

İnşaat sektöründe kazı işleri sebepli iş kazaları

Özge AKBOĞA KALE*, Tuğba ESKİŞAR

¹Ege Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, İzmir

Geliş Tarihi (Received Date): 10.08.2017

Kabul Tarihi (Accepted Date): 15.01.2018

Özet

İnşaat sektörü iş kazalarının sıklıkla meydana geldiği bir iş koludur. Bu çalışmada kazı çalışmaları esnasında meydana gelen 92 kazaya ait rapor detaylarıyla incelenmiştir. Raporlara ait bilgiler Amerikan OSHA veri tabanının 1986-2014 yılları arasında meydana gelen kazalardan ilgili anahtar kelimeler kullanılarak ayıklanmıştır. Raporların analizinde tek değişkenli sıklık analizi kullanılmış kazaların nasıl ve neden olduğu irdelenmiştir. Kazı çalışmalarında iş kazaları %60,9 oranında ölümlle sonuçlanmıştır. Güvenlik ekipmanının sağlanmaması en sık gözlenen güvensiz harekettir. Bu analiz ile bulunan sonuçlar Türkiye’de benzer şekilde meydana gelecek kazalara dair önlem alınması için etkin stratejilerin geliştirilmesi ve uygulanmasında fikir verecektir.

Anahtar kelimeler: Kazı işleri, iş kazaları, veri madenciliği.

Occupational accidents occurred in excavation works in construction industry

Abstract

Construction industry is a branch in which occupational accidents frequently occurred. In this study reports of 92 accidents which occurred during excavation works are investigated in detail. The information is gathered from OSHA in the 1986-2014 time frame by applying descriptive key words. Major relationships between how and why the accidents occurred are revealed by performing univariate analysis. Majority of the accidents ended up with fatality with a percentage of 60,9%. Absence of safety equipment was found to be the most observed unsafe act. The results of the study would

* Özge AKBOĞA KALE, ozge.akboga@ege.edu.tr, <https://orcid.org/0000-0002-3848-0578>

Tuğba ESKİŞAR, tugba.eskisar@ege.edu.tr, <https://orcid.org/0000-0002-0269-2149>

enlighten to figure out some effective strategies and their application of accidents that may occur in Turkey.

Keywords: *Excavation works, occupational accidents, data mining.*

1. Giriş

İnşaat sektörü, iş kazaları riskinin en yüksek olduğu ilk üç endüstride yer almaktadır. İnşaat sektöründeki işçilerin yaşadığı kazalar, diğer mesleklerdeki işçilere oranla üç kat daha fazla ölümlerle ve iki kat daha fazla yaralanma ile sonuçlanmaktadır [1-4]. Bu nedenle, inşaatın her aşamasının ayrı ayrı planlanarak sahada iş güvenliğinin sürekliliğinin sağlanması ihtiyacı doğmaktadır [5].

Kazı çalışmaları, inşaat sektörünün olmazsa olmaz işlerindedir. Şantiye ve yapılan işin niteliğine bağlı olarak birçok kazı türü bulunmaktadır. Açıkta yapılan serbest kazılar, yeraltı, baraj, hidroelektrik santral, yol, tünel, sanat yapıları kazıları, sıyırma, temizlik ve şekil verme kazıları ile hendek kazıları bu kazı türlerinden sadece bazılarıdır. Her kazı çalışması benzer tehlike ve riskler içermekle beraber, çalışma ortamı, kullanılan kazı teknikleri ve iş ekipmanlarına bağlı olarak farklı tehlike ve riskler de içerebilmektedir [6].

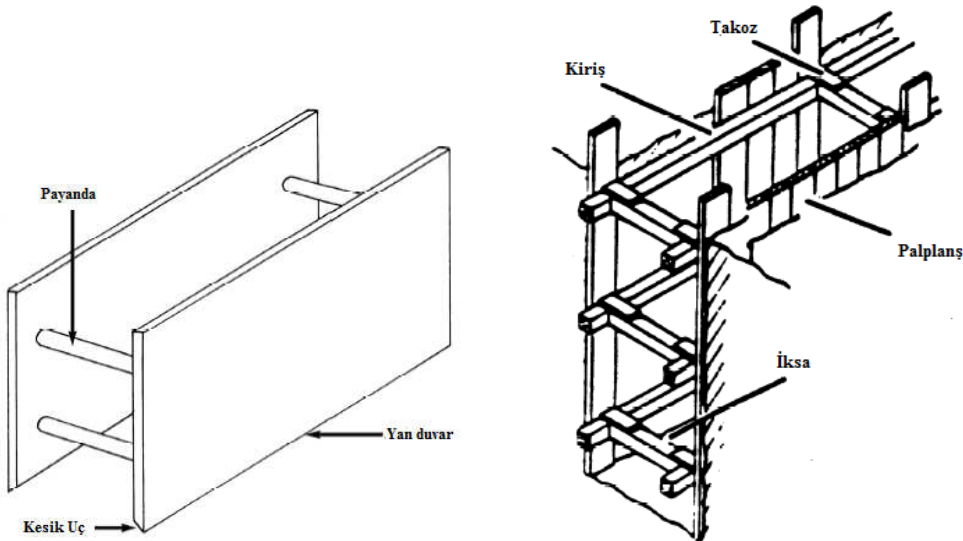
Literatürde sunulan sonuçlar sınırlı olmakla birlikte, kazı çalışmalarında iş güvenliğinin önemine sınırlı sayıda araştırmacı tarafından değinilmiştir. Stanevich ve Middleton (1988), Ulusal Mesleki Güvenlik ve Sağlık Enstitüsü (NIOSH) verilerine dayandırdıkları çalışmalarında 85 adet kazı göçmesinin 92 kişinin ölümüne neden olduğunu belirtmişlerdir [7]. Suruda vd. (1988) inşaat sektöründe hendek kazısı göçmesi sonucu ölümlerle sonuçlanan olayları araştırmak için 1974'ten 1986'ya kadar olan OSHA araştırmalarından elde edilen 306 ölümcül vakayı incelemiştir. Hendek kazısı göçmesi kaynaklı ölümlerin inşaat işçilerinde önemli bir risk olduğunu ancak uygun koruyucu önlemlerle çözüme ulaşmanın da mümkün olduğunu belirtmişlerdir [8]. Hinze ve Bren (1996), göçme ve diğer kazı kazaları nedeniyle yılda 100 ölüm olasılığının bulunduğunu belirtmişlerdir [9]. Lew vd. (2002) kazı alanındaki yetkili kişinin kazı güvenliği üzerindeki rolünü tartışmıştır ve “Fatality Assessment and Control Evaluation” (FACE) adlı bir program dahilinde “Bureau of Labor Statistics” kayıtlarına dayanan kazaların özelliklerini analiz etmiştir [10]. Suruda vd. (2002), ABD'nin 47 eyaletinde revizyon öncesi ve sonrası (1989'da) beşer yıllık periyotlarda inşaat sektöründeki hendek kazısı göçmesi nedeniyle meydana gelen ölümleri incelemiştir [11]. Fransız “Fédération Nationale des Travaux Publics” [12] tarafından yapılan çalışmalar, Fransız inşaat sektöründe, geoteknik mühendislik sektöründe kazaların hem daha yaygın (ortalamadan % 12 daha büyük) hem de daha şiddetli (ortalamadan % 47 daha büyük) olduğunu belirtmektedir [13]. Plog vd. (2006), Kaliforniya'da Mesleki Güvenlik ve Sağlık Dairesi tarafından yürütülen bir araştırmanın parçası olarak Ocak 1993 - Haziran 2004 tarihleri arasında meydana gelen kazı sebepli ciddi yaralanmalı veya ölümcül 162 olayı ayrıntılı bir şekilde analiz etmiştir [14]. 2000 ve 2009 yılları arasında, hendek kazısı/kazı çalışması sırasında 350 işçi ölmüştür. Bu da kazı göçmesi sonucu yılda ortalama 35 ölümlerle sonuçlanan kaza gerçekleştiğini göstermektedir [15]. OSHA, 2016 yılında hendek kazısı göçmelerinde 23 işçinin öldüğünü ve 12 kişinin yaralandığını bildirmiştir [16]. Durumu Türk inşaat sektörü açısından ele alacak olursak; Müngen (2011) incelediği 2398 can kaybı arasında kazı kenarı çökmesi sonucu

%5,8 oranında can kaybı meydana geldiğini belirtmiştir [17]. Şantiye tiplerine göre kazı kenarı çökmesi sonucu can kayıpları sınıflandırılacak olursa, bina inşaatı şantiyelerinde %3,9, yol inşaatı şantiyelerinde %1,8, kanal inşaatı şantiyelerinde %46,3, tünel inşaatı şantiyelerinde %4,2 oranında can kaybı meydana gelmiştir [17].

Ölümler ve yaralanmalarla sonuçlanan birçok kaza olmuş olsa da, kaza raporları son derece sınırlı bilgiler içermekte ve kazı çalışmalarına ilişkin bilginin bulunması, önceki şartnamelerin olayların ayrıntılı özelliklerini tanımlamasını zorunlu tutmadığından kaza detaylarına ait bilgilerin bir araya getirilmesi güç olmaktadır. Geoteknik mühendisliği uygulamalarında işle ilgili kazalar hakkında bilgi veri tabanı oluşturmak için inşaat endüstrisinin geoteknik branşında kazı çalışmalarında meydana gelen kazaların temel nedenlerini belirlemek için saha çalışmalarının yeterli ve doğru bir şekilde veri madenciliği yapılması ve veri setlerinin analizi gerekmektedir. Yapılan çalışmada inşaat sektöründe kazı işlerinde meydana gelmiş kazalar kaza kök sebeplerini belirlemek amacıyla incelenmiştir. Kazalara neden olan güvensiz hareketler de sunulmuş ve tartışılmıştır.

2. Kazı işleri, zemin tipleri ve potansiyel tehlikeler

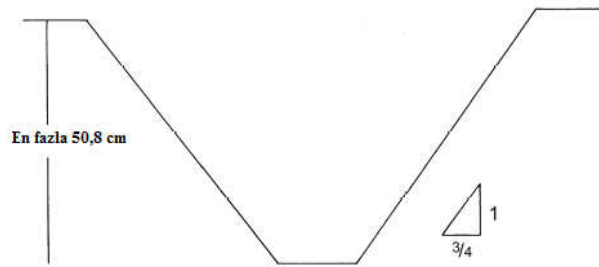
Kazı çalışmalarında görev alan işçiler çeşitli tehlikelere maruz kalmaktadır. Bunların içinde en sık karşılaşılan ve en tehlikelisi göçmelerin yaşamasıdır. OSHA, olası göçmelerden işçileri korumak için kazının uygun bir eğim ile veya basamaklı bir şekilde açılmasını, kazı kenarlarının desteklenmesini veya kazı kenarı ile çalışma alanı arasında koruyucu bir kalkanın bulunmasını önermektedir (Şekil 1). Zeminin türü, kazının derinliği, zeminin su içeriği, hava ve iklim koşulları nedeniyle oluşan değişimler, çevrede yürütülen diğer inşaat çalışmaları gibi faktörler kazı alanına uygun bir koruyucu sistemin tasarımını karmaşık bir hale getirmektedir. Söz konusu standartta göçmeye karşı istenen seviyede koruma sağlayacak sekiz farklı yaklaşım önerilmektedir. Bu yaklaşımlardan birisi yatay:düşey oranı 1.5:1 yani yatay ile yaklaşık 34°'lik açı yapacak şekilde kazı kenarlarına eğim verilmesidir. Bu eğim veya daha azı tüm zemin türleri için güvenli olarak tanımlanmaktadır [18].



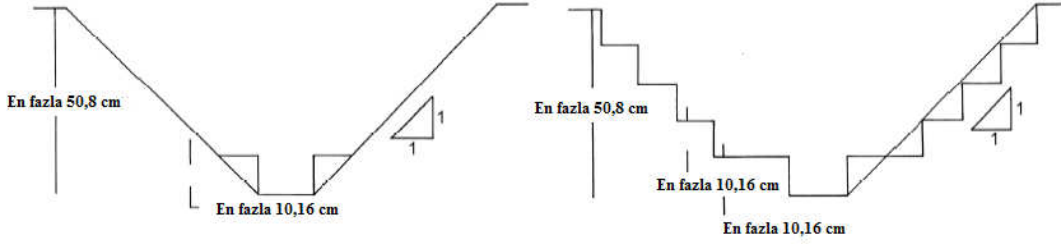
Şekil 1: Kazı kalkanı (sol) ve kapalı iksa örneği (sağ) [19].

Derinliği 6m'den az olan tüm basit kazılar için müsaade edilen maksimum eğim 1.5:1'dir. Bir ikinci yaklaşım ise profesyonel bir mühendisin onayını almış tablo ve grafikler kullanılarak iksa sisteminin veya eğim açısının tasarlanmasıdır. Müteahhit profesyonel bir mühendis tarafından sahaya özel olarak tasarlanmış bir kazı kutusu veya kalkanlar kullanılabilirler. OSHA standardı kalkanların kullanımına iksa sistemlerinin kullanılması kadar güvenilir bir sistem oluşturulduğu takdirde müsaade etmektedir.

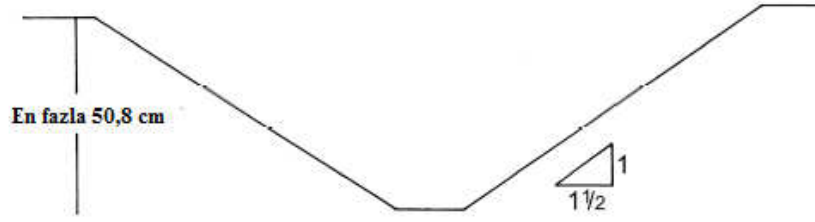
Zeminlerde 1.5'den az derinlikteki kazılarda ve duraylı kayalarda yetkili kişi olası bir göçmenin bulunmadığını belirttiği takdirde koruyucu sistem kullanılmayabilir. Burada konunun doğru olarak ele alınabilmesi için OSHA tarafından kabul edilen zemin sınıflamasının iyi bilinmesi gerekir. Standartta, zemin 3 tür olarak ele alınır ve kayalar için ayrı bir sınıf vardır. Duraylı kayaçtan A tipi zeminden, B ve C tipi zeminlere geçildikçe stabilite, rijitlik ve bağıl yoğunluk azalmaktadır. Zemin türleri, zeminin endeks ve mühendislik özelliklerine ve de çevresel koşullara göre belirlenir. Zeminlerin mühendislik özellikleri gerçek zemin davranışı ile ilişkilendirilir, bu nedenle OSHA standardındaki sınıflandırma zemin özelliklerini inceleyerek yapılır. OSHA sisteminde sınıflandırma için laboratuvar veya arazi verileri kullanılabilir. Dane elek analizi (gradasyon) ve özellikle No. 200 elekten geçen ince daneler yüzdesi, çeşitli boyutlarda zemin parçacıklarının miktarını ve çok ince danelerin niteliklerini belirlemek için kullanılır. A tipi zeminler, 144 kPa veya daha fazla serbest basınç dayanımına sahip kohezyonlu zeminlerden oluşur. B tipi zeminler, 48 kPa'dan daha büyük, ancak 144 kPa'dan daha düşük, serbest basınç dayanımına sahip granüler veya kohezyonlu zeminlerdir (Şekil 2). B tipi zemin daha önceden bozunmuşsa, C tipi zemin olarak sınıflandırılır. B tipi zeminler ayrıca, A tipi için serbest basınç dayanımını veya çimentolanma gereksinimlerini karşılayan ancak fisürlü veya titreşime maruz kalmış zeminleri veya duraysız kuru kayaları veya tabakalı olup yalnızca yatay:düşey oranı 4:1'den daha az olan bir eğimde kazılabilen zeminleri içerir (Şekil 3). C tipi zeminler, 48 kPa veya daha düşük bir serbest basınç dayanımına sahip granüler veya kohezyonlu zemin grubunu veya yatay:düşey oranı 4:1'den daha dik eğime sahip tabakalı bir zemin grubunu kapsar (Şekil 4). C tipi zeminler en zayıf koşulları [17] temsil eder. Tabakalı zeminlerde değerlendirme en zayıf koşullara haiz tabaka dikkate alınarak yapılır. Zemin tiplerine göre kazı açıları sert kayada 90°, A tipi zeminde 53°, B tipi zeminde 45°, C tipi zeminde ise 34° olarak azalır [19].



Şekil 2. A tipi zeminde basit şevli kazı [19].



Şekil 3. B tipi zeminde basit şevli kazı (sol) ve kademeli kazı (sağ) [19].



Şekil 4. C tipi zeminde basit şevli kazı [19].

En tehlikeli durumun kazının göçmesi olmasıyla beraber bu duruma sebebiyet veren uygulama hatalarına da değinmek gerekir. Uygun eğimle kazı açılmaması, basamaklı ise doğru uygulamanın yapılmaması, kazı yan yüzlerinin desteklenmemesi, kazı kenarları ile çalışma alanı arasında bir kalkan yerleştirilmesi eksikliği gibi hatalar raporlanmaktadır. Herhangi bir büyük, ağır hareket, çevredeki zeminlerde titreşime neden olur. Bu da göçmelere sebebiyet verebilir. Büyük ekipmanlar, ağır malzemeler veya büyük yığınlar zeminin taşıma gücünü aşarak göçmeye sebep olabilir. Göçmeler dışındaki ikincil tehlikelere karşı da işçiler zemin çalışmalarını sırasında korunmalıdır. Bu tehlikeler kazı içinde veya kazının içine yüksekten düşme, komşu yapıların kazı sonucu zemin desteğinin zayıflaması, düşen yükler ve mobil ekipman, kazı içinde su birikmesi, kazı alanına güvenliksiz giriş ve çıkış, dar alanlarda veya kötü şartlarda çalışma oksijen yetersizliği sebebiyle boğulma, zararlı gazlara maruz kalma, elektrik kablolarına temas ve kurtarma çalışmalarındaki yetersizlikler bulunmaktadır [10,13,19].

3. Yöntem

3.1. Verilerin elde edilmesi

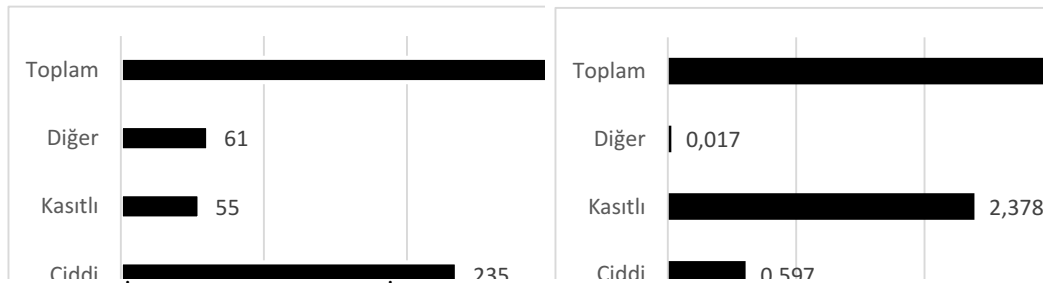
İş kazalarına ilişkin güncel verilerin elde edilmesinin oldukça zor olduğu birçok araştırmacı tarafından bilinmektedir. Firmalar kayıt altına aldıkları kaza geçmişlerini araştırmacılarla paylaşmayı tercih etmemekte, itibar zedelenmesi ve imaj kaybı gibi endişeler taşımaktadır. Dolayısıyla araştırmacıların firmalarla iletişime geçerek geçmiş iş kazalarına ilişkin bir veri seti elde etmesi oldukça güçtür. Ayrıca geniş bir veri seti elde etmek için oldukça fazla sayıda firmayla iş birliği yapılması zorunluluğu bir başka kısıttır.

Bu sebeplerden iş sağlığı ve güvenliğine ilişkin yapılan çalışmalarda çoğunlukla Sosyal Güvenlik Kurumu istatistik yıllıkları kullanılmaktadır. Fakat düzenli olarak yayınlanan yıllıklar da bir takım kısıtlara sahiptir. Örneğin; sektörel bazda kaza sıklıklarına erişim imkânı sağlayan bu platform maalesef kaza kök sebeplerinin araştırılması aşamasında yetersiz kalmaktadır. Örneğin, yıllık istatistiklerden inşaat sektöründe kaç kişinin

yaralandığı ya da hayatını kaybettiği öğrenilebilmektedir lakin kaç kişinin yüksekte düştüğü, göçük altında kaldığı ya da düşen cismin altında kaldığı gibi 2. derece kaza bilgileri edinilememektedir. Bu bilgi eksikliği gerek akademik araştırma yapan araştırmacıların gerek sektör paydaşlarının geçmişten ders çıkartarak kazaların tekrarlanmasını önlemek için önereceği önlemleri kısıtlamaktadır. Özellikle inşaat ve maden sektörü gibi can kaybı ve ağır yaralanma ile sonuçlanan iş kazalarının sık yaşandığı sektörlerde kazaların incelenerek kök sebeplerinin araştırılması bir zorunluluktur. Bu sebeple her bir çalışma alanının kendi içinde mercek altına alınması gerekmektedir. Aynı gerekçeyle çalışma kapsamında detaylı olarak incelenen kazı çalışmalarında meydana gelen iş kazalarının Sosyal Güvenlik Kurumu tarafından yayınlanan istatistik yıllıklarından ayıklanması mümkün olmamaktadır. Bu sebeplerden Türk İnşaat Sektöründe kazı işlerinde meydana gelen iş kazalarına erişilememiştir.

Bunun yanında OSHA, 1984-2014 yılları arasında meydana gelen iş kazalarının her biri için detaylı açıklamaya sahiptir ve araştırmacılar akademik çalışmalarda kullanmak için bu vakalara erişme hakkında sahiptir. Çalışmada analiz edilmek üzere kullanılan iş kazaları OSHA arşivinde veri madenciliği yapılarak elde edilmiştir. Veri madenciliğinin sınırlandırılması için Standart Endüstriyel Sınıflandırma Sistemi (SIC) kullanılmıştır. Standart Endüstriyel Sınıflandırma (SIC), endüstrileri dört basamaklı bir kodla sınıflandırmak için kullanılan bir sistemdir [20]. Çalışma kapsamında inşaat ile ilgili SIC kodları (1622, 1623, 1629,1771, 1794) kullanılarak 1984 ve 2013 yılları arasında meydana gelen kazalar araştırılmıştır. Seçilen kodlara istinaden sıralanan iş kazalarından öncelikle geoteknik çalışmalarda meydana gelen kazalar sonrasında ise özellikle kazı işlerinde meydana gelen iş kazaları derlenmiştir. Sonuç olarak, kazı işlerinde meydana gelen yaralanma ve ölüm ile sonuçlanmış toplam 92 iş kazası veri setini oluşturmuştur.

Veri setini oluşturan vakaların ihlal ve cezaları, şirketlerin kaza sonrası sorumluluklarını vurgulamak için özet olarak Şekil 5'de sunulmuştur. Ciddi ihlaller; firmaların tehlikenin farkında olmasına rağmen çalışanları korumaması ya da korumada yetersiz kalması olarak tanımlanmaktadır. Kasıtlı ihlaller ise; işverenin OSHA kurallarını kasıtlı olarak ihlal ettiği ya da açık ve bilinçli olarak işçi güvenliğini göz ardı ettiği durumlardır ve işverene yüksek cezalar verilmektedir. İncelenen 92 iş kazasında ciddi, kasıtlı ve tekrarlanan gibi kategorilerde 351 ihlal tespit edilmiştir. Ciddi ihlaller en sık gözlenen ihlal çeşidi olmuştur. En yüksek ceza çeşidi ise kasıtlı cezalardır.



Şekil 5. İncelenen kazalarda ihlal sıklığı (sol) and Cezaların maddi değeri (M\$) (sağ).

3.2. Tek değişkenli sıklık analizi

İş kazası istatistiklerinde kullanılan veri sınıflamaları, değişkenlerin her kategorideki dağılımı ve değişkenlik oranı, problemleri alanları belirlemek ve geçmiş kazalardan ders çıkarmak için oldukça önemlidir. Bu sebeple tek değişkenli sıklık analizi, genellikle, farklı çalışma alanlarında ve çeşitli veritabanlarında istatistiksel analiz gerçekleştiren

araştırmacılar tarafından kullanılan ilk analiz olmaktadır [21,22]. Analizin temel amacı, veri setini açıklamak ve araştırmacıya yaratılan değişkenlerin kategorik dağılımlarını göstermektir [23]. Bu araştırmada OSHA sınıflamalarını kullanarak, kategori sayıları değişken olan, 16 değişken oluşturulmuştur. Bazı değişkenler için kategoriler arasında konsolidasyon uygulanmıştır. Sonuç olarak, 16 değişkenin tek değişkenli sıklık analizi sonuçları sıklık tabloları ve grafikler kullanılarak sunulmuştur.

4. Tek değişkenli sıklık analizi bulguları

Elde edilen bulgulara göre kazazedelerin % 69.2'si yeni bir proje üzerinde çalışmakta veya mevcut bir projeye yeni eklemeler yapmaktaydı. Proje son kullanımı açısından yapılan değerlendirmede kazazedelerin sıklıkla kanalizasyon/su arıtma (%23,3), kazı, dolgu (%20,0) ve konut (%17,8) projelerinde çalıştığı belirlenmiştir. Lew ve arkadaşları (2002) ile Suruda ve arkadaşları (1988) benzer şekilde kazı işlerinde meydana gelen ölümlü iş kazalarının en sık olarak kanalizasyon ve su arıtma projelerinde meydana geldiğini belirtmiştir [8,10]. Çalışmada 500.000 dolardan daha az bütçeye sahip projelerde iş kazalarının daha sık meydana geldiği gözlenmiştir. Sınırlı bütçeli projelerin çoğunlukla küçük ve orta ölçekli müteahhit firmalar tarafından yürütüldüğü ve bu şirketlerin kurumsal şirketlerle karşılaştırıldığında işçi sağlığı ve iş güvenliği önlemlerine daha az önem verdiği düşünülmektedir. Abraham (2003), ölümle sonuçlanan iş kazalarının %72'sinin 1 milyon dolardan az bütçeli projelerde meydana geldiğini belirtmiştir [24]. Çalışmada kaza meydana gelen kazı çalışmalarının derinlikleri incelenmiştir. Bulgulara göre en sık kaza gözlenen kazı derinliği aralıkları 3,0-4,5 m (%39,1) ve 1,5-3,0 m (%33,7)'dir. Kazılar derinlikleri dikkate alınarak 3 m'nin üzerindeki kazılar derin ve 3m'den az olan kazılar ise sığ kazılar olmak üzere iki kategoriye ayrılmıştır. Kazaların derin kazılarda (%58,7) nispeten daha fazla meydana geldiği gözlenmiştir (Tablo 1). Veri setinde kazı çalışmasına ilişkin ek açıklamalarda bulunulmuş, kaza meydana gelmiş kazılar dik kazı (%26,5), rögar kazısı (%20,6), dar kazı (%17,6), dar-derin olmayan kazı (%11,8), dik-derin kazı (%5,9) ve diğer (%17,6) olarak sınıflandırılmıştır.

Tablo 1. Proje karakteristiklerinin sıklık dağılımı.

Değişkenler	Kategoriler	Sıklık	Yüzde	Toplam Yüzde
Proje Son Kullanımı	Kanalizasyon/Su arıtma	21	23,3	23,3
	Kazı, dolgu	18	20,0	43,3
	Konut	16	17,8	61,1
	Boru hattı	15	16,7	77,8
	Ticari bina	9	10,0	87,8
	Ağır inşaat	6	6,7	94,4
	Yol inşaatı	5	5,6	100,0
Proje Tipi	Yeni proje ya da yeni eklenti	45	69,2	69,2
	Bakım ya da onarım	15	23,1	92,3
	Değişim ya da yenileme	3	4,6	96,9
	Diğer	2	3,1	100,0
Proje Bütçesi (\$)	<50000	12	28,6	28,6
	50000-250000	5	11,9	40,5
	250000-500000	5	11,9	52,4
	500000-1000000	4	9,5	61,9
	1000000-5000000	11	26,2	88,1
	5000000-20000000	3	7,1	95,2
>20000000	2	4,8	100,0	

Tablo 1. (Devam).

	0-1,5	7	7,6	7,6
Kazı Derinliği (m)	1,5-3,0	31	33,7	41,3
	3,0-4,5	36	39,1	80,4
	4,5-6,0	11	12,0	92,4
	6,0-7,5	3	3,3	95,7
	>7,5	4	4,3	100,0
Kazı Tipi	Derin	54	58,7	58,7
	Sığ	38	41,3	100,0

Veri setinde incelenen vakaların yarısından fazlası (% 60,9) can kaybıyla sonuçlanırken % 32,6'sı hastane tedavisi gerektiren yaralanmalara neden olmuştur. Kazaların yalnızca % 6,5'i hastane tedavisi gerektirmeyen yaralanmalarla sonuçlanmıştır. Yaralanma tipi değişkeni incelendiğinde ölüm ve yaralanmaların neredeyse yarısının havasızlıktan boğulma (%52,2) sonucu meydana geldiği görülmektedir. Kırıklar (%30,4) ve çürük/sıyrık/kesikler (%14,1) takip eden değişken kategorileridir. Benzer şekilde Plog ve ark. (2006) kırık, çürük/sıyrık/kesik ve havasızlıktan boğulmayı en sık meydana gelen üç yaralanma çeşidi olarak belirlemiştir [14]. Bulgular, hendek çökmesi (%53,3), duvar çökmesi (%21,7) ve düşen cismin çarpması (%9,8) kategorilerinin en sık gözlenen kaza tipleri olduğunu gösterirken bu kazaların kanal/boru döşeme (%50) ve kazı (%38,0) aktiviteleri sırasında meydana geldiğini göstermektedir. Lew ve arkadaşları (2002), kazı işlerinde en sık meydana gelen kaza tipi olarak hendek göçüklerine işaret ederken, Plog ve arkadaşları (2006) hendek göçükleri ve düşen cisim çarpmalarına dikkat çekmiştir [10,14]. Brooks (2016) ise ölümlerin yarısından fazlasının kazı duvarlarının çökmesinin bir sonucu olduğunu belirtmiştir [16]. Güvensiz hareket değişkeninin kategorileri geçmiş çalışmalarda kullanılan sınıflandırmaya göre hazırlanmıştır [25-27]. Bulgulara göre güvenlik ekipmanının sağlanmaması (%60,9) diğer kategorilere göre en sık gözlenen ve ön plana çıkan güvensiz hareket olmuştur. Meydana gelmiş 37 iş kazasında (%40,2) hendek göçmesini engelleyecek iksanın kullanılmadığı, eğitim verilmediği ve kalkan kullanılmadığı açık bir şekilde belirtilmiştir. Benzer şekilde Arboleda ve Abraham (2004) güvenlik ekipmanının sağlanmamasının %42,2 oranında kazaya sebebiyet verdiğini belirtmiştir [28]. (Tablo 2).

Tablo 2. Kaza karakteristiklerinin sıklık dağılımı.

Değişkenler	Kategoriler	Sıklık	Yüzde	Toplam Yüzde
Yaralanma Derecesi	Ölüm	56	60,9	60,9
	Yaralanma (Tedavi gereken)	30	32,6	93,5
	Yaralanma (Hastane tedavisi gerekmeyen)	6	6,5	100,0
Yaralanma Tipi	Havasızlıktan boğulma	48	52,2	52,2
	Kırık	28	30,4	82,6
	Çürük/Sıyrık/Kesik	13	14,1	96,7
	Burkulma/İncinme	3	3,3	100,0
Yürütülen aktivite	Kanal açma/ boru döşeme	46	50,0	50,0
	Kazı	35	38,0	88,0
	Diğer aktiviteler	7	7,6	95,7
	Dolgu ve sıkıştırma	4	4,0	100,0

Tablo 2. (Devam).

Kaza Tipi	Hendek göçmesi	49	53,3	53,3
	Kazı duvarı çökmesi	20	21,7	75,0
	Düşen cismin çarpması	9	9,8	84,8
	Yapı çökmesi	7	7,6	92,4
	Yüksekten düşme	3	3,3	95,7
	Ezilme/üzerinden geçme/sıkışma	2	2,2	97,8
	Diğer	2	2,2	100,0
Güvensiz Hareket	Güvenlik ekipmanının sağlanmaması	56	60,9	60,9
	Güvenliğe yönelik zayıf tutum	10	10,9	71,7
	Güvensiz saha koşulları	10	10,9	82,6
	Güvensiz yöntem/yanlış iş sırası	9	9,8	92,4
	Tanımlanamayan güvensiz hareket	4	4,3	96,7
	Eksik güvenlik uygulaması	3	3,3	100,0

Kazazede karakteristiklerinde incelenen meslek değişkenine göre kazazedelerin çoğu düz işçiler (%21,7) ve başka yerde sınıflandırılmayan inşaat işlerini yürüten işçilerdir (%10,9). Benzer şekilde Plog ve arkadaşları (2006) tam olarak aynı bulguyu elde etmiştir [14]. Bu noktada dikkat çekici olan detay çalışanların %48,9'unun meslek detayının bilinmemesidir. Bu bilginin eksik olmasının nedeni muhtemelen kaza bildirim raporlarının doldurulmasındaki ihmallerdir. Şüphesiz kaza geçiren çalışanların meslek dağılımlarının bilinmesi hangi meslek gruplarının kazı çalışmalarında risk altında olduğunun tespit edilmesi için oldukça önemlidir. Her bir meslek grubuna özel iş güvenliği önlemlerinin alınabilmesi için gerek Türkiye'de gerek uluslar arası düzeyde işverenlerin bu bilgiyi paylaşması gerekmektedir. Çalışanların sendika durumu incelendiğinde sadece %10,9 oranında sendikalı iş gücünün kazı işlerinde hizmet verdiği belirlenmiştir (Tablo 3). Sendikal işçilerin yüksek işgücü maliyetlerinin bu önemli farkı yarattığı düşünülmektedir [23].

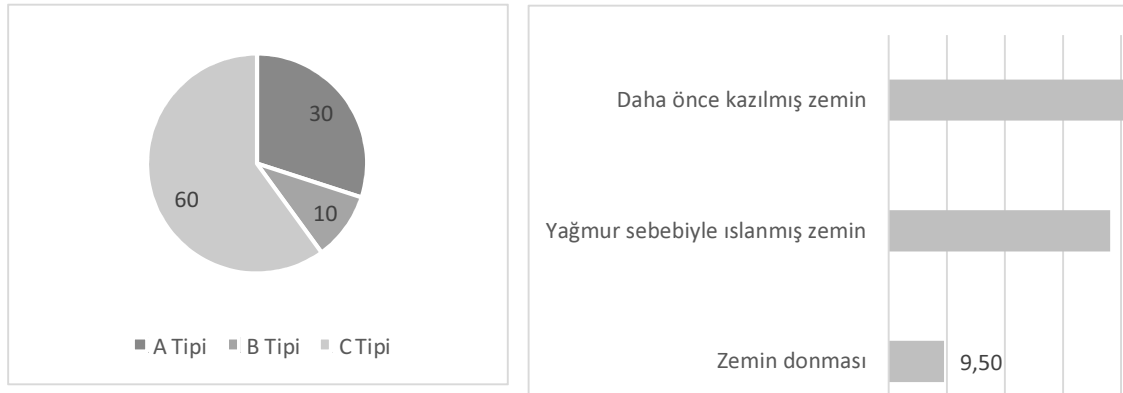
Tablo 3. Kazazede karakteristiklerinin sıklık dağılımı.

Değişkenler	Kategoriler	Sıklık	Yüzde	Toplam Yüzde
Meslek	Meslek belirtilmemiş	45	48,9	48,9
	Düz işçi	20	21,7	70,7
	Başka yerde sınıflandırılmamış inşaat işleri	10	10,9	81,5
	Denetçi	8	8,7	90,2
	Operatör	6	6,5	96,7
	Satış ve diğer ticari hizmetler	3	3,3	100,0
	Sendika Durumu	Sendikalı	10	10,9
	Sendikasız	82	89,1	100,0

Araştırmanın diğer bir yönü kazaların meydana geldiği zemin koşullarını belirlemektir. Sağlam olmayan, zayıf, yumuşak, örselenmiş zeminlerin kazalara daha müsait olduğu bilinmektedir. Bu gibi durumların incelenen veri setindeki kazalarda mevcut olup olmadığı sorgulanmıştır.

Zemin türü, zeminin su içeriği, çevresel koşullar, kazı alanının dolgu alanlarına yakınlığı, makine, ekipman veya araçların ağırlığı ve ve makinelerden ve motorlu taşıtlardan gelen titreşimler gibi faktörler zeminin dayanıklılığını değiştirmekte ve

işçilerin karşılaştığı tehlikeleri büyük ölçüde etkilemektedir [29]. Düşük serbest basınç mukavemetine sahip zeminler, zayıf granüler zeminler, özellikle kuru koşullara yakın doygun olmayan kumlar, lös ve siltli zeminler gerekli önlemlerin alınmaması durumunda stabilite problemlerine neden olabilmektedir. Veri seti kapsamında zemin tipleri incelendiğinde çoğunlukla gevşek granüler zemin ve zayıf kohezyonlu zeminlerden oluşan C tipi zeminler (%60,0) kazalara neden olan bir faktör olmuştur (Şekil 6). Zeminin mukavemeti azaldıkça, hendek göçmeleri, düzlem veya dönme hareketleri, devrilmeler, kaymalar, yapıların devrilmesi veya yatması gözlenebilir. Bu çalışmada zemin koşulları, zeminin daha önce kazılmış olması, yağmur sebebiyle ıslanmış olması ve zemin donması açısından değerlendirilmiştir. Yeraltı su seviyesindeki ciddi değişimler, şiddetli yağmur veya toprağın su içeriğini arttıran herhangi bir aktiviteden dolayı toprak katlarının doyması, zemin dayanımının azalmasına neden olmaktadır. İncelenen veri setindeki vakalarda zemin koşulları incelendiğinde %38,10 oranında yağmur dolayısıyla ıslanmış zemin tespit edilmiştir (Şekil 6). Zeminde meydana gelen dayanım kaybı mevsimlik buzlanma ve çözülmenin bir sonucu olarak da görülebilir. Zemin donduğunda, zemin suyu hacimce genişlemekte ve zeminin mikro gözeneklerinde hasara neden olmaktadır. Zemin çatlamakta ve dayanımını kaybetmektedir. Sınırlı iklim bölgelerinde gözlenen bu durum incelenen kazalarda benzer durum %9,5 oranında gözlenmiştir. Tüm bunların ötesinde, zeminin doğal çökme durumunun değiştirilmesi en önemli zemin koşullarından biridir ve değişim oranına göre zemin dayanımı değiştirmektedir. Zemin çalışmaları sırasında bu durumun göz ardı edilmesi durumunda iş kazalarına sebebiyet verebilmektedir. Nitekim incelenen kazalarda bu durum %52,4 ile en sık karşılaşılan zemin koşulu olarak karşımıza çıkmıştır (Şekil 6).



Şekil 6. Zemin tiplerinin (sol) ve zemin koşullarının (%) (sağ) dağılımı.

5. Sonuçlar ve tartışma

Bu çalışma, inşaat sürecinin bir parçası olarak incelenen kazı çalışmalarını iş güvenliği açısından irdelemiştir. Konunun araştırma ihtiyaçlarını vurgulamak için, kazı çalışmalarında esnasında meydana gelen kazalar ile ilgili OSHA veri tabanı kapsamlı bir şekilde araştırılmış ve kaza kök sebeplerini araştırmak için 92 vaka incelenmiştir. Her bir vakaya ilişkin kaza bilgileri, kazayı tanımlamak ve istatistiksel analizde yorumlamak için, oluşturulan değişkenler ve kategorilerine göre sınıflandırılmıştır. Her değişken, sıklığına göre yorumlanmıştır.

İstatiksel analizler, kazı çalışmalarında iş güvenliğinin önemini ve ciddiyetini ortaya koymaktadır. Çalışma bulguları kazı çalışmalarında meydana gelmiş incelenen iş kazalarının %60,9 oranında ölümlerle sonuçlandığını göstermektedir. Bunun yanında ölüm ve yaralanmalarla sonuçlanan iş kazalarının sonucu olarak, işverenler işledikleri ihlaller doğrultusunda yüksek oranlarda ceza ödemektedir. Çalışma kapsamında incelenen kazalar için işverenler 351 ihlal neticesinde toplam yaklaşık 3 milyon dolar ceza ödemek durumunda kalmıştır. Bu nedenle, geçmiş kazalardan ders alınarak kazaların sıklığını ve şiddetini azaltmak için yapılabileceklerin tartışılması gerekmektedir. Bulgulara göre güvenlik ekipmanının sağlanmaması (%60,9) diğer kategorilere göre en sık gözlenen ve ön plana çıkan güvensiz hareket olmuştur. Meydana gelmiş 37 iş kazasında (%40,2) hendek göçmesini engelleyecek iksanın kullanılmadığı, eğitim verilmediği ve kalkan kullanılmadığı açık bir şekilde belirtilmiştir.

Bu durum açık bir şekilde kazaların ciddi bir oranının tedbirsizlik ve ihmallerden kaynaklandığını ortaya koymaktadır. Ulusal mevzuatta olası kazaların önüne geçmek için alınması gereken önlemler açık bir şekilde belirtmiştir. Kazı çalışmalarında dikkat edilmesi gereken hususların ve alınacak önlemlerin belirlenmesi ve bu çalışmaların sağlıklı ve güvenli şekilde yürütülebilmesi amacıyla ülkemiz mevzuatında yer alan en önemli düzenleme 28786 Sayılı Yapı İşlerinde İş Sağlığı ve Güvenliği Yönetmeliği (2013) 'dir. Bu düzenlemenin dışında ayrıca 26199 Sayılı Büyükşehir Belediyeleri Koordinasyon Merkezleri Yönetmeliği (2006) ve 26435 Sayılı Alt Yapılar İçin Afet Yönetmeliği (2007)'nde de kazı işleri ile ilgili bazı hükümler bulunmaktadır. Yapı İşlerinde İş Sağlığı ve Güvenliği Yönetmeliği, kazı işleri ile ilgili İSG hükümlerinin yer aldığı en kapsamlı yönetmeliktir. Yönetmelikte kazı işi öncesi ve kazı çalışması sırasında yerine getirilmesi gereken hususlar belirtilmektedir.

Kazılarda zemin yapısı, iklim koşulları, kazı alanı yakınlarında meydana gelebilecek sarsıntılar, çevredeki su kaynakları ve fazla yük kuvvetleri göz önüne alınarak uygun şev açılarının belirlenmesi ve/veya statik hesabı yapılmış uygun destek ve setlerin kullanılması ile kazı yüzeyleri, şevlerin eğimi ve yüksekliğinin zeminin yapısına, sağlamlığına ve çalışma yöntemlerine uygun seçilmesi ve kazılarda yan duvarların göçmemesi için gerekli tedbirlerin alınması bilhassa kanal kazısı çalışmalarının güvenliği açısından yönetmelikte geçen önemli hükümlerendir.

Kazı çalışmalarında iş kazası meydana gelmemesi için alınması gereken önlemleri bir rehber niteliğinde sıralayan ulusal mevzuat dışında, analizi yapılan 92 adet iş kazasının sıklık dağılımları da çalışanların hangi risklerle karşı karşıya kaldığını özetler niteliktedir. Ulusal mevzuata uygun çalışılması ve çalışmada önerilen önlemlerin alınması durumunda kazı işlerindeki kaza sıklığını ve şiddetini azaltmak mümkündür.

Kaynaklar

- [1] Baldaconi, A., ve Santis, P. D, Risk assessment in construction field in Italy,: **National Institute for Insurance against injuries at Work**, Rome, Italy (2000).
- [2] Bomel, Ltd, Improving health and safety in construction phase 1: data collection, review and structuring. Contract Research Report 386/2001. **Sudbury: HSE Books**. (2001).

- [3] Akboğa, Ö., and Baradan, S., Safety in ready mixed concrete industry: descriptive analysis of injuries and development of preventive measures, **Industrial Health**, 55, 1-13, (2017).
- [4] <https://www.osha.gov/oshstats/commonstats.html> (2 Şubat 2017).
- [5] <http://pmbook.ce.cmu.edu/index.html> (5 Şubat 2017).
- [6] Kanal Kazısı Çalışmalarında İş Sağlığı ve Güvenliği Rehberi, İş Sağlığı ve Güvenliği Genel Müdürlüğü İş Sağlığı ve Güvenliği Araştırma ve Geliştirme Enstitüsü Başkanlığı, **Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı**
- [7] Stanevich, R.L., ve Middleton, D. C., An Exploratory analysis of excavation cave-in fatalities, **Professional Safety, Health Premium Collection**, 33, 2. (1988).
- [8] Suruda, A.J., Smith, A., ve Baker, S. P., Deaths from trench cave-in in the construction industry, **Journal of Occupational Medicine**, 30 (7), 552–555, (1988).
- [9] Hinze, J., ve Bren, K., Identifying OSHA paragraphs of particular interest, **Journal of Construction Engineering and Management**, ASCE, 122(1): 98-100, (1996).
- [10] Lew, J., Abraham, D., Wirahadikusumah, R., Irizarry, J., ve Arboleda C., Excavation and trenching safety: existing standards and challenges, Implement. Safety Health Construct. Sites, CIB W099 Conf., S. Rowlinson, ed., **International Council for Research and Innovation in Building and Construction**, Hong Kong, 103–109, (2002).
- [11] Suruda, A., Whiteker, B., Blosswick, D., Philips, P., ve Sesek, R., Impact of the OSHA trench and excavation standard on fatal injury in the construction industry, **American College of Occupational and Environmental Medicine**, 44, 10, (2002).
- [12] French Fédération Nationale des Travaux Publics, Statistiques accidents du travail et maladies dans les Travaux Publics, (2001).
- [13] Skinner, H., Safer foundations by design, **Health and Safety Executive**, Research Report 319. (2005).
- [14] Plog, B.A., Materna, B., Vannoy, J., ve Gillen, M., Strategies to prevent trenching-related injuries and deaths, **The Center to Protect Workers' Rights** (2006).
- [15] Bureau of Labor Statistics, Census of fatal occupational injuries (2000–2009), **Washington, D.C. Bureau of Labor Statistics**, (2010).
- [16] Brooks, S.D., Trench cave-in fatalities in the U.S, **The Utility Connection**, A Technical Publication of ASSE'S Utilities Practice Specialty, (2016).
- [17] Müngen, U., İnşaat Sektörümüzdeki Başlıca İş Kazası Tipleri, **Türkiye Mühendislik Haberleri**, 469 (5), 32-39, (2011).
- [18] https://www.osha.gov/pls/oshaweb/owadisp.show_document?p_table=STANDARDS&p_id=10931 (28 Nisan 2017).
- [19] Hughes, D. A., A Basic Guide to OSHA Excavations Standard, Construction Education and Research Institute, Department of Civil Engineering at N.C. State University, (2009).
- [20] https://www.osha.gov/tutorials/sic_help.html (22 Şubat 2017).
- [21] Hatipkarasulu, Y., Project level analysis of special trade contractor fatalities using accident investigation reports, **Journal of Safety Research**. 41,451–7, (2010).
- [22] Hinze, J., Pedersen, C., ve Fredley, J., Identifying root causes of construction injuries, **Journal of Construction Engineering and Management**, ASCE. 124, 67–71, (1998).

- [23] Kazan, E., Analysis of fatal and nonfatal accidents involving earthmoving equipment operators and on-foot workers, PhD Thesis, Submitted to the Graduate School of Wayne State University Detroit, Michigan, 173 p. (2013).
- [24] https://engineering.purdue.edu/CSA/reports/Abraham_Trenching_Revise.pdf (27 Nisan 2017).
- [25] Toole, T. M., Construction site safety roles, **Journal of Construction Engineering and Management**, ASCE, 128(3), 203–210, (2002).
- [26] Abdelhamid, T. S., ve Everett, J. G., Identifying root causes of construction accidents, **Journal of Construction Engineering and Management**, ASCE, 126(1), 52–60, (2000).
- [27] Suraji, A., Duff, A. R., ve Peckitt S. J., Development of causal model of construction accident causation, **Journal of Construction Engineering and Management**, ASCE, 127(4), 337–344, (2001).
- [28] Arboleda, C. A., ve Abraham D. M., Fatalities in trenching operations- analysis using models of accident causation, **Journal of Construction Engineering and Management**, ASCE, 130(2), 273-280, (2004).
- [29] Lentz, T. J., Afanuh, S., ve Gillen, M., Preventing worker deaths from trench cave-ins, The National Institute for Occupational Safety and Health, **Workplace Solutions**, (2011).