

Primljen / Received: 7.12.2022.

Ispravljen / Corrected: 17.5.2023.

Prihvaćen / Accepted: 9.12.2023.

Dostupno online / Available online: 10.1.2024.

Procjena vjerojatnosti gubitka radnih dana zbog nesreća na radu u cestogradnji

Autori:

Doc.dr.sc. **Atiye Bilim**, dipl.ing.građ.Tehničko sveučilište Konya, Konya, Turska
Odjel za program zaštite zdravlja i sigurnosti
na raduabilim@ktun.edu.tr

Autor za korespondenciju

Prof.dr.sc. **Osman Nuri Çelik**, dipl.ing.građ.Tehničko sveučilište Konya, Konya, Turska
Odjel za građevinarstvo
oncelik@ktun.edu.tr

Prethodno priopćenje

Atiye Bilim, Osman Nuri Çelik

Procjena vjerojatnosti gubitka radnih dana zbog nesreća na radu u cestogradnji

Opasnosti na radnom mjestu i nesreće na radu u cestogradnji predstavljaju značajne rizike za sigurnost i produktivnost radnika te zahtijevaju sveobuhvatno razumijevanje uzroka koji utječu na gubitak radnih dana. Cilj ovog istraživanja je odrediti vjerojatnost gubitka radnih dana zbog nesreća na radu koje se događaju radnicima u cestogradnji na temelju individualnih karakteristika i zaštite na radu. U analizi podataka primjenjene su statističke analize jedne varijable, unakrsne analize tablica i binarna logistička regresija. Binarna logistička regresijska analiza provedena je na temelju podatka o 5519 nesreća na radu u cestogradnji između 2013. i 2016. godine. Nezavisne varijable odnose se na dob radnika, spol, bračni status, obuku iz područja zaštite na radu (engl. *occupational health and safety* - OHS), iskustvo, obrazovanje, zanimanje, godišnje doba, lokaciju nesreće i uzrok koji je prouzročio nesreću. Pomoću predloženog modela je vjerojatnost gubitka radnog dana na temelju iskustva radnika, obrazovanja u području zaštite na radu, godišnjeg doba, lokacije i materijala. Istraživanje pokazuje primjenjivost analize logaritamska regresije u određivanju vjerojatnosti gubitka radnog dana zbog nesreća na radu. Takav pristup može se koristiti u različitim sektorima, jer doprinosi smanjenju nesreća na radu i povezanih troškova zbog gubitka radnih dana, a promovira zdravlje i sigurnost radnika i politike održive gradnje.

Ključne riječi:

nesreća na radu, logistička regresija, cestogradnja, zaštita na radu

Research Paper

Atiye Bilim, Osman Nuri Çelik

Estimating the possibility of workday loss accidents in road construction

Worksite hazards and occupational accidents in road construction pose significant risks to worker safety and productivity, necessitating a comprehensive understanding of the factors contributing to workday loss. This study aimed to determine the probability of workday loss owing to occupational accidents among road workers based on individual and occupational characteristics. Univariate statistical analysis, cross-tabulation, and binary logistic regression were used for data analysis. A binary logistic regression analysis was conducted using data from 5,519 occupational accidents during road construction between 2013 and 2016. The independent variables included the workers' age, sex, marital status, occupational health and safety (OHS) training, experience, education, occupation, accident season, accident location, and material causing the accident. An equation was derived to estimate the probability of workday loss given a worker's experience, OHS education, season, location, and the material involved. In conclusion, this study demonstrated the applicability of logistic regression analysis in determining the probability of workday loss owing to occupational accidents. This approach can be used across different sectors, reducing workday loss accidents and associated costs while promoting worker health and sustainable production policies.

Key words:

occupational accident, logistic regression, road construction, occupational safety

1. Uvod

Na globalnoj razini, broj ozljeda na radu u građevinskom sektoru visok je u usporedbi sa svim drugim značajnim industrijama [1, 2]. Podaci iz brojnih industrijaliziranih zemalja pokazuju da je kod građevinskih radnika tri do četiri puta veća vjerojatnost da će smrtno stradati od nesreća na radu nego kod drugih radnika [3]. Građevinarstvo je vrlo zahtjevan sektor u smislu uvjeta rada; dinamičan je i opasan zbog privremene prirode radnih mjesta i radne snage [4-8]. Gradilišta se često opisuju kao nesigurna i opasna mjesta [9]. Svaki građevinski projekt je drugačiji, a svaka vrsta projekta ima svoje karakteristike, način izvođenja radova, korištene materijale i tehnologije gradnje [10]. Situacije poput varijabilnosti građevinskih aktivnosti i opreme mogu uzrokovati nekontrolirane ljudske pogreške [11]. Zato je broj nesreća na radu u ovom sektoru velik.

Štete koje nastaju u ljudskim, poslovnim i gospodarskim resursima zbog nesreća na radu u građevinarstvu danas su postale ozbiljan problem. Zaštita na radu je problem kojem je potrebno obratiti posvemašnju pozornost na svim gradilištima. Međutim, ne mogu se očekivati iste vrste opasnosti i nezgoda na svim gradilištima. Postoji veliki broj opasnosti i rizika koji se ne mogu u potpunosti predvidjeti u građevinskoj industriji, stoga se moraju poduzeti i provoditi posebne mjere opreza u skladu s postojećom vrstom konstrukcije kako bi se rizici uklonili [12].

Većina istraživanja upućuje na to da su projekti izgradnje cesta izloženi većem riziku u odnosu na druge građevinske projekte zbog svoje šire geografske pokrivenosti i izazova vezanih uz podzemne uvjete [13-15]. Stopa ozljeda u ovom sektoru građevinarstva još uvijek nije na prihvatljivoj razini [16]. Projekti cestogradnje smatraju se gradilištima visokog rizika zbog značajnog broja smrtno stradalih radnika [17].

Gradilišta prometnica su složena i opasna okruženja s mnogo dinamičkih resursa, kao što su zaposlenici, oprema i materijali [18]. Neki znanstvenici ističu neprikladne uvjete rada na gradilištima u urbanim sredinama koja čine gradilišta opasnim i za radnike i za javnost [19, 20]. Neki istraživači tvrde da se mjere sigurnosti na gradilištima ne poštuju, što radnike izlaže nepotrebnim rizicima [21-24]. Sa stajališta zaštite na radu, cestogradnja se smatra relativno opasnom gospodarskom granom jer sadrži gotovo sve faktore rizika radne okoline. Radnici na izgradnji autocesta i cesta izloženi su riziku od smrtonosnih i teških ozljeda kada rade u blizini građevinskih vozila i mehanizacije [25-28]. Ako se ne usmjeriti dovoljno pažnje sigurnosnim mjerama, to može naštetiti i radniku i društvu.

Svaki posao u građevinskom sektoru treba razmatrati zajedno s radnicima u tom području kako bi se nesreće na radu svele na najmanju moguću mjeru i ispravno odredile opasnosti. Postoji potreba za znanstvenim istraživanjima koja mogu prikazati profil radnika prema različitim vrstama građevina (zgrada, cesta, brana, tunel itd.) i broju radnika u građevinarstvu [29, 30]. Statistički podaci važni su za prevenciju nesreća; to je polazište istraživanja u području zaštite na radu [16]. Analiza podataka o nesrećama pruža vrijedan način za prepoznavanje

obrazaca u nesrećama kod radnika u graditeljstvu. Nesreće na radu su složeni događaji na koje utječu mnogi faktori, a njihovo sprječavanje moguće je samo analizom prošlih događaja i točnim tumačenjem statističkih rezultata [31-33]. Podatke o nesrećama na radu potrebno je pažljivo analizirati. Važno je dati prioritet politikama zaštite na radu i primijeniti korisne savjete [34]. Ako su poznati uzroci ozljeda na radu, odredit će se prioritete zaštitne mjere. Također, ako relevantni zakoni imaju nedostataka, to će pridonijeti njihovom mijenjanju.

Zbog nesreća na radu i s njima povezanih gubitaka radnih dana postoji značajna zabrinutost u različitim industrijama. Kako bi ublažili ovaj problem, znanstvenici su sve više usmjereni na logaritamsku regresijsku analizu kao alat za identifikaciju čimbenika koji pridonose takvim nesrećama i za razvoj učinkovitih preventivnih strategija. Ta metoda omogućuje istraživanje odnosa između različitih nezavisnih varijabli i zavisne varijable, čime se daje uvid u dinamiku zaštite na radu.

U nekoliko istraživanja provedena je logistička regresijska analiza kako bi se istražili čimbenici koji dovode do nesreća na radu. Primjerice, Chau i suradnici [35] primijenili su logističku regresiju u svom istraživanju nesreća na radu u građevinskom sektoru u Hong Kongu, te odredili značajnu korelaciju između čimbenika kao što su radno iskustvo, vrsta posla i pojava nesreća. Na sličan su način Kines i suradnici [36] primijenili logističku regresijsku analizu kako bi istražili utjecaj individualnih utjecaja i radnih karakteristika na rizik od padova u sektoru koji se bavi pružanjem skrbi starijim osobama u Danskoj. Njihova istraživanja su naglasila ključnost ergonomske intervencije i edukacije o sigurnosti u smanjenju opasnosti od pada među radnicima.

Sanmiquel i suradnici [37] primijenili su u svom istraživanju u području rudarstva logističku regresijsku analizu kako bi odredili čimbenike koji pridonose nesrećama sa smrtnim ishodom, te otkrili značajnu povezanost između vrste nesreće, vrste materijala i vjerojatnosti smrtnog ishoda. U Dongovoj analizi u američkom građevinskom sektoru [38] također je primijenjena logistička regresija kako bi istražila vezu između različitih osobina radnika i vjerojatnosti ozljeda na radu, istaknuvši povećani rizik kod mlađih, manje iskusnih radnika.

U drugačijem kontekstu, Nuwayhid i suradnici [39] koristili su logističku regresiju kako bi istražili povezanost između ozljeda na radu i različitih zdravstvenih stanja među industrijskim radnicima u Libanonu, naglašavajući ulogu lošeg zdravstvenog statusa kao značajnog čimbenika rizika za ozljede na radu. Onder [40] je primijenio metodu analize logističke regresije na nesmrtonosne ozljede na radu od 1996. do 2009. u rudniku ugljena za Western Lignite Corporation (WLC) Turkish Coal Enterprises i otkrio da se skupina poslova s najvećom vjerojatnošću izloženosti nesrećama s više od tri izgubljena radna dana za nesmrtonosne ozljede odnosi na radnike i zaposlenike u sektoru održavanja.

Ukratko, ta istraživanja pokazuju svestranost i učinkovitost logističke regresije kao alata za razumijevanje i sprječavanje nesreća na radu u različitim industrijama. Međutim, postoji potreba za daljnjim istraživanjem primjene te metode u području

cestogradnje, koja je poznata po visokim stopama nesreća na radu i gubicima radnih dana zbog takvih nesreća.

Kada se riječ o nesrećama na radu u Turskoj, cestogradnja se nalazi na prvom mjestu po broju takvih nesreća [41]. U ovom istraživanju, za analizu nesreća na radu u cestogradnji korištene su analize učestalosti jedne varijable, unakrsna analiza i binarna logistička regresijska analiza. Određeni su faktori opasnosti i rizika za industriju.

Svrha i ovog istraživanja ispitati je li moguće predvidjeti vjerojatnost izostanka s posla na temelju osobnih i stručnih karakteristika radnika u području cestogradnje nakon nesreće na radu. Primijenjena je binarna logistička regresijska analiza kako bi se istražio utjecaj karakteristika radnika i gradilišta na izostanak s posla nakon nezgode. Rezultat je model koji procjenjuje vjerojatnost gubitka radnih dana ako radnik doživi nesreću tijekom rada.

2. Materijali i metode

U Turskoj su poslodavci dužni ispuniti Obrazac za prijavu nesreće na radu i profesionalne bolesti i obavijestiti Institut za socijalnu sigurnost (SSI). Obrazac sadrži osobne podatke radnika, radno okruženje i razne informacije vezane uz posao. U ovom je istraživanju korišten skup podataka iz informacija dobivenih od Instituta za socijalnu sigurnost.

Istraživanje je podijeljeno u tri dijela. U prvom dijelu istraživanja upotrijebljeno je 14.630 nesreća na radu u sektoru cestogradnje između 2013. i 2016. godine. U Turskoj je građevinski sektor dodatno podijeljen na posebne grane, a statistika se počela voditi od 2013. nadalje. Slijedom toga, provedeno je ispitivanje nesreća u sektoru cestogradnje za četverogodišnje razdoblje počevši od 2013. godine. Ti neobrađeni podaci preoblikovani su u upotrebljive podatke za statističke analize. Novi skup podataka

podijeljen je u 11 neovisnih varijabli i mnogo potkategorija. Gubitak radnog dana (izostanak s posla) određen je kao zavisna varijabla. U drugom dijelu istraživanja ispitane su tablice učestalosti varijabli utvrđenih za 14.630 ozlijeđenih osoba na radu. Kako bi rezultat istraživanja imao smisla, u podacima koji se odnose na ozljede na radu, uklonjeni su pogrešni i nepotpuni podaci, a broj ozljeda na radu smanjen je na 5519. Zatim je provedena unakrsna analiza kako bi se ispitao odnos svake nezavisne varijable sa zavisnom varijablom.

U trećem koraku istraživanja binarnom logističkom regresijskom analizom dobiven je model koji može odrediti mogućnost gubitka radnog dana kod nesreća na radu u cestogradnji.

2.1. Učestalost jedne varijable i unakrsna analiza tablica

Za analizu su pripremljeni podaci o 5519 ozlijeđenih radnika. Taj skup podataka podijeljen je u dvije kategorije kao informacije o nesrećama na radu i o ozlijeđenim radnicima. Analize učestalosti jedne varijable provedene su u tim dvjema kategorijama. U kategoriji koja se odnosi na nesreću na radu uzet je u obzir materijal koji je uzrokovao nesreću, mjesto gdje se nesreća dogodila i podaci o godišnjem dobu u kojem se nesreća dogodila (tablica 1.). U kategoriji koja se odnosi na ozlijeđene radnike nalaze se podaci o dobi, spolu, bračnom statusu, zaštiti na radu (engl. *occupational health and safety* - OHS) i stručnoj spremi, iskustvu, obrazovnom statusu i zanimanju (tablica 2.). Utvrđene su nezavisne varijable vezane uz ozljede na radu i ozljede te njihove potkategorije (tablice 1. i 2.).

U modelu je gubitak radnog dana odabran kao zavisna varijabla. Neovisne varijable koje mogu utjecati na gubitak radnog dana su; edukacija o zaštiti na radu i stručna sprema radnika, spol, obrazovni status, dob, bračni status, zanimanje, iskustvo,

Tablica 1. Distribucija podataka o nesrećama na radu

Zavisna varijabla	Nezavisna varijabla	Kategorije nezavisnih varijabli	Učestalost	Postotak [%]
Gubitak radnih dana	Materijal koji je uzrokovao nesreću	dijelovi konstrukcije	2056	37,3
		vozila i građevinska mehanizacija	1414	25,6
		ručni alati	830	15,0
		mehanizacija i oprema	1014	18,4
		štetne tvari	126	2,3
		fizikalni faktori i prirodni čimbenici	79	1,4
	Mjesto nesreće	postrojenje, radionica, tvornica	223	4,0
		gradilište	4136	74,9
		ured, mjesta za druženje	30	0,6
		javna područja-ceste-vozila	552	10,0
		izvan gradilišta	578	10,5
	Godišnje doba u kojem se dogodila nesreća	zima	1145	20,7
		proljeće	1275	23,1
		ljetno	1489	27,0
		jesen	1610	29,2

Tablica 2. Distribucija podataka o ozlijeđenim radnicima

Zavisne varijable	Nezavisne varijable	Kategorije nezavisnih varijabli	Učestalost	Postotak [%]
Gubitak radnih dana	Iskustvo	manje od godinu dana	133	2,4
		1-10 godina	2004	36,3
		10-20 godina	1538	27,9
		20 godina i više	1844	33,4
	Edukacija o zaštiti na radu	ne	227	4,1
		da	5292	95,9
	Vrsta obrazovanja	nema obrazovanja	16	0,3
		osnovna škola	4566	82,7
		srednja škola i više	937	17,0
	Godine	<18	3	0,1
		18-30	1833	33,2
		30-40	1546	28,0
		>40	2137	38,7
	Spol	žena	10	0,2
		muškarac	5509	99,8
	Stručno osposobljavanje	ne	1012	18,3
		da	4507	81,7
	Zanimanje	menadžeri	5	0,1
		stručnjaci	53	1,0
		tehničari, pomoćnici stručnjacima	181	3,3
		uslužno, prodajno i uredsko osoblje	68	1,2
		obrtnici	2025	36,7
		rukovatelji pogona i strojeva	1626	29,5
		zaposlenici kojima nije potrebna kvalifikacija	1561	28,3
	Bračni status	samac	1528	27,7
		razveden	208	3,8
		udovac	8	0,1
		oženjen	3775	68,4

godišnje doba u kojem se nesreća dogodila, mjesto na kojoj se nesreća dogodila i materijal koji je prouzročio nesreću.

Unakrsna analiza tablica provedena je u SPSS-u (Statističkom paketu za društvene znanosti) kako bi se ispitao odnos između gubitka radnih dana i nezavisnih varijabli. Nakon što je napravljena unakrsna analiza i distribucija učestalosti, druga je faza bila ispitivanje odnosa između varijabli. Pearsonov X^2 test je jedna od metoda koja se primjenjuje za određivanje potentnosti tog odnosa. Taj test uspoređuje promatrane vrijednosti s vrijednostima za koje bi se očekivalo da ne postoji odnos između dviju varijabli [42].

Pearsonov X^2 test pretpostavlja da varijable u retku i stupcu mogu biti neovisne ili ovisne. Nulta hipoteza formulirana u okviru studije je sljedeća:

- H_0 : Ne postoji odnos između nezavisne varijable i zavisne varijable (gubitak radnog dana).

- H_1 : Postoji odnos između nezavisne varijable i zavisne varijable (gubitak radnog dana).

Vrijednost p temeljena na Pearsonovoj vrijednosti X^2 (koja izražava važnost X^2) također treba izračunati uzimajući u obzir stupnjeve slobode. P-vrijednost je vrijednost vjerojatnosti koja se koristi za određivanje stupnja u kojem promatrana vrijednost slučajno odstupa od očekivane vrijednosti. Ako je P vrijednost manja od 0,05, H_0 hipoteza se odbacuje i prihvaća se odnos između varijabli. Odnos između gubitka radnog dana, definiranog kao zavisna varijabla, i 11 nezavisnih varijabli analiziran je unakrsnom analizom tablica. Tablica 3. sadrži nezavisne varijable za koje je utvrđeno da imaju značajan odnos sa zavisnom varijablom zbog unakrsne analize. Rezultati unakrsne analize tablica za druge nezavisne varijable nisu prikazani jer nisu značajno povezani sa zavisnom varijablom.

Tablica 3. Tablica sažetka unakrsne tabulacije

Nezavisne varijable	Pearsonov χ^2 test (df), p	
Edukacija o zaštiti na radu	$\chi^2(1) = 5,905$	p = 0,015
Iskustvo	$\chi^2(3) = 27,635$	p = 0,000
Godišnje doba u kojem se dogodila nesreća	$\chi^2(3) = 18,312$	p = 0,000
Mjesto nesreće	$\chi^2(5) = 59,161$	p = 0,000
Materijal koji je prouzročio nesreću	$\chi^2(5) = 79,818$	p = 0,000

Kao što se može vidjeti u tablici 3., utvrđeno je da je pet nezavisnih varijabli statistički povezano s zavisnom varijablom. Time je smanjen broj nezavisnih varijabli koje će se koristiti u budućem modelu logističke regresije.

2.2. Analiza logističke regresije

Odnos između zavisnih i nezavisnih varijabli ne mora biti linearan; također može imati eksponencijalni ili polinomski odnos. Logistička regresija pretpostavlja logaritamski odnos između zavisnih i nezavisnih varijabli tako da logistička regresija može proizvesti nelinearne modele.

Model dobiven logističkom regresijom nije linearan. Stoga se vjerojatnost pojave Y predviđa pomoću nezavisnih varijabli. Logistički regresijski model općenito se izražava kako je prikazano u izrazu (1).

$$P_i = (Y | X) = e^{(\beta_0 + \beta_1 X_1 + \dots + \beta_n X_n)} / (1 + e^{(\beta_0 + \beta_1 X_1 + \dots + \beta_n X_n)}) \quad (1)$$

gdje je:

- P_i - vjerojatnost promatranja događaja koji se ispituje,
- β_0 - konstanta varijabla
- β_1, \dots, β_n - regresijski koeficijenti nezavisnih varijabli,
- X_1, \dots, X_n - nezavisne varijable,
- n - broj nezavisnih varijabli
- e - Eulerov broj 2,71.

Cilj metode logističke regresije jest uspostaviti model koji opisuje odnos između zavisnih i nezavisnih varijabli u najboljem skladu s najmanjom varijablom [43].

3. Rezultati

Unakrsnom analizom tablica utvrđeno je pet nezavisnih varijabli koje imaju značajan odnos sa zavisnom varijablom (tablica 3.). U literaturi postoje i istraživanja nesreća na radu u različitim sektorima provedena logističkom regresijskom analizom [44–48]. U ovom istraživanju odabrana je logistička regresijska analiza kao najbolja tehnika za objašnjenje uzročno-posljedične veze između spomenutih varijabli budući da je zavisna varijabla imala kvalitativnu i binarnu kategoričku strukturu, a nezavisne varijable imale su kategoričku strukturu. Osim toga, provedena je binarna logistička regresijska analiza kako bi se odredio kombinirani

učinak između varijabli. Podaci o nezgodama podijeljeni su u kategorije kako bi bili prikladni za logističku regresijsku analizu (tablica 4.). Unakrsnom analizom tablica utvrđeno je pet nezavisnih varijabli koje imaju značajan odnos sa zavisnom varijablom (tablica 3.).

U literaturi također postoje istraživanja provedena logističkom regresijskom analizom nesreća na radu u različitim sektorima [44–48]. U ovom istraživanju odabrana je logistička regresijska analiza kao najbolja tehnika za objašnjenje uzročno-posljedične veze između spomenutih varijabli budući da je zavisna varijabla imala kvalitativnu i binarnu kategoričku strukturu, a nezavisne varijable imale su kategoričku strukturu. Osim toga, provedena je binarna logistička regresijska analiza kako bi se odredio kombinirani učinak između varijabli.

Podaci o nesrećama podijeljeni su u kategorije kako bi se mogla provesti logistička regresijska analiza (tablica 4.). U provedenoj analizi, varijabla "Y" u tablici 4. je zavisna varijabla; varijable; X_{OHS} , $X_{experience}$, X_{season} , X_{place} , $X_{material}$ nezavisne su varijable. Glavna hipoteza istraživanja je da će edukacija o zaštiti na radu i iskustvo radnika, materijal, godišnje doba i radno mjesto značajno utjecati na gubitak radnih dana. Popis varijabli u modelu za procjenu gubitka radnog dana predstavljen je u tablici 5. U praksi se učinak nezavisnih varijabli X_{OHS} , $X_{experience}$, X_{season} , X_{place} , $X_{material}$ na vjerojatnost gubitka radnog dana pokušava odrediti binarnom logističkom regresijskom analizom.

Jednostavna binarna logistička regresijska analiza provedena između nezavisnih varijabli i varijable gubitka radnog dana, koja je zavisna varijabla u modelu, dana je u tablici 5. Opisi statističkih svojstava varijabli prikazanih u tablici 5. su sljedeći:

- Stupac B uključuje koeficijente koji odgovaraju nezavisnim varijablama.
- Standardne pogreške (engl. *standard errors* - SE) prethodno navedenih koeficijenata navedene su u stupcu SE.
- Stupac Wald sadrži vrijednosti Wald statistike.
- Stupac df označava stupnjeve slobode (engl. *degrees of freedom* - df).
- Stupac Sig. prikazuje razine značajnosti statistike.
- Stupac označen s Exp(B) prikazuje procijenjene vrijednosti omjera vjerojatnosti.

Analiza binarne logističke regresije provedena je u programu SPSS, a zadnja potkategorije nezavisnih varijabli odabrane su kao referentna kategorija.

Tablica 4. Varijable korištene u modelu

Varijable	Objašnjenje varijabli	Objašnjenje potkategorija
Y (zavisna varijabla)	Gubitak radnih dana	Nesreće bez izostanka s posla Nesreće s izostankom s posla
X _{ohs}	Edukacija radnika o zaštiti na radu	Ne Da
X _{experience}	Iskustvo radnika	Iskustvo 1 (manje od godinu dana) Iskustvo 2 (1-10 godina) Iskustvo 3 (10-20 godina) Iskustvo 4 (20 godina i više)
X _{season}	Godišnje doba u kojem se dogodila nesreća	Godišnje doba 1 (zima) Godišnje doba 2 (proljeće) Godišnje doba 3 (ljetno) Godišnje doba 4 (jesen)
X _{place}	Mjesto nesreće	Mjesto 1 (postrojenje, radionica, tvornica) Mjesto 2 (gradilište) Mjesto 3 (ured, zajedničke prostorije) Mjesto 4 (javno područje-cesta-transportna vozila) Mjesto 5 (izvan gradilišta: u zraku-iznad vode- visoki tlak-podzemlje)
X _{material}	Materijal koji je uzrokovao nesreću	Materijal 1 (dijelovi konstrukcije) Materijal 2 (tlo i druga vozila) Materijal 3 (ručni alati) Materijal 4 (mehanizacija i oprema) Materijal 5 (otrovne kemikalije, radioaktivost, biološki) Materijal 6 (fizikalni faktori i prirodni čimbenici)

Tablica 5. Statistika varijabli u modelu logističke regresije

		Varijable u jednadžbi						95 % C.I. za EXP(B)	
		B	SE	Wald	df	Sig.	Exp (B)	Niži	Viši
		Korak 1 ^a	Iskustvo 4 *			25,642	3	0,000	
Iskustvo 1	-0,860		0,185	21,686	1	0,000	0,423	0,295	0,608
Iskustvo 2	-0,179		0,072	6,152	1	0,013	0,836	0,725	0,963
Iskustvo 3	-0,041		0,078	0,280	1	0,597	0,960	0,824	1,118
Bez edukacije o zaštiti na radu	-0,453		0,145	9,762	1	0,002	0,636	0,479	0,845
Godišnje doba 4 *				15,017	3	0,002			
Godišnje doba 1	0,218		0,087	6,285	1	0,012	1,243	1,049	1,474
Godišnje doba 2	0,145		0,083	3,023	1	0,082	1,156	0,982	1,361
Godišnje doba 3	-0,084		0,078	1,162	1	0,281	0,919	0,789	1,071
Mjesto 5 *				63,042	4	0,000			
Mjesto 1	1,317		0,214	37,975	1	0,000	3,731	2,454	5,671
Mjesto 2	0,407		0,095	18,363	1	0,000	1,502	1,247	1,809
Mjesto 3	-0,067		0,389	0,030	1	0,863	0,935	0,436	2,004
Mjesto 4	0,871		0,140	38,758	1	0,000	2,389	1,816	3,142
Materijal 6 *				87,164	5	0,000			
Materijal 1	-0,578		0,287	4,066	1	0,044	0,561	0,320	0,984
Materijal 2	-0,987		0,288	11,751	1	0,001	0,373	0,212	0,655
Materijal 3	-0,273		0,294	,865	1	0,352	0,761	0,428	1,353
Materijal 4	-0,247		0,292	,714	1	0,398	0,781	0,441	1,385
Materijal 5	-0,624		0,342	3,322	1	0,068	0,536	0,274	1,048
Konstanta	1,019	0,301	11,445	1	0,001	2,769			

-2LL = 6634,554 (engl. *log likelihood* - LL) Hosmer&Lemeshow Chi-Square Test = X²(B) = 11,915, p = 0,155
 Korak 1^a - Varijable u koraku 1: Iskustvo, edukacija o zaštiti na radu, godišnje doba u kojem se dogodila nesreća, mjesto nesreće, materijal koji je uzrokovao nesreću
 * Referentna kategorija

Tablica 6. Važnost varijabli u modelu (Model je prikladan ako su značajne varijable uklonjene)

Model ako je varijabla uklonjena					
Varijabla		Logaritamska vjerojatnost modela	Promjena u -2 logaritamska vjerojatnost (-2LL)	df	Značajnost promjene
Korak 1	Iskustvo	-3329,927	25,300	3	0,000
	Edukacija o zaštiti na radu	-3322,005	9,456	1	0,002
	Godišnje doba	-3324,821	15,089	3	0,002
	Mjesto	-3351,403	68,251	4	0,000
	Materijal	-3361,577	88,600	5	0,000

U kategoriji iskustva kao referentna kategorija odabrano je iskustvo "20 godina i više". Vjerojatnost nesreće s gubitkom radnog dana je 2,36 puta manja za radnike s manje od jedne godine iskustva (1 / 0,423), 1,196 puta manja (1 / 0,836) za one s jednom do deset godina iskustva, za one s deset do dvadeset godina staža (1 / 0,960) 1,041 puta manje u odnosu na radnike s 20 godina i više radnog iskustva. Drugim riječima, radnici s više od 20 godina iskustva imaju najveći rizik od ozljeda na radu i gubitaka radnih dana. Skupina za koju je najmanje vjerojatno da će doživjeti nesreću s gubitkom radnih dana jesu radnici koji imaju manje od jedne godine iskustva. Zapravo, očekivalo bi se da radnici s manje iskustva imaju više nesreća na radu. Međutim, suprotan rezultat može se pripisati činjenici da je udio zaposlenika s manje od jedne godine iskustva u skupu podataka prilično mali, samo 2,4 %.

U kategoriji godišnjeg doba kao referentna kategorija odabrana je "jesen". Vjerojatnost nesreće na radu s gubitkom radnih dana je 1,243 puta veća u nesrećama koje se događaju zimi i 1,156 puta veća u nesrećama koje se događaju u proljeće, u usporedbi s nesrećama na radnom mjestu u jesenskim mjesecima, dok je vjerojatnost gubitka radnih dana u nesrećama ljeti 1,088 puta manja (1 / 0,919).

U kategoriji edukacije za zaštitu na radu kao referentna kategorija odabrani su radnici koji su imali edukaciju za zaštitu na radu. U usporedbi s onima koji su prošli osposobljavanje za zaštitu na

radu, vjerojatnost nesreće s gubitkom radnih dana je 1,572 puta veća kod radnika koji nisu imali takvu edukaciju (1 / 0,636).

U kategoriji mjesta na kojem se dogodila nesreća na radu kao referentna kategorija odabrana je opcija "Izvan gradilišta". U odnosu na nesreće koje se događaju izvan gradilišta, vjerojatnost nesreće s gubitkom radnog dana je 3,731 puta veća za zaposlenike u industrijskim postrojenjima, tvornicama i radionicama, 1,502 puta je vjerojatnost za nesreću na radu veća na gradilištu, 1,069 puta veća je na javnim površinama, cestama i prijevoznim sredstvima (1 / 0,935), dok je 2,389 puta manja u urednima i zajedničkim prostorijama.

U kategoriji materijala koji je uzrokovao nesreću, kao referentna kategorija odabrana je opcija "Fizički faktori i prirodni čimbenici". Vjerojatnost nesreće s gubitkom radnih dana prema fizičkim čimbenicima i prirodnim faktorima, koji su među potkategorijama koje uzrokuju nesreću, 1,782 puta je manja

za materijal 1 (1 / 0,561), 2,680 puta manja za materijal 2 (1 / 0,373), 1,314 puta manja za materijal 3 (1 / 0,761), 1,280 puta manja za materijal 4 (1 / 0,781), te 1,865 puta manja za materijal 5 (1 / 0,536).

Nezavisne varijable koje povećavaju vjerojatnost gubitka radnih dana su godišnje doba 1 (zima), godišnje doba 2 (proljeće) te lokacija 1 (industrijsko postrojenje, tvornica, radionica), lokacija 2 (gradilište), i lokacija 4 (javno područje - cesta - prijevozna sredstva).

Logistička regresija koristi logaritamsku funkciju vjerojatnosti (engl. *log likelihood function* - LL) kako bi usporedila stvarne i predviđene vrijednosti promatranih podataka. Funkcija log likelihood (LL) koristi se u optimizaciji i procjeni maksimalne vjerojatnosti. Prilikom testiranja prilagodbe modela radi se proračun logaritamskog parametra vjerojatnosti. Kako bi se procijenilo koliko dobro model odgovara podacima, obično se koristi -2 logaritamska vjerojatnost (-2LL), jer množenje vrijednosti logaritamske vjerojatnosti s -2 daje približnu distribuciju χ^2 . Smanjenje vrijednosti -2LL upućuje na poboljšanje prilagodbe modela. U tablici 6. prikazana je važnost varijabli. Ispitivanje vrijednosti logaritamske funkcije vjerojatnosti pokazuje kako će svaka od varijabli uključenih u model utjecati na model kada se ukloni iz modela. Trenutačno je varijabla materijala zbog kojeg se događa nesreća na radu najvažnija u modelu.

Jedna od metoda za procjenu prilagođenosti modela u logističkoj regresiji jest Hosmer-Lemeshowov test. U testu se koriste sljedeće pretpostavke:

- H0: Model je prikladan za promatrane podatke.
- H1: Model nije prikladan za promatrane podatke.

Ako rezultat testa nije značajan i vrijednost sig je veća od 0,05, prihvaća se hipoteza H0. Stoga se može reći da su podaci u modelu značajni.

Prema rezultatima Hosmer-Lemeshowog testa u tablici 5, značajna vrijednost iznosi 0,155 ($p > 0,05$). Ako ta vrijednost nije značajna, to znači da je model prikladan i da je prilagodba modela i podataka dovoljna.

Kao rezultat toga, predvidljivost modela iznosila je 69,5 %. Jednadžbe s koeficijentima (B vrijednosti) modela dobivenog analizom binarne logističke regresije prikazane u tablici 5., dane su u izrazu (2).

$$\begin{aligned}
 Y = & 1.019 - 0.860 X_{\text{experience1}} - 0.179 X_{\text{experience2}} - 0.041 X_{\text{experience3}} \\
 & - 0.453 X_{\text{ohs}} + 0.218 X_{\text{season1}} + 0.145 X_{\text{season2}} - 0.084 X_{\text{season3}} \\
 & + 1.317 X_{\text{place1}} + 0.407 X_{\text{place2}} - 0.067 X_{\text{place3}} + 0.871 X_{\text{place4}} \quad (2) \\
 & - 0.578 X_{\text{material1}} - 0.987 X_{\text{material2}} - 0.273 X_{\text{material3}} \\
 & - 0.247 X_{\text{material4}} - 0.624 X_{\text{material5}}
 \end{aligned}$$

Napomena: Izraz (2) može se objasniti sljedećim primjerom.

Model: Radnik s 21 godinom iskustva, obukom za zaštitu na radu i nesrećom na radu koju je doživio zbog strojeva i opreme na gradilištu u jesenskim mjesecima rezultirali su gubitkom radnih dana. Kada se ta situacija prikaže u modelu, izgleda ovako:

$$\begin{aligned}
 Y = & 1.019 - 0 \text{ (iskustvo4)} - 0 \text{ (edukacija o zaštiti na radu)} \\
 & + 0 \text{ (godišnje doba)} + 0.407 \text{ (mjesto na kojem se dogodila nesreća)} - 0.247 \text{ (materijal)}
 \end{aligned}$$

$$Y = 1.179$$

$$\begin{aligned}
 P_i = E(Y | X) &= e^{(\beta_0 + \beta_1 X_1 + \dots + \beta_k X_k)} / (1 + e^{(\beta_0 + \beta_1 X_1 + \dots + \beta_k X_k)}) = \\
 &= e^{1.179} / (1 + e^{1.179}) = 0,76
 \end{aligned}$$

Budući da je vrijednost veća od 0,50, prema modelu se može zaključiti da taj radnik ima veliku vjerojatnost doživjeti nesreću na radu s gubitkom radnih dana. To znači da će radnik s tim kvalifikacijama imati 76 % šanse da doživi nesreću na radu s gubitkom radnih dana.

Ako je dobivena vrijednost manja od 0,50, može se zaključiti to da radnik ima malu vjerojatnost nesreće na radu s gubitkom radnih dana. Drugim riječima, ako su poznati podaci o radniku u jednadžbi, može se utvrditi mogućnost nesreće na radu s gubitkom radnih dana. Bit će moguće smanjiti ozbiljne nesreće na radu identificiranjem radnika koji imaju veliku vjerojatnost da dožive nesreću na radu i da se u vezi s time poduzmu proaktivne mjere.

4. Rasprava

Podaci o radnicima koji su imali nesreće na radu u sektoru cestogradnje u periodu od 2013. do 2016. analizirani su jednovarijantnom analizom učestalosti, unakrsnom analizom tablica i analizom binarne logističke regresije.

Prema rezultatima jednovarijantne frekvencijske analize, zaključeno je to da se najvažniji materijali koji uzrokuju ozljede na radu odnose na dijelove konstrukcije, dok su vozila na drugom mjestu. Pad materijala značajan je faktor rizika na svakom gradilištu. Promatrani ishodi nesreća na radu na gradilištima cesta pokazali su slične rezultate. Uočeno je to da su se nesreće na radu uglavnom događale na gradilištu, a najmanje u uredu. To se događa jer se gradilištima odvija većina građevinskih radova i vrlo su opasna. U kategoriji godišnjih doba, najviše se nesreća na radu događa u jesenskim mjesecima.

Procjenjujući po iskustvu, radnici s radnim iskustvom od jedne do 10 godina bili su najviše izloženi nesrećama na radu. Na drugom

mjestu su radnici s 20 i više godina radnog staža. Stoga sama kategorija iskustva nema previše smisla. Značajan udio od 82,7 % radnika koji su pretrpjeli nesreće na radu ima samo završenu osnovnu školu. Stoga se može zaključiti da je razina obrazovanja većine radnika koji su doživjeli nesreću na radu niska. Ako se promatra sa stajališta struke, nesrećama na radu najviše su izloženi obrtnici, odnosno radnici u građevinarstvu. Promatrajući dobnu kategoriju, nesrećama su bile najviše izložene osobe koje imaju 40 i više godina. S godinama se događa smanjenje refleksne sposobnosti koje donosi rizik od nezgode na radu. Velika većina radnika izloženih nesrećama na radu prošla je stručno osposobljavanje i obuku o zaštiti na radu. Utvrđeno je to da je 68,4 % radnika u braku koji su doživjeli nesreću u sektoru. Oženjeni radnici više su zabrinuti zbog gubitka posla uslijed osjećaja odgovornosti prema obitelji nego što je slučaj kod neoženjenih radnika. Kako se broj osoba koje uzdržava oženjeni radnik povećava, zabrinutost radnika se također povećava, što šteti poslovnom životu. Rad u intenzivnijim i teškim uvjetima radi uzdržavanja obitelji povećat će rizik od nesreća na radu. Osim toga, situacije poput nelagode i sukoba u obitelji uzrokovat će pad motivacije i koncentracije kod radnika. Možda je moguće smanjiti nesreće obraćanjem pozornosti na zapošljavanje oženjenih i starijih radnika u manje rizičnim područjima u sektoru.

Prema rezultatima unakrsne analize, pet nezavisnih varijabli pokazalo se statistički značajnim. Te varijable su; iskustvo radnika, edukacija o zaštiti na radu, godišnje doba u kojem se dogodila nesreća na radu, materijal koji je uzrokovao nesreću i mjesto nesreće.

Kad se promatraju rezultati logističke regresijske analize, podsjetimo da su i istraživanju korišteni podaci o nesrećama na radu koje su se dogodile između 2013. i 2016. godine. Nesreće bez smrtnog ishoda koje rezultiraju gubitkom dana u industriji mogu se smanjiti ili spriječiti pravim analizama i mjerama opreza. Budući da su logistički regresijski modeli fleksibilni i prikladni za kategorički grupirane podatke, ovim istraživanjem je dokazano da se mogu koristiti u mnogim područjima, kao i u cestogradnji.

Radnici koji imaju više od 20 godina staža izloženi su najvećem riziku od nesreće na radu s gubitkom radnih dana. Gubitak radnih dana u nesrećama s ozljedama nije izravno proporcionalan radnom iskustvu. Istraživanje je također pokazalo da dovoljno profesionalno iskustvo nije dovoljan čimbenik za sprječavanje nesreća na radu.

Vjerojatnost nesreće na radu s gubitkom radnih dana je 1,243 puta veća kod nesreća koje se događaju zimi i 1,156 puta veća kod nesreća koje se događaju u proljeće, u usporedbi s nesrećama na radnom mjestu u jesenskim mjesecima, dok je vjerojatnost gubitka radnih dana kod ljetnih nesreća na radu 1,088 puta manja. Drugim riječima, vjerojatnost pojave nesreće na radu s gubitkom radnih dana najveća je u proljetnim i zimskim mjesecima.

Radnici koji nisu završili obuku o zaštiti na radu imaju 1,572 puta veću vjerojatnost da će doživjeti nesreću s gubitkom

radnog dana od onih koji su prošli obuku o zaštiti na radu. Ovaj rezultat je očekivan i važan. Očekuje se da će učinak obuke o zaštiti na radu spriječiti ili smanjiti težinu nesreće. No, postavlja se pitanje primjerenosti obuke za zaštitu na radu. Ako se opasnosti i rizici rada na odgovarajući način objasne radniku tijekom obuke za zaštitu na radu, možda će biti moguće smanjiti ozbiljnost nesreća jer će radnik koji je svjestan opasnosti i rizika biti oprezniji. Stoga bi stručnjaci koji provode obuku o zaštiti na radu trebali biti inženjeri građevinarstva.

U usporedbi sa zaposlenicima koji rade izvan gradilišta, vjerojatnost nesreće na radu s gubitkom radnih dana je 3,731 puta veća za one koji rade u industriji, tvornici, radionici, 1,552 puta veća na gradilištu, 1,069 puta veća na javnoj površini, cesti ili transportnim vozilima, dok je ta vjerojatnost 2.389 puta manja u uredima i zajedničkim prostorijama.

Prema fizikalnim faktorima i prirodnim čimbenicima koji uzrokuju nesreće na radu, vjerojatnost nesreće s gubitkom radnih dana je 1,782 puta manja kod dijelova konstrukcije, 2,680 puta manja kod kopnenih i drugih vozila, 1,314 puta kod ručnih alata, 1,280 puta kod strojeva i opreme, te 1,865 puta manja kod štetnih tvari.

Pomoću izraza (2), prikazanim u poglavlju 3., dobivenom binarnom logističkom regresijskom analizom, ako su poznati radnikovo iskustvo, status obrazovanja o zaštiti na radu, sezona, mjesto i materijal, može se izračunati vjerojatnost da će ova nezgoda rezultirati gubitkom radnih dana. Mogu se primijeniti mjere opreza za zaštitu na radu specifične za radnike s velikom vjerojatnošću gubitka radnih dana.

5. Zaključak

Ovo istraživanje provedeno je ispitivanjem 5519 izvješća o slučajevima nesreća na radu prilikom izgradnje cesta u Turskoj

tijekom četverogodišnjeg razdoblja, uz suglasnost Instituta za socijalno osiguranje. Za rješavanje pitanja poput utjecaja demografskih karakteristika pojedinaca na nesreće na radu, primjenjena je logistička regresijska analiza. Ta je analiza je posebno učinkovita u istraživanjima koja se odnose na ljudsko ponašanje. Zato je u ovom istraživanju odabrana logistička regresijska analiza kao metoda za utvrđivanje uzroka nesreća na radu u cestogradnji.

Primjenom logističke regresijske analize, u istraživanju je izvedena jednadžba koja se može primijeniti za procjenu vjerojatnosti gubitka radnih dana zaposlenika s obzirom na njegovo iskustvo, status obuke za zaštitu na radu, sezonu, radno okruženje i materijale koji uzrokuju nesreće na radu. Tvrtke mogu primijeniti tu jednadžbu za provedbu ciljanih mjera opreza i proaktivnih rješenja za smanjenje nesreća s gubitkom radnih dana.

Ovo istraživanje naglašava važnost razumijevanja čimbenika koji pridonose nesrećama s gubitkom radnog dana kako bi se zaštitilo zdravlje radnika, smanjili izravni i neizravni troškovi i promicale politike održive gradnje. Podaci korišteni u analizama u ovom istraživanju uzeti su iz izvještaja o nesrećama na radu koje su se dogodile u Turskoj. Stoga se dobiveni rezultati mogu razlikovati od rezultata u drugim zemalja. Međutim, budući da su neki parametri slični, pojmovi kao što su komentari, razvoj modela i metode mogu se također koristiti i za druge zemlje.

Provođenjem sličnih analiza u različitim sektorima i različitim zemljama, tvrtke mogu poduzeti bitne korake za smanjenje utjecaja nesreća na radu na svoje radnike i ukupnu produktivnost. Osim toga, rezultati ovog istraživanja dopuštaju moguće usporedbe. Proučavanje demografskih karakteristika kroz takva istraživanja može poslužiti kao važan kriterij u procesu zapošljavanja zaposlenika. To je zbog načela sigurnosti na radu i usklađivanja rada s pojedincima i pojedinaca s radom, pri čemu prepoznavanje odgovarajućeg profila zaposlenika za određeni posao postaje čimbenik koji doprinosi smanjenju nesreća na radu.

LITERATURA

- [1] Lehtola, M.M., Van Der Molen, H.F., Lappalainen, J. et al.: The effectiveness of interventions for preventing injuries in the construction industry – A systematic review, *American Journal of Preventive Medicine*, 35 (2008) 1, pp. 77–85
- [2] Hanapi, N.M., Kamal, M.M.M., Ismail, M.I., Abdullah, I.A.P.: Identifying Root Causes and Mitigation Measures of Construction Fall Accidents, *Gading Bus. Manag. J.*, 17 (2013), pp. 65–79
- [3] Umar, T., Egbu, C.: Causes of construction accidents in Oman, *Middle East Journal of Management*, (2018) 1, pp. 21–33
- [4] Kines, P.: Construction workers' falls through roofs: Fatal versus serious injuries, *Journal of Safety Research*, 33 (2002) 2, pp. 195–208
- [5] Hollowell, M.R., Gambatese, J.A.: Construction safety risk mitigation, *Journal of Construction Engineering and Management*, 135 (2009) 12, pp. 1316–1323
- [6] Chi, S., Han, S., Kim, D.Y.: Relationship between unsafe working conditions and workers' behavior and impact of working conditions on injury severity in US construction industry, *Journal of Construction Engineering and Management*, 139 (2013) 7, pp. 826–838
- [7] Leonavičiūtė, G., Dėjus, T., Antuševičienė, J.: Analysis and prevention of construction site accidents, *Građevinar*, 68 (2016) 5, pp. 399–410, doi: <https://doi.org/10.14256/GJE.1428.2015>
- [8] Elsebaei, M., Elnawawy, O., Othman, A.A.E., Badawy, M.: Causes and impacts of site accidents in the Egyptian construction industry, *International Journal of Construction Management*, (2020), DOI:10.1080/15623599.2020.1819523
- [9] Sherratt, F., Farrell, P., Noble, R.: UK construction site safety: discourses of enforcement and engagement. *Construction management and economics*. 31(2013) 6, pp. 623–635
- [10] Lingard, H., Rowlinson, S.: *Occupational health and safety in construction project management*, London, Routledge, 2004.
- [11] Al-Humaidi, H., Tan, F.H.: Construction safety in Kuwait, *Journal of Performance of Constructed Facilities*, 24 (2010) 1, pp. 70–77
- [12] Nazlıoğlu, A.: İnşaat Sektöründe Kullanılan Kule Vinçler ile Yapılan Çalışmalarda Karşılaşılan Risklerin Tespiti ve Korunma Yolları [İş Sağlığı ve Güvenliği Uzmanlık Tezi], Ankara, 2014.

- [13] Gannapathy, V.R., Subramaniam, S.K., Mohamad,M., Diah, A.B., Suaidi, M.K., Hamidon, A.H.: Risk factors in a road construction site, *International Journal of Humanities and Social Sciences*, 4 (2009) 8, pp. 622-625
- [14] Kumar, R.P., Sheikh, A., Asadi, S.: A Systematic Approach For Evaluation of Risk Management In Road Construction Projects-A Model Study, *International Journal of Civil Engineering and Technology*, 8 (2017) 3.
- [15] Li, R.Y.M.: Smart construction safety in road repairing works, *Proceedings of the 8th International Conference on Advances in Information Technology, IAIT2016, Macau, China, 2016.*, pp. 301–307
- [16] Bai, Y., Li, Y.: Determining Major Causes of Highway Work Zone Accidents in Kansas, Phase II, University of Kansas Center for Research, Inc., 2007.
- [17] Soltanmohammadlou, N., Sadeghi, S., Hon, C.K.H., Mokhtarpour, K.F.: Real-time locating systems and safety in construction sites: A literature review, *Safety Sci.*, 117 (2019), pp. 229-242
- [18] Weil, D.: Assessing OSHA performance: New evidence from the construction industry, *J. Policy Anal. Manag.*, 20 (2001), pp. 651-674
- [19] Kim, Y.A., Ryoo, B.Y., Kim, Y.S., Huh, W.C.: Major accident factors for effective safety management of highway construction projects, *Journal Of Construction Engineering And Management*, 139 (2012) 6, pp. 628-640
- [20] Özyurt, O.: Yol inşaatlarında bakım, onarım çalışmaları ve iş güvenliği sorunları, Toros Üniversitesi, 2019.
- [21] Aneziris, O., Papazoglou, I.A., Kallianiotis, D.: Occupational risk of tunneling construction, *Safety science*, 48 (2010) 8, 964-972
- [22] Kamardeen, I.: Knowledge-based occupational health and safety planning for construction projects, *Proceedings 26th Annual ARCOM Conference, 2010.*, Leeds, UK, Association of Researchers in Construction Management, Vol. 1 (2010), pp. 271–80
- [23] Phoya, S.: Health and safety risk management in building construction sites in Tanzania: The practice of risk assessment, communication and control, Licentiate Degree Thesis, Chalmers University of Technology, Gothenburg, Sweden, 2012.
- [24] Mahmoudi, S., Ghasemi, F., Mohammadfam, I., Soleimani, E.: Framework for continuous assessment and improvement of occupational health and safety issues in construction companies, *Safety and health at work*, 5 (2014) 3, pp. 125-130
- [25] Rozenfeld, O., Sacks, R., Rosenfeld, Y., Baum, H.: Construction job safety analysis, *Safety science*, 48 (2010) 4, pp. 491-498
- [26] Marhavilas, P.K., Koulouriotis, D., Gemeni, V.: Risk analysis and assessment methodologies in the work sites: On a review, classification and comparative study of the scientific literature of the period 2000-2009, *Journal of Loss Prevention in the Process Industries*, 24 (2011), pp. 477-523
- [27] Lunts, A., Urbāne, V., Malahova, J., Jemeljanovs, V.: Risk Reduction Possibilities Considering Equipment, Working Environment and Human Factor in Road Construction, 2013.
- [28] Guo, C., Yan, Y., Wang, T.: The Exploration of Hazard Prediction Techniques and Security Management Strategies for Domestic Road Construction, *The Open Civil Engineering Journal*, 9 (2015) 1.
- [29] Duman, E., Etiler, N.: İNŞAAT SEKTÖRÜ VE İŞÇİ SAĞLIĞI, *Mesleki Sağlık ve Güvenlik Dergisi (Msg)*, 13 (2013) 48.
- [30] Uslu, M.: 6331 nolu İş Sağlığı ve Güvenliği Kanunu İnşaat sektöründe değerlendirilmesi ve Şantiyelerde Risk Değerlendirilmesi, Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi, İstanbul, 2014.
- [31] Debnath, A.K., Banks, T., Blackman, R., Dovan, N., Haworth, N., Biggs, H.: Beyond the barriers: Road construction safety issues from the office and the roadside, *Advances in Safety Management and Human Factors*, 10 (2014), pp. 185
- [32] Tsang, Y.T., Fung, W.H., Tam, W.Y.: Development of an accident modelling in the Hong Kong construction industry, *International Journal of Construction Management*, 17 (2017) 2, pp. 124-131
- [33] Zhang, F.: A hybrid structured deep neural network with Word2Vec for construction accident causes classification, *International Journal of Construction Management*, 2019.
- [34] Lortie, M., Rizzo, P.: The classification of accident data, *Safety Science*, 31(1998) 1, pp. 31-57
- [35] Chau, N., Mur, J.M., Benamghar, L., Siegfried, C., Dangelzer, J.L., Français, M., Ravaud, J.F.: Relationships between certain individual characteristics and occupational injuries for various jobs in the construction industry: a case-control study, *American Journal of industrial medicine*, 45 (2004) 1, pp. 84-92
- [36] Kines, P., Lappalainen, J., Mikkelsen, K. L., Olsen, E., Pousette, A., Tharaldsen, J., Øien, K.: Nordic Safety Climate Questionnaire (NOSACQ-50): A new tool for diagnosing occupational safety climate, *International journal of industrial ergonomics*, 40 (2010) 6, pp. 576-585
- [37] Sanmiquel, L., Freijo, M., Edo, J.: Analysis of work related accidents in the Spanish mining sector from 1982–2006, *Journal of Safety Research*, 41 (2010) 1, pp. 1-7
- [38] Dong, X.S.: Long workhours, work scheduling and work-related injuries among construction workers in the United States, *Scandinavian journal of work, environment & health*, (2005), pp. 329-335
- [39] Nuwayhid, I.A., Usta, J., Makarem, M., Khudr, A.: Health of children working in small urban industrial shops, *Occupational and environmental medicine*, 61 (2004) 2, pp. 86-94
- [40] Önder, S.: Evaluation of occupational injuries with lost days among opencast coal mine workers through logistic regression models, *Safety Science*, 59 (2013) 11, pp. 86-92
- [41] Bilim, A.: Karayolu ve Demiryolu İnşaatlarında Meydana Gelen İş Kazalarının Analizi ve Modellenmesi, Konya, Doktora Tezi, Selçuk Üniversitesi, 2018.
- [42] Elliott, A.C., Woodward, W.A.: Statistical analysis quick reference guidebook: With SPSS examples, Sage, 2007.
- [43] Atabey, Ö.: Lojistik Regresyon Modeli ve Geriye Doğru Eliminasyon Yöntemiyle Değişken Seçiminin Hipertansiyon Riski Üzerine Uygulamasında Bootstrap Yöntemi, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi, Ankara, 2010.
- [44] Maiti, J., Bhattacharjee, A.: Predicting accident susceptibility: a logistic regression analysis of underground coal mine workers, *Journal of the South African Institute and Metallurgy*, 101 (2001) 4, pp. 203-208
- [45] Kim, B., Yum, S., Kim, Y., Yun, N., Shin, S., You, S.: An analysis of factors relating to agricultural machinery farm-Work accidents using logistic regression, *J.Biosystems Eng.*, 39 (2014) 3, pp. 151-157, <http://dx.doi.org/10.5307/jbe.2014.39.3.151>.
- [46] Önder, S., Mutlu, M.: Açık işletme kömür madenciliğinde lojistik regresyon analizi ile iş kazalarının değerlendirilmesi, *Türkiye 19. Kömür Kongresi Bildiriler Kitabı, Zonguldak*, 2014., pp. 341-352
- [47] Akboğa, Ö.: İnşaat İş Kazalarında Lojistik Regresyon ile Kaza Şiddetinin Modellenmesi, Doktora Tezi, Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 2014., pp. 158
- [48] Bulut, M., Eygü, H.: İş Kazalarının Lojistik Regresyon Yöntemi İle İncelenmesi: Bayburt İli Örneği, *International journal of society researches*, 15 (2020), pp. 4956-4974, DOI:10.26466/opus.684909.