile kavrulma ve donmalar
71	Akut zehirlenmeler
72	Akut enfeksiyonlar
79	Diğer tür zehirlenme ve enfeksiyonlar
81	Nefesin kesilmesi
82	Suda boğulma ve ölümlü sonuçlanmayan boğulma
89	Diğer tür boğulma ve nefesin kesilmesi
91	Akut işitme kaybı
92	Basınç etkileri (yüksek basınca bağlı)
99	Diğer tür ses, titreşim ve basınç etkileri
101	Sıcaklık ve güneş çarpması
102	Radyasyon etkileri (termal olmayan)
103	İndirgenmiş ısı etkileri
109	Diğer tür aşırı ısı, ışık ve radyasyon etkileri
111	Saldırı ve tehdit (korkutma) sonrası şoklar
112	Travma şokları
119	Diğer tür şoklar
120	Birden fazla sayıda yaralanmalar
999	Diğer başlıklar altında içerilmeyen diğer belirtilmiş yaralanmalar

## EK-10. Yaranın vücuttaki yeri

0	Yaranın vücuttaki yeri belirtilmemiş
11	Kafa, beyin ve beyine bağlı sinir ve damarları
12	Yüz bölgesi
13	Göz(ler)
14	Kulak(lar)
15	Dişler
18	Kafa; çeşitli bölgeleri etkilenmiş
19	Kafa; yukarıda belirtilmemiş diğer bölgeler
21	Boyun; boyundaki omurilik ve omur dahil
29	Boyun; yukarıda belirtilmeyen diğer bölgeleri
31	Sırt; sırttaki omurilik ve omur dahil
39	Sırt; yukarıda belirtilmeyen diğer bölgeleri
41	Göğüs kafesi (kaburga), eklem ve kürek kemikleri dahil olmak üzere kaburgalar
42	Organlarıyla birlikte göğüs bölgesi
43	Organlarıyla birlikte karınla ilgili ve sırtın alt bölümü (kalça kısmı)
48	Gövde; çeşitli bölgeleri etkilenmiş
49	Gövde; yukarıda belirtilmeyen diğer bölgeleri
51	Omuz ve omuz eklemleri
52	Dirsek dahil kol
53	El
54	Parmak(lar)
55	Bilek
58	Kollar; çeşitli bölgeleri etkilenmiş
59	Kollar; yukarıda belirtilmemiş diğer bölgeleri
61	Kalça ve kalça eklemleri
62	Diz dahil bacak
63	Ayak bileği
64	Ayak
65	Ayak parmak(lar)
68	Bacaklar; çeşitli bölgeleri etkilenmiş
69	Bacaklar; yukarıda belirtilmemiş diğer bölgeleri
71	Tüm beden (bütün vücuda tesir eden etkiler)
78	Bedenin, etkilenmiş çeşitli bölgeleri
99	Vücudun yaralanmış diğer bölgelerinden yukarıda belirtilmemiş alanlar

## EK-11. MST'lerin merkezi tepelerinin bileşen açıklamaları

Topluluk No	Yaş	Cinsiyet	Mesleki Eğitim	İş Güvenliği Eğitimi	Son İşinde Çalışma Yılı	Toplam Çalışma Yılı	Kazanın Gerçek. Çevre	Kazanın Gerçek. Yer	Çalışma Ortamı	Çalışma Çevresi	Yaralanmanın Sebebi	Yaralanmanın Türü	Yaralanmanın Vücuttaki Yeri
<b>2. SEVİYE ALT TOPLUKLAR</b>													
3.1	22	Erkek	Evet	Evet	3	4	Çalışırken	İşyerinde	Sürekli olarak çalıştığı sabit işyeri	Üretim alanı, fabrika, atölye	Keskin bir materyal araç ile temas	Kapalı kırıklar	Kalça ve kalça eklemleri
3.2	45	Kadın	Hayır	Evet	5	5	Çalışırken	İşyerinde	Sürekli olarak çalıştığı sabit işyeri	Üretim alanı, fabrika, atölye	Sivri, uçlu, sert veya kaba bir materyal araç ile temas	Yüzeysel yaralanmalar	Ayak bileği
3.3	43	Erkek	Evet	Evet	4	7	Çalışırken	İşyerinde	Sürekli olarak çalıştığı sabit işyeri	Üretim alanı, fabrika, atölye	Kısılmak, ezilmek - arasında	Açık kırıklar	Dirsek dahil kol
4.1	44	Erkek	Evet	Evet	29	29	Çalışırken	İşyerinde	Sürekli olarak çalıştığı sabit işyeri	Üretim alanı, fabrika, atölye	Fiziksel baskı - kas/skelet sistemi üzerinde	Burkulumlar ve incinmeler	Ayak bileği
5	51	Erkek	Evet	Evet	35	35	Çalışırken	İşyerinde	Sürekli olarak çalıştığı sabit işyeri	Üretim alanı, fabrika, atölye	Kısılmak, ezilmek - altında	Yüzeysel yaralanmalar	Parmak(lar)
4.2	37	Erkek	Evet	Evet	20	20	Çalışırken	İşyerinde	Sürekli olarak çalıştığı sabit işyeri	Üretim alanı, fabrika, atölye	Kısılmak, ezilmek - üzerinde	Yüzeysel yaralanmalar	Parmak(lar)
<b>4. SEVİYE ALT TOPLUKLAR</b>													
1.1.1.1	44	Erkek	Evet	Evet	17	26	Çalışırken	İşyerinde	Sürekli olarak çalıştığı sabit işyeri	Üretim alanı, fabrika, atölye	Elektrikle doğrudan temas, elektrik yüklenmesini bedene alınması	Diğer tür yankılar, kaynar su ile kavulma ve donmalar	EI
2	36	Erkek	Evet	Evet	13	20	Çalışırken	İşyerinde	Sürekli olarak çalıştığı sabit işyeri	Üretim alanı, fabrika, atölye	Keskin bir materyal araç ile temas	Açık yaralar	Bacaklar; belirtilmemiş diğer bölgeleri
1.1.1.2	36	Erkek	Evet	Evet	8	17	Çalışırken	İşyerinde	Sürekli olarak çalıştığı sabit işyeri	Yeraltında - maden	Düşen bir nesnenin darbesi	Açık yaralar	Parmak(lar)
1.1.1.1	44	Erkek	Hayır	Evet	4	21	Çalışırken	İşyerinde	Sürekli olarak çalıştığı sabit işyeri	Üretim alanı, fabrika, atölye	Bir şeye doğru düşey hareket, çarpışma (düşüşten dolayı)	Yüzeysel yaralanmalar	Bilek
1.1.2	50	Erkek	Evet	Evet	6	26	Çalışırken	İşyerinde	Sürekli olarak çalıştığı sabit işyeri	Üretim alanı, fabrika, atölye	Bir şeye doğru düşey hareket, çarpışma (düşüşten dolayı)	Burkulumlar ve incinmeler	Ayak parmak(lar)ı
6	36	Erkek	Hayır	Evet	5	17	Çalışırken	İşyerinde	Sürekli olarak çalıştığı sabit işyeri	Üretim alanı, fabrika, atölye	Keskin bir materyal araç ile temas	Yüzeysel yaralanmalar	EI
1.2.1.1	41	Erkek	Evet	Evet	5	25	Çalışırken	İşyerinde	Sürekli olarak çalıştığı sabit işyeri	Temelde depo, yükleme, boşaltma için kullanılan alan	Düşen bir nesnenin darbesi	Burkulumlar ve incinmeler	Ayak
1.2.1.2	36	Kadın	Evet	Evet	3	20	Çalışırken	İşyerinde	Sürekli olarak çalıştığı sabit işyeri	Üretim alanı, fabrika, atölye	Kısılmak, ezilmek - arasında	Yüzeysel yaralanmalar	Parmak(lar)
9	47	Erkek	Hayır	Evet	3	30	Çalışırken	İşyerinde	Sürekli olarak çalıştığı sabit işyeri	Bakım alanı, onarım atölyesi	Kısılmak, ezilmek - altında	Burkulumlar ve incinmeler	Parmak(lar)
1.2.2.1	62	Erkek	Evet	Evet	3	40	Çalışırken	İşyerinde	Sürekli olarak çalıştığı sabit işyeri	Üretim alanı, fabrika, atölye	Bir şeye doğru yatay hareket, çarpışma	Yüzeysel yaralanmalar	Kafa; belirtilmemiş diğer bölgeler
1.2.2.2	44	Erkek	Evet	Evet	7	29	Çalışırken	İşyerinde	Sürekli olarak çalıştığı sabit işyeri	Üretim alanı, fabrika, atölye	Listelenmemiş başka 30 çeşit sebepten	Yüzeysel yaralanmalar	EI

## EK-11. (devam) MST'lerin merkezi tepelerinin bileşen açıklamaları

Topluluk No	Yaş	Cinsiyet	Mesleki Eğitim	İş Güvenliği Eğitimi	Son İşinde Çalışma Yılı	Toplam Çalışma Yılı	Kazanın Gerçek Çevre	Kazanın Gerçek Yer	Çalışma Ortamı	Çalışma Çevresi	Yaralanmanın Sebebi	Yaralanmanın Türü	Yaralanmanın Vücuttaki yeri
<b>4. SEVİYE ALT TOPLUKLAR</b>													
2.1.1.1	1	27	Erkek	Evet	Evet	5	Çalışırken	İşyerinde	Sürekli olarak çalıştığı sabit işyeri	Üretim alanı, fabrika, atölye	Bir şeye doğru düşey hareket, çarpışma (düşüşten dolayı)	Yüzeysel yaralanmalar	Kafa, çeşitli bölgeleri etkilenmiş
2.1.1.2	2	32	Erkek	Evet	Evet	10	Çalışırken	İşyerinde	Sürekli olarak çalıştığı sabit işyeri	Yeraltında - maden	Düşen bir nesnenin darbesi	Burkulmalar ve indirmeler	Ayak
2.1.2.1	3	52	Kadın	Evet	Evet	5	Çalışırken	İşyerinde	Sürekli olarak çalıştığı sabit işyeri	Üretim alanı, fabrika, atölye	Kısılmak, ezilmek - arasında	Açık yaralar	Kollar, çeşitli bölgeleri etkilenmiş
2.1.2.2	4	26	Erkek	Evet	Evet	4	Çalışırken	İşyerinde	Sürekli olarak çalıştığı sabit işyeri	Üretim alanı, fabrika, atölye	Kısılmak, ezilmek - altında	Açık yaralar	El
2.2.1.1	5	25	Erkek	Evet	Hayır	4	Çalışırken	İşyerinde	Sürekli olarak çalıştığı sabit işyeri	Açık hava taşocağı, açık hava madeni, kazi, çukur	Bir şeye doğru düşey hareket, çarpışma (düşüşten dolayı)	Burkulmalar ve indirmeler	Ayak parmak(lar)
2.2.1.2	6	27	Kadın	Evet	Evet	3	Çalışırken	İşyerinde	Sürekli olarak çalıştığı sabit işyeri	Üretim alanı, fabrika, atölye	Bir şeye doğru düşey hareket, çarpışma (düşüşten dolayı)	Burkulmalar ve indirmeler	Ayak bileği
2.2.2.1	7	35	Erkek	Evet	Evet	4	Çalışırken	İşyerinde	Sürekli olarak çalıştığı sabit işyeri	Üretim alanı, fabrika, atölye	Bir şeye doğru düşey hareket, çarpışma (düşüşten dolayı)	Yüzeysel yaralanmalar	Ayak
2.2.2.2	8	24	Kadın	Evet	Evet	6	Çalışırken	İşyerinde	Sürekli olarak çalıştığı sabit işyeri	Üretim alanı, fabrika, atölye	Sivriltilmiş bir materyal araç ile temas (göv, sivri alet, vb.)	Yüzeysel yaralanmalar	Yüz bölgesi

## ÖZGEÇMİŞ

### Kişisel Bilgiler

Soyadı, adı : TUNA, Gökhan  
 Uyuğu : T.C.  
 Doğum tarihi ve yeri : 05.08.1979, İzmir  
 Medeni hali : Evli  
 Telefon : 0 (532) 650 51 52  
 e-mail : [gokhantuna@hotmail.com](mailto:gokhantuna@hotmail.com)



### Eğitim

Derece	Eğitim Birimi	Mezuniyet Tarihi
Doktora	Gazi Üniversitesi / Kaz.Çev.ve Tek.Araş.	Devam ediyor
Yüksek lisans	Ege Üniversitesi / Matematik Öğretmenliği	2008
Lisans	Ege Üniversitesi / Matematik	2006
Lise	Buca Lisesi	1997

### İş Deneyimi

Yıl	Yer	Görev
2012-2017	Sosyal Güvenlik Kurumu	Daire Başkanı
2010-2012	Sosyal Güvenlik Kurumu	Sosyal Güvenlik Uzmanı

**Yabancı Dil** İngilizce

### Yayınlar

- Balcı, M.A., Kurt, M., Tuna, G. (2016). Türkiye’de Meydana Gelen İş Kazalarının Analizi İçin Bir Yöntem. *1.Uluslararası İş Güvenliği ve Çalışan Sağlığı Kongresi*, 6-7 Mayıs, Kocaeli. (560)
- Tuna G., Kurt, M.(2014). *İş Kazalarının İstatistiksel Yorumu*. VII. Uluslararası İş Sağlığı ve Güvenliği Konferansında sunuldu, 5-7 Mayıs, İstanbul, 216.
- Tuna G., Kurt, M.(2015). *İş Sağlığı ve Güvenliğinde İş kazaları İstatistikleri*. 21.Ulusal Ergonomi Kongresinde sunuldu, 2-4 Ekim, Isparta, 1128.

Tuna G., Kurt, M.(2017) (Baskıda). Graph Communities to Analyze the Occupational Accidents: An Evidence from The Statistics of Turkey 2013–2014, *Gazi University Journal of Science*, (Sub.ID 303245).

### **Hobiler**

Yüzme, Kanyoning.





*GAZİ GELECEKTİR..*