

Primljen / Received: 16.12.2021.

Ispravljen / Corrected: 31.7.2022.

Prihvaćen / Accepted: 12.8.2022.

Dostupno online / Available online: 10.4.2023.

Određivanje regionalne analize rizika od katastrofa za zgrade u Erzincanu

Autori:



Ayşe Başgöze, dipl.ing.građ.

Sveučilište Erzincan Binali Yıldırım, Turska

Odjel za unutarnje uređenje

ayse.basgoze@erzincan.edu.tr

Autor za korespondenciju



Doc.dr.sc. **Arzu Güncü**, dipl.ing.građ.

Sveučilište Erzincan Binali Yıldırım, Turska

Odjel za građevinarstvo

aguncu@erzincan.edu.tr

Stručni rad

Ayşe Başgöze, Arzu Güncü

Određivanje regionalne analize rizika od katastrofa za zgrade u Erzincanu

Erzincan se nalazi u regiji podložnoj seizmičkim aktivnostima, koje zbog jakih potresa mogu razoriti zgrade i dovesti do ljudskih žrtava. Analiza i određivanje strukturnih rizika su ključni jer smanjuju moguće rizike od katastrofa i pružaju strategije ublažavanja. Cilj je ovog istraživanja procijeniti seizmičku oštećenost postojećih zgrada u Erzincanu metodom brzog vizualnog pregleda i izraditi bazu podataka na regionalnoj razini. Analizirano je 490 stambenih armiranobetonskih zgrada u pet naselja pomoću metode uličnog pregleda (evaluacija prve razine) koju je razvio METU, a karte su izrađene pomoću programa ArcGIS. Rezultati su pokazali da su loša kvaliteta gradnje, meko tlo i veliki prepusti glavni parametri oštećenosti koji mijenjaju razine prioriteta rizika armiranobetonskih stambenih zgrada. S druge strane, loša kvaliteta gradnje utječe na većinu zgrada koje se ubrajaju u zgrade visokog prioriteta. Stoga postoji potreba za učinkovitim planiranjem ublažavanja rizika od potresa za Erzincan, budući da je 49 % zgrada u ispitanim četvrtima zahtijevalo drugu fazu procjene. Osim toga, metoda rangira zgrade prema njihovim prioritetima rizika, a dobiveni podaci na karti pružili su korisne informacije za razvoj učinkovitih strategija za provedbu politika smanjenja rizika u Erzincanu.

Ključne riječi:

Erzincan, potres, analiza rizika od katastrofa, metoda uličnog pregleda, geografski informacijski sustav

Professional paper

Ayşe Başgöze, Arzu Güncü

Determining the regional disaster risk analysis of buildings in Erzincan

Erzincan is located in a region sensitive to seismic activities, which can destroy buildings and lead to loss of life because of severe earthquakes. Furthermore, analysing and determining structural risks is important because it reduces possible disaster risks and provides mitigation strategies. This study aims to assess the seismic vulnerability of existing buildings in Erzincan using a rapid visual screening method and create a regional-scale inventory. Furthermore, 490 residential reinforced concrete buildings in five neighbourhoods were analysed using a street scanning method (first-level evaluation) developed by METU, and maps were created using the ArcGIS program. The results revealed that poor construction quality, soft ground, and heavy overhang are the main vulnerability parameters that change the risk priority range of reinforced concrete residential buildings. Conversely, poor construction quality affected most first-priority buildings. Therefore, there is a need for effective seismic mitigation planning for Erzincan, as 49 % of buildings in the surveyed neighbourhoods required a second-stage assessment. In addition, the method ranks the buildings according to their risk priorities, and the obtained data on the map provided useful information for effective strategies for implementing risk reduction policies in Erzincan.

Key words:

Erzincan, earthquake, disaster risk analysis, street screening method, geographical information system

1. Uvod

Katastrofe uzrokovane prirodnim nepogodama, kao što su poplave, klizišta i potresi, rezultirale su ljudskim žrtvama i gubitkom imovine u mnogim dijelovima svijeta. Većina tih gubitaka uzrokovana je potresima [1]. Alpsko-himalajski orogeni pojas u Turskoj najaktivniji je rasjed na svijetu. Potresi na tom području na prvom su mjestu po socioekonomskim gubicima i konstrukcijskim štetama. Rasjedna zona sjeverne Anatolije (engl. *North Anatolian Fault Zone* - NAFZ), rasjedna zona istočne Anatolije (engl. *East Anatolian Fault Zone* - EAFZ) i rasjedna zona sjeveroistočne Anatolije (engl. *North East Anatolia Fault Zone* - NEAFZ) tri su središnje tektonske cjeline koje utječu na distribuciju potresa u Turskoj [2, 3]. Rasjedna zona sjeverne Anatolije, duga otprilike 1500 km, uzrokuje niz opasnih potresa jačih od 7,0 (Mw) [3], kao što su potresi u Erzincanu 1939. [4] i 1999. u Izmitu [5, 6]. Prema povijesnim zapisima, mnogi su se potresi dogodili u blizini rasjedne zone istočne Anatolije, unatoč tome što se je samo nekoliko dogodilo u rasjednoj zoni sjeverne Anatolije [7]. Potres Doğanyol-Sivrice 2010. (Mw = 6,7) i potres Erzincan 1992. (Mw = 6,7) neki su od razornih potresa koji su se dogodili u rasjednoj zoni sjeverne Anatolije [6]. Potres u Vanu 2011. [Mw = 7,1], potres u Elazigu 2020. [Mw = 6,8] i potres u Izmiru [Mw = 6,9] zabilježeni su kao četiri velika potresa koja su se dogodila u posljednjih 15 godina s najvećim brojem ljudskih žrtava i najviše konstrukcijskih oštećenja [8-10]. Kao posljedica tih tektonskih struktura, Tursku pogodi razoran potres otprilike svake dvije godine te ima najveću stopu pojave potresa u svijetu [11]. U svim navedenim potresima život je izgubilo 86.456 ljudi, a 603.131 zgrada je potpuno ili teško oštećena. Nadalje, prosječno 1003 osobe godišnje izgubi život, a 7094 zgrade budu oštećene zbog potresa [12]. Osim toga, potresi svake godine uzrokuju gubitak više od 1% prosječnog nacionalnog dohotka [13]. Suprotno tome, konstrukcijska oštećenja u potresima u Turskoj mnogo su teža od onoga što bi se očekivalo u zemlji koja je spremna na katastrofu, uzimajući u obzir jačine potresa [14, 15].

Međusobno djelovanje opasnosti od potresa na ranjivo i nepripremljeno društvo i fizičko okruženje dovode do katastrofe [16]. Stoga je važno utvrditi rizike od katastrofa u naseljima sklonim potresima i na zgradama provesti potrebna istraživanja o ublažavanju i obnovi [17]. Jedan od najvažnijih koraka Turske u proteklih 20 godina unutar ovog okvira bilo je zakonsko reguliranje novih zgrada. "Uredba o građevinama koje se grade u područjima katastrofe" (engl. *Regulation on Buildings to be Constructed in Disaster Areas* - RBCDS) izdana je 1997., a revidirana je 2007., odnosno 2018. Dok su svi ovi pravni propisi primarno usmjereni na osiguranje sigurnosti novih zgrada u slučaju potresa, procjene rizika za postojeće zgrade zahtijevaju detaljnija eksperimentalna i analitička istraživanja.

U Turskoj postoji više od 20.000.000 zgrada u naseljima podložnima potresima [18]. Sigurnost u slučaju potresa mora se utvrditi pregledom tog fonda zgrada. Međutim, zbog vremena i financija [20, 21] čini se nemogućim analizirati te konstrukcije analitičkim metodama koje uključuju

linearnu statičku, linearnu dinamičku, nelinearnu statičku i nelinearnu dinamičku analizu kako je definirano u literaturi [19] i propisima. Te metode procjene [22-25] prikladne su za mali broj zgrada jer zahtijevaju složen proces analize i detaljno poznavanje strukturnih obilježja i komponenti. Stoga su potrebne jednostavne i brze metode procjene rizika za preliminarnu procjenu koja bi se provela prije detaljne seizmičke procjene velikog fonda zgrada. Stoga je smanjen broj zgrada koje je potrebno vrednovati analitičkim metodama i metodama vrednovanja temeljenim na kodeksima [19, 26]. Metode brzog vizualnog pregleda (RVS) primjenjene su u zemljama kao što su Amerika (FEMA 154) [27], Novi Zeland (NZSEE) [28], Italija (GNDT) [29], Kanada (NRCC) [30] i Japan (JBDPA) [31]. Ove metode identificirane kao "procjena prve razine" ili "ulični pregled" razvijene su u Turskoj, koristeći lokalne uvjete, građevinske karakteristike i prošla iskustva s potresima. Metode (METU [32], Sucuoğlu i sur. [33]), i metode RBTE-2019 [34]) primijenjene su u raznim naseljima kao što su Istanbul [32], projekt Izmir-Radius [35], Düzce-Kaynaşlı [1], Antalya-Muratpaşa [36], Erzurum [18], Bitlis [37], Tatvan [21], Istanbul-Esenler [38] i Bilecek [39]. Metoda uličnog pregleda temelji se na procjeni prioriteta rizika prema ocjeni učinka potresa izračunatoj za svaku zgradu i prikupljanju podataka na temelju opažanja stručnjaka izvan zgrade. Međutim, nije prikladna za procjenu rizika jedne zgrade, unatoč mogućnosti izvođenja te metode u područjima sa statistički značajnim brojem zgrada [33].

Geografski informacijski sustav (GIS) postao je nezamjenjiv alat za analizu rizika od katastrofa zahvaljujući njegovoj sposobnosti pohrane podataka te mogućnošću njihove izrade i analize [40, 41]. Nadalje, pomoću tih je sustava moguće odrediti i usporediti rizike od katastrofa u stambenim područjima određenih regija. Analize rizika prije katastrofe za stambena područja omogućuju provođenje procjene štete nakon katastrofe i izradu karata rizika [41, 42]. Bayraktar [1], Kassem i sur. [43], Mohamad i sur. [44], Catula i sur. [45], Rajarathnam i Santhakumar [46], Illic i sur. [47], Tokgöz i Bayraktar [48], Columbro i sur. [49], i Işık i sur. [3] nedavno su primijenili metodologiju brzog vizualnog pregleda u određenoj regiji, gradu ili zemlji integrirajući ih s GIS tehnologijom.

Svaki grad u Turskoj ima različito fizičko okruženje i građevinske karakteristike; stoga katastrofe različito utječu na različite gradove. Pokrajina Erzincan predmet je istraživanja i jedno je od važnih urbanih naselja koja su bila izložena mnogim katastrofama uzrokovanim potresima i koja su zbog svoje tektonske strukture pretrpjela društvene, fizičke i ekonomske gubitke tijekom svoje povijesti (1011., 1045., 1254., 1268., 1289., 1374., 1576., 1784. itd.). Potres magnitude 7,9 iz 1939. ošteti je stambeno područje, a grad je obnovljen na novoj lokaciji [50]. Godine 1992. potres magnitude 6,8 dogodio se u središtu grada i ošteti mnoge zgrade. Nadalje, na temelju rezultata istraživanja o procjeni štete nakon potresa, zaključilo se da osnovne inženjerske usluge u zgradama nisu uzete u obzir, a konstrukcijski

nedostaci kao što su meko prizemlje, veliki prepusti i utjecaj sudaranja susjednih zgrada uzrokovali su oštećenja u armiranobetonskim konstrukcijama [51]. Ovi rezultati otkrili su važnost istraživanja smanjenja rizika od katastrofa i ublažavanja posljedica u gradu.

Istraživanje analize rizika koje treba provesti za postojeći fond zgrada važan je korak u sprječavanju mogućih katastrofa i stvaranju odgovarajućih rješenja koja se mogu primijeniti prije katastrofe. Cilj je ovog istraživanja procijeniti seizmičku oštetivost postojećih zgrada u Erzinanu metodom brzog vizualnog pregleda i izraditi bazu podataka na regionalnoj razini. Nedavno je lokalnim vlastima postalo prioritet smanjiti potresni rizik i osigurati gospodarsku i socijalnu sigurnost lokalnog stanovništva [14]. Stoga je donositeljima odluka potreban alat ili skup podataka za razvoj strategija smanjenja rizika i sigurnosnih mjera za buduće potrese. Nadalje, procjene seizmičke oštetivosti na urbanoj razini vrlo su važne. Ovo istraživanje je važno za Erzinan jer može pomoći lokalnim vlastima u određivanju regionalnih prioriteta odgovora, razvoju programa za smanjenje rizika od katastrofa i upravljanju informacijama za gradski profil rizičnosti.

U ovom je istraživanju primijenjena METU [32] metoda uličnog pregleda, koja rangira zgrade prema prioritetima rizika na regionalnoj razini te program ArcGIS, koji pohranjuje i mapira baze podataka. Predložili smo procjenu rizika temeljenu na GIS-u koji prikazuje rezultate metode brzog vizualnog pregleda na regionalnoj razini. Pomoću karata je moguće odrediti prioritete rizika u zgradama i četvrtima. Rezultati i karte dobiveni u istraživanju pružaju važne informacije za daljnja istraživanja u Erzinanu i jačaju druga istraživanja prethodno objavljena u literaturi.

Međutim, teško je analizirati cjelokupni fond zgrada u urbanom naselju Erzinan. Pet četvrti u Erzinanu (Yunus Emre, Fatih, Akşemsettin, Barbaros i Kızılay) koje su bile najviše pogođene potresom 1992. godine odabrane su kao pilot područje. S druge strane, istraživanje je bilo ograničeno na AB zgrade jer su stambene zgrade od armiranog betona tijekom potresa 1992. bile oštećenije od zidanih zgrada [51].

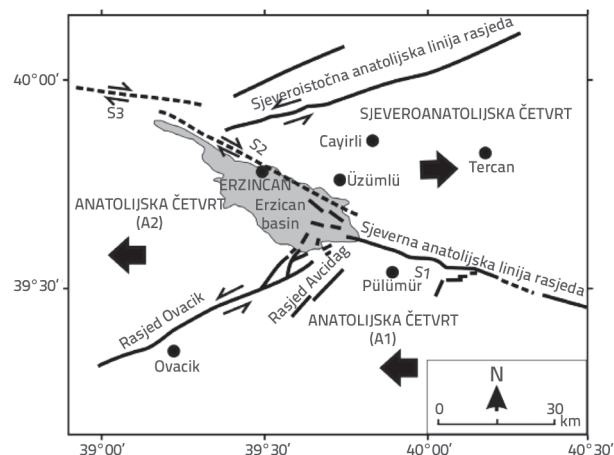
2. Metode i područje istraživanja

2.1. Područje istraživanja

Istraživanje je provedeno u pokrajini Erzinan, u gornjem bazenu Eufrata u sjeverozapadnom dijelu regije istočne Anatolije. Bazen Erzinan nalazi se na raskrižju triju skupina rasjeda s pomakom po pružanju, uključujući rasjednu zonu sjeveroistočne Anatolije (NEAFZ), rasjednu zonu sjeverne Anatolije (NAFZ) i rasjed Ovacik (OF) [52].

Od 1011. godine do danas, grad su pogodila 32 zabilježena potresa s magnitudom od četiri ili više (tablica 1). Dva velika potresa u bazenu Erzinan koji su razbili NAFZ i prouzročili značajna oštećenja dogodila su se u prošlom stoljeću (1939., $M_s = 8,0$ i 1992., $M_s = 6,8$) [54]. Potres u Erzinanu 1939. godine

zabilježen je kao potres koji je stvorio najdulje površinske pukotine, točnije 360 km u pet različitih segmenata. Tijekom tog potresa život su izgubile 32 962 osobe [55].



Slika 1. Tektonska struktura sliva Erzinan [53]

Potres iz 1992. godine dogodio se na 350 m dužoj zoni pukotine istočno od mjesta potresa iz 1939. godine. U potresu 1992. godine život je izgubila 541 osoba [56]. Jako ili potpuno oštećeno je 8 % zgrada, umjereno oštećeno 12 %, a blago oštećeno 15 % zgrada [51]. Stopa oštećenosti u stambenim zgradama bila je 25 % i 43 % u poslovnim zonama, a prosječna stopa oštećenosti u gradu bila je 16 % [57].

Potresna opasnost u području rasjedne zone sjeverne Anatolije je značajna jer nekonsolidirani sedimentni bazen može povećati pomicanje tla tijekom potresa [58]. Prema Bayraku i sur. [59], vjerojatnost potresa s magnitudom od 7,5 na području bazena Erzinan relativno je visoka.

2.2. Metoda

U ovom je istraživanju primijenjena metoda uličnog pregleda i ArcGIS program, čiji je cilj stvoriti bazu podataka temeljenu na GIS-u istraživanjem seizmičkog rizika za postojeći fond zgrada u Erzinanu. Istraživanje je provedeno u dva okruženja: na mjestu događaja i u uredu. Podaci o zgradama dobiveni su na mjestu događaja pomoću metode "uličnog pregleda". Podaci su analizirani u uredu, a rizici procijenjeni i kartirani.

Gradske četvrti Yunus Emre, Kızılay, Fatih, Barbaros i Akşemsettin odabrane su kao područja uzorkovanja unutar ovog okvira. Razlog odabira ovih područja je taj što uključuju stambene četvrti koje su, prema izvješćima o šteti nakon potresa 13. ožujka 1992., najviše pogođene katastrofom, s gubicima života i oštećenjima zgrada [57]. U pogledu terenskog rada i trenutnih podataka dobivenih od Direkcije za urbanizam općine Erzinan, još jedan razlog za ovaj odabir je taj što se u tim četvrtima nalaze stambeni objekti. Karta lokacije središta grada i satelitska slika ovih regija prikazani su na slici 2.

Tablica 1. Potresi u Erzincanu [60]

Povijest	Zemljopisna širina	Zemljopisna dužina	Jačina	Karakteristike
1011.	39 80	39 50	VIII	Jak potres razorio je grad.
1045.	39 75	39 50	IX	Vrlo snažan potres, mnogo mrtvih.
1161.	39 75	39 50	VII	
1168.	39 75	39 50	VIII	
1236.	39 75	39 50	VII	
1254.	39 75	39 50	VIII	Poginulo je 16000 ljudi.
1268.	39 75	40 40	IX	Poginulo je 15000 ljudi. Erzincan je uništen.
1281.	39 75	39 50	VI	Jako podrhtavanje, nema žrtava.
1287.	39 75	39 50	VIII	Mnogo je ljudi poginulo.
1289.	39 75	39 50	VII	Velika šteta, nekoliko tisuća mrtvih.
1290.	39 75	39 50	VI	Jako podrhtavanje, nema žrtava.
1308.	39 75	39 50	VII	Jako podrhtavanje, nema žrtava.
1345.	39 75	39 50	VI	
1356.	39 75	39 50	VI	Potresi su trajali nekoliko dana, a budući da je naselje bilo daleko, nije bilo žrtava.
1366.	39 75	39 50	VI	Podrhtavanje
1374.	39 75	39 50	VIII	Čak su i gradske zidine uništene u potresu koji je trajao 1 sat.
1422.	39 75	39 50	VIII	Snažni potresi i veliki broj smrtnih slučajeva.
1433.	39 75	39 50	VI	
1456.	39 75	39 50	VIII	Grad je djelomično uništen.
1458.	39 75	39 50	X	Velika šteta u Erzincanu i Erzurumu.
1482.	39 75	39 50	IX	Velika šteta u Erzincanu i Erzurumu.
1543.	39 75	39 50	VII	Sela su oštećena, a grad je djelomično uništen.
1576.	39 75	39 50	VII	Poginulo je 1500 ljudi.
1579.	39 75	39 50	VIII	
1584.	39 75	39 50	IX	
1667.	39 75	39 50	VIII	
1784.	39 75	39 50	VIII	Jedan od najjačih potresa. Poginuo je velik broj ljudi, a podrhtavanje je trajalo četiri mjeseca.
1787.	39 75	39 50	VIII	
1888.	39 75	39 50	VII	Oštećenja
1939.	39 75	39 50	X	Potres magnitude 7,8; oko 33.000 žrtava
1983.	36 80	39 50	VII	Nije bilo poginulih, a strukturna oštećenja nastala su na mnogim zgradama.
1992.	39 70	39 30	VIII	Živote je izgubilo 500 ljudi, a oštećeno je 11.000 kuća.

Tablica 2. Broj oštećenih zgrada u četvrti tijekom potresa 1992. [61]

Četvrti	Broj kuća	Broj i postotak oštećenih kuća						Stopa [%]
		U potpunosti teško		Srednje		Lakše		
		Broj	[%]	Broj	[%]	Broj	[%]	
Akşemsettin	1200	88	6,5	261	9,1	47	1,1	7
Fatih	1415	353	26,2	456	15,8	97	2,3	25
Yunus Emre	1500	12	0,9	94	3,3	568	13,5	1
Kızılay	893	55	4,1	144	5,0	294	7,0	6
Barbaros	813	33	2,5	25	0,9	5	0,1	4



Slika 2. Karta s lokacijom centra grada Erzinanu i četvrti koja se uzorkuje

2.2.1. Metoda uličnog pregleda

Metoda uličnog pregleda najbrži je i najjednostavniji način za brzu procjenu oštećenosti [43]. Ta je metoda namijenjena određivanju prioriteta rizičnosti zgrada za drugu fazu procjene. Sustav bodovanja ili metoda potresnog indeksa koristi se za određivanje ocjene učinkovitosti zgrade i sastoji se od osnovnih izračuna. Nakon izračuna ocjene učinkovitosti, zgrade se rangiraju prema detaljnim prioritetima procjene [26, 32, 62]. Ovaj sustav bodovanja omogućuje stručnjacima da procijene konstrukcijske sustave na temelju unaprijed određenog parametra oštećenosti za određenu vrstu zgrade [63]. Nadalje, metoda uličnog pregleda zahtijeva uobičajene podatke o zgradi kao što su lokacija zgrade, starost, konstrukcijski sustav, broj katova, konstrukcijske nepravilnosti i kvaliteta gradnje koji se mogu jednostavno uočiti s ulice. Ovaj se vizualni pregled može obaviti uz pomoć obrasca upitnika. To omogućava pregled

mnogih građevina u kratkom vremenu. Ova se metoda uglavnom temelji na mišljenju stručnjaka i statističkim podacima [19].

U ovom je istraživanju primijenjena metoda koju je razvio METU u okviru Glavnog plana u slučaju potresa (engl. *Earthquake Master Plan*) u Istanbulu. Osmišljena je za armiranobetonske zgrade od 1 do 7 katova [32]. Pomoću te metode proučavaju se seizmička učinkovitost armiranobetonskih zgrada, lokalna klasa tla i područje vršne brzine u kojem se zgrada nalazi, ali i parametri oštećenosti. Podaci potrebni za primjenu ove metode navedeni su u nastavku.

Broj katova: Broj katova u zgradi u linearnom je odnosu sa silom potresa. Za ovaj parametar uzima se u obzir ukupan broj katova [38].

Vidljiva kvaliteta gradnje: Kvaliteta izgradnje i materijala upotrijebljenih u izgradnji bilo koje zgrade te pokazana briga o njezinom održavanju upućuje na vidljivu kvalitetu gradnje zgrade koju je potrebno ispitati. Mogućnosti klasifikacije kvalitete zgrade su velike, ali dobro uvježban promatrač može vidljivu kvalitetu zgrade klasificirati kao dobru, srednju ili lošu. Vidljiva opažanja kvalitete mogu se povezati sa starošću konstrukcije, iako godina izgradnje nije jedan od parametara metode, što neizravno utječe na seizmičku učinkovitost [38].

Meko prizemlje: Činjenica da su krutost i čvrstoća bilo kojeg kata u zgradi znatno manje od ostalih katova stvara koncept "mekog prizemlja". Često se u prizemljima zgrada nalaze trgovine, restorani, banke itd. Pregradni zidovi s ispunom ne grade se u komercijalne svrhe. Stoga je prizemlje u takvim zgradama relativno slabo u odnosu na katove s bočnim pomacima. Meki stupovi uzrokuju posmični slom [64].

Kratak stup: Ispuna armiranobetonskih okvira pregradnim zidovima do pola visine, izrada trakastih prozora i upotreba međugreda na stubištima glavni su razlozi primjene kratkih stupova jer se lako uočavaju vizualnim pregledom [38].

Utjecaj sudaranja susjednih zgrada: Utjecaj sudaranja je parametar koji se odnosi na susjedne konstrukcije. Utjecaj sudaranja javlja se kada je broj katova susjednih građevina ili građevinskih blokova na različitim razinama [38, 65].

Veliki prepusti: Veliki prepusti uzrokuju nepravilnosti u armiranobetonskim zgradama s velikim balkonima ili prepustima postavljenima izvan sustava okvira [66].

Utjecaj topografije (utjecaj najviše točke/nagiba): Budući da se potresne sile ne prenose ravnomjerno na temelje zgrada na nagnutom tlu, one možda neće imati veliki učinak i neće uzrokovati oštećenja visokog intenziteta. Taj učinak ovisi o položaju zgrada u odnosu na lokalnu razinu tla i nagib [36].

Lokalni uvjeti tla: Intenzitet podrhtavanja konstrukcija tijekom potresa ovisi uglavnom o udaljenosti konstrukcije od rasjeda i mehaničkim svojstvima lokalnog tla. Stoga osnovni parametri metode uključuju područje vršne brzine i klasu tla na lokaciji. Prema Turskom kodeksu seizmičkog projektiranja (TSDC 2018) [67], grupe tla su klasificirane kao ZA, ZB, ZC, ZD, ZE i ZF, ovisno o proračunskom ubrzanju.

Ako profil tla pripada ZA grupi tla, tlo pokazuje čvrstu stijenu; lokalna ZB klasa tla pokazuje manje trošnu, srednje čvrstu

Tablica 3. Obrazac za prikupljanje podataka za armiranobetonske zgrade

PODACI O ADRESI		GRAĐEVINSKI PROPIS:	
Četvrt	Fatih		
Ulica/Avenija	700		
Kućni broj/naziv zgrade	8		
ZEMLJIŠNOKNJIŽNE INFORMACIJE			
Blok/parcela/tlocrt	1420/78/5		
SVOJSTVA TLA			
Područje vršne brzine tla <input type="checkbox"/> Područje brzine I: PGV>60 cm/s <input type="checkbox"/> Područje brzine II: 40<PGV<60 cm/s <input type="checkbox"/> Područje brzine III: PGV<40 cm/s			
Klasa tla: <input type="checkbox"/> ZA <input type="checkbox"/> ZB <input type="checkbox"/> ZC <input type="checkbox"/> ZD <input type="checkbox"/> ZE <input type="checkbox"/> ZF			
KARAKTERISTIKE ZGRADE			
Godina izgradnje: <input type="checkbox"/> >2018. <input type="checkbox"/> 2007.-2017. <input type="checkbox"/> 1997.-2006. <input type="checkbox"/> 1976.-1996. <input type="checkbox"/> <1975.			
Broj katova: <input type="checkbox"/> 2 kata <input type="checkbox"/> 3 kata <input type="checkbox"/> 4 kata <input type="checkbox"/> 5 katova <input type="checkbox"/> 6 katova <input type="checkbox"/> 7 katova			
Vrsta zgrade: <input type="checkbox"/> Stambena <input type="checkbox"/> Poslovna+stambena <input type="checkbox"/> Poslovna <input type="checkbox"/> Industrijska <input type="checkbox"/> Ured <input type="checkbox"/> Zapuštena			
PARAMETAR OŠTETIVOSTI ZGRADE			
Pravilnik o gradnji: <input type="checkbox"/> Odvojena <input type="checkbox"/> Susjedni <input type="checkbox"/> Blok			
Veliki preput		<input type="checkbox"/> Prisutno	<input type="checkbox"/> Odsutan
Slabo/meko prizemlje		<input type="checkbox"/> Prisutno	<input type="checkbox"/> Odsutno
Kratak stup		<input type="checkbox"/> Prisutan	<input type="checkbox"/> Odsutan
Utjecaj sudaranja		<input type="checkbox"/> Prisutan	<input type="checkbox"/> Odsutan
Efekt najviše točke/nagiba		<input type="checkbox"/> Ravan	<input type="checkbox"/> Nagnut (nagib >30°)
Vidljiva kvaliteta gradnje		<input type="checkbox"/> Dobra	<input type="checkbox"/> Umjerena <input type="checkbox"/> Loša

teksturu stijene; lokalna ZC klasa tla: vrlo čvrsti slojevi pijeska, šljunka i tvrde gline; lokalna ZD klasa tla: slojevi šljunka ili gline; lokalna ZF klasa tla: rastresiti pijesak i mekana glina; ZF slojevi tla zahtijevaju pripremu specifičnu za lokaciju.

Prikupljanje podataka o zgradi

Podaci su prikupljeni metodom uličnog pregleda pomoću preporučenog obrasca navedenog u "Prilogu A Zakona o obnovi područja podložnih riziku od katastrofe br. 6306" (tablica 3). Obrazac se sastoji od četiri pododjeljka:

Informacije o adresi: Podaci o urbanom kontekstu svake zgrade, uključujući zemljopisni položaj i fotografiju pročelja.

Informacije o izgradnji zgrada: Sadrži podatke o broju katova, broju stanovnika zgrade i godini izgradnje. Godišnji intervali određeni su prema revidiranim propisima u Turskoj.

Svojstva tla: Podaci o lokalnoj klasi tla i vršnoj brzini pri tlu prikazani su u ovom odjeljku.

Parametri oštetivosti: Uključeni su podaci o parametrima oštetivosti kao što su meko prizemlje, utjecaj podizanja itd., koji izravno utječu na ocjenu zgrade u slučaju potresa.

Parametri oštetivosti zgrade navedeni su u obrascu upitnika i pomoću metode vizualnog pregleda na terenu, a ostali parametri (podaci o adresi i godini izgradnje) dobiveni su iz baze podataka Uprave za urbanizam općine Erzincan. Podaci o lokalnoj klasi tla i području vršne brzine za svaku zgradu dobiveni su iz geološkog

izvješća grada Erzincan i karte opasnosti od potresa u Turskoj [68]. Ocjena zgrade izračunana je nakon prikupljanja svih potrebnih informacija i podataka.

Izračunavanje "Ocjene zgrade u slučaju potresa"

Ta je ocjena osnovni pokazatelj koji određuje seizmičku rizičnost zgrade u ispitivanom području i njen prioritet rizika u procjeni drugog stupnja. Ocjena se izračunava prema osnovnom rezultatu (rezultat područja vršne brzine), faktoru rezultata parametra oštetivosti (negativnosti) i rezultata oštetivosti (negativnosti) pomoću izraza (1), prema [32]:

$$BES = VAS - \sum_{i=1}^n VPV_i \cdot VS_i \quad (1)$$

pri čemu je BES ocjena zgrade u slučaju potresa, VAS je ocjena područja brzine, VPV je vrijednost parametra oštetivosti (negativnosti), a VS je rezultat oštetivosti (negativnosti). Vrijednost n predstavlja broj parametara oštetivosti.

Područje vršne brzine tla (PGV) prije svega je određeno prema klasi terena gdje su se zgrade nalazile. Osnovni rezultat (VAS) određen je prema utvrđenom području vršne brzine i broju katova zgrade, koji su navedeni u tablici 4. Svaki VPV se određuje odabirom odgovarajućih vrijednosti iz tablice 5. nakon pregleda prikupljenih podataka u tablici 3. za svaku zgradu. VS je naveden u tablici 4. Što je niži BES dobiven u izračunu, to je veća rizičnost




Tablica 4. Rezultati područja brzine i rezultati oštećenosti [32]

Kat	Rezultati područja brzine (VAS)			Rezultati oštećenosti (VS)					
	Područje brzine I PVG > 60 [cm/s]	Područje brzine II 40 < PGV < 60 [cm/s]	Područje brzine III PGV < 40 [cm/s]	Meko prizemlje	Veliki preput	Vidljiva kvaliteta	Kratak stup	Utjecaj sudaranja	Efekt najvišetočke/ nagiba
1., 2.	100	130	150	0	0	-10	-5	0	0
3.	95	120	140	-10	-5	-10	-5	-2	0
4.	75	100	120	-15	-10	-10	-5	-3	-2
5.	65	85	100	-20	-10	-10	-5	-3	-2
6., 7.	60	80	90	-20	-10	-10	-5	-3	-2

Tablica 5. Vrijednosti parametra oštećenosti (negativnosti) [32]

Parametar oštećenosti br.	Parametar oštećenosti	Slučaj 1		Slučaj 2	
		Određivanje parametra	Vrijednost parametra	Određivanje parametra	Vrijednost parametra
1	Meko prizemlje	prisutno	0	nije prisutno	1
2	Veliki preput	nije prisutno	0	prisutno	1
3	Vidljiva kvaliteta	dobro	0	umjereno; loše	1; 2
4	Kratak stup	nije prisutno	0	prisutno	1
5	Utjecaj sudaranja	nije prisutno	0	prisutno	1
6	Efekt najviše točke/ nagiba	nije prisutno	0	prisutno	1

Tablica 6. Razine prioriteta u odnosu na ocjenu zgrade u slučaju potresa

Razine prioriteta	Rasponi ocjene zgrade u slučaju potresa (BES)	Oznaka boje
Prioritet prvog stupnja (najveći rizik)	BES < 85	
Prioritet drugog stupnja (umjereni rizik)	86 < BES < 105	
Prioritet trećeg stupnja (najniži rizik)	106 < BES < 130	

zgrade. Parametri koji utječu na VAS su broj katova i lokalna klasa tla, koja utječe na intenzitet kretanja tla u smislu PGV-a podijeljenog u tri zone:

- vršna brzina tla I: PGV > 60 cm/s
- vršna brzina tla II: 40 > PGV < 60 cm/s
- vršna brzina tla III: PGV < 40 cm/s.

Brojčane vrijednosti dodijeljene VAS-u i VS-u navedene su u tablici 4.

Za sve vrijednosti VP, osim vidljive kvalitete, određuje se jesu li "prisutne" ili nisu. VPV koji odgovara ovim određivanjima uzima se kao 1 i 0 za "prisutan", odnosno "nije prisutan". Ako je vidljiva ocjena kvalitete "dobra", VP se uzima kao 0, ako je "umjerena", dodjeljuje se 1, a ako je "loša", VP je 2. VP je prikazan u tablici 5.

Određivanje kategorije rizika

Prema statusu rizičnosti svake zgrade u slučaju potresa koji se izračunava izrazom (1) zgrade su klasificirane kao:

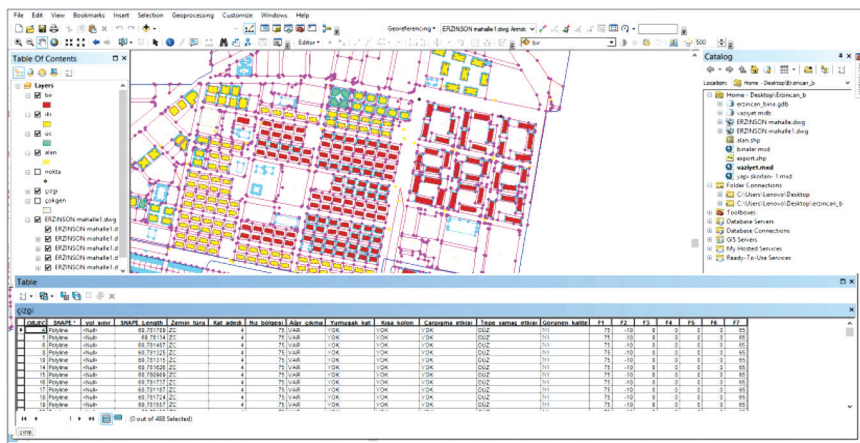
- prioritet prvog stupnja
- prioritet drugog stupnja
- prioritet trećeg stupnja.

U određivanju kategorije rizika zgrada, koristan je bio pristup procjene koji je predložio Işik [37], a granične vrijednosti određene su prema rezultatima analize, što upućuje na pouzdanu korelaciju između preliminarnu procjenu i metode.

Sucuoğlu [33] navodi da bi se izbor granične vrijednosti mogao prepustiti donositeljima odluka budući da je glavna svrha metode uličnog pregleda raspodijeliti zgrade prema njihovim rizicima u slučaju potresa i odvojiti visokorizične zgrade u svrhu sveobuhvatnije analize. Granice su određene prema najvišoj i najnižoj ocjeni rizika za 490 zgrada za koje su u ovom istraživanju izračunane ocjene u slučaju potresa u okviru područja primjene (tablica 6.). Prema izrazu (1), najviša izračunana vrijednost rizika je 120, a najniža je 60. Prema prioritetu rizika,

- prioritet prvog stupnja označava zgrade s prioritetom druge razine (detajne procjena)
- prioritet drugog stupnja označava zgrade s prioritetom druge razine na umjereojoj razini
- prioritet trećeg stupnja označava zgrade s prioritetom druge razine na najnižoj razini.

Uzimajući u obzir raspodjelu zgrada u četvrti prema stupnju rizika područja u kojima su koncentrirane:



Slika 3. Obrada ArcGIS parametara građenja

- zgrade prioriteta prvog stupnja označavaju prva područja na kojima treba reagirati u potresu koji bi se mogao dogoditi.
- zgrade prioriteta drugog stupnja označavaju sekundarna područja na kojima treba reagirati u potresu koji bi se mogao dogoditi.
- zgrade prioriteta trećeg stupnja označavaju područja koja su sigurna u slučaju potresa ili nemaju rizik od mogućeg potresa.

2.2.2. Izrada karata rizika pomoću programa ArcGIS

Geografski informacijski sustavi (GIS) također su imali koristi od kartiranja regionalne distribucije zgrada za koje je provedena analiza rizika. Osim što se koristio u mnogim znanstvenim područjima, taj se sustav također koristio u geografiji, softverskom inženjerstvu i mnogim drugim područjima koja su se bavila geografskim podacima [65]. U istraživanju je za kartiranje primijenjen program ArcGIS.

U istraživanju su uvjeti tla u susjedstvu procijenjeni na osnovi geološko-geotehničkog izvješća o istraživanju grada Erzincana. Podaci o četvrti digitalizirani su pomoću programa ArcGIS i izrađenog rasterskog plana grada. Različite karte nagiba i prikladnosti za naseljavanje te klase tla korištene su kao osnova za raspodjelu rizika zgrada. Nadalje, podaci prikupljeni metodom uličnog pregleda preneseni su u program ArcGIS te su izrađene karte. Karte uključuju:

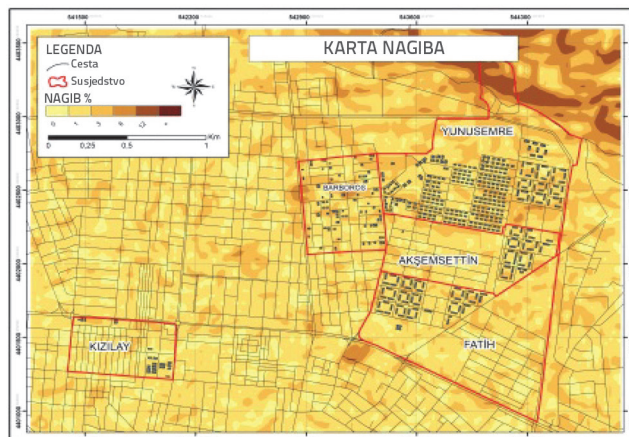
- regionalnu oštetivost.
- regionalnu raspodjelu zgrada prema prioritetima rizika.

3. Rezultati

U istraživanju su izvršene analize rizika za 490 stambenih zgrada od armiranog betona (RC) u pet četvrti uključujući Yunus Emre, Fatih, Akşemsettin, Barbaros i Kizilay u Erzincanu, u okviru metode uličnog pregleda. Dobiveni su podaci digitalizirani u programu te su izrađene karte.

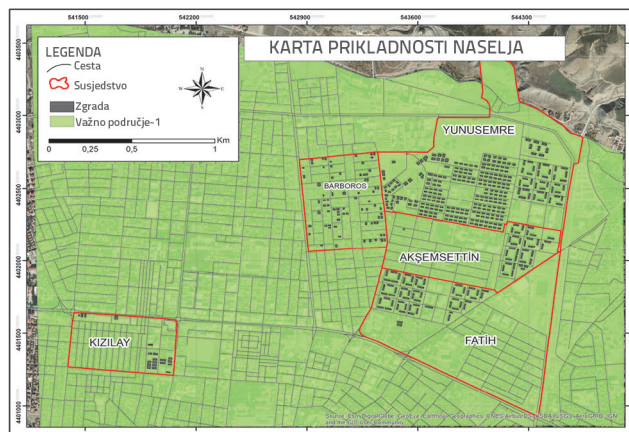
3.1. Digitalizacija geoloških rasterskih karata grada Erzincana u programu ArcGIS

Nagib, pogodnost za naseljavanje, klasa tla i analiza likvefakcije zgrada u četvrti izvršeni su prema "Izveštaju o geološkim/geotehničkim istraživanjima na temelju plana prostornog uređenja" grada Erzincana i dobiveni su sljedeći rezultati: Karta nagiba grada Erzincana bila je između 0 i 10 % i nije se mnogo razlikovala unutar urbanog područja (slika 4.). Nadalje, AB zgrade i četvrti nalazile su se na nagibu od 0-10 % kada su se regije analizirane pomoću karte nagiba preklapale.



Slika 4. Rasterska karta nagiba područja istraživanja

Na karti prikladnosti Erzincana određene su ukupno dvije regije: PA1 (područje opreznosti 1) i PA2 (područje opreznosti 2). Područja opreznosti bila su pogodna za naseljavanje ako se pri izgradnji zgrada uzme u obzir odgovarajuća radnja preporučena u izvješću. Nadalje, sve analizirane četvrti i AB zgrade nalaze se u Području opreznosti 1 (slika 5.).



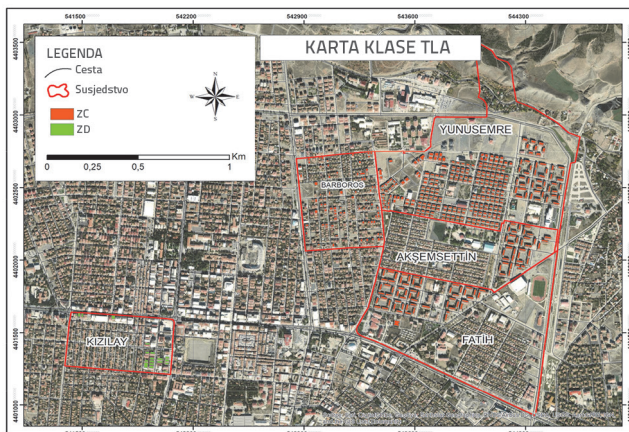
Slika 5. Karta prikladnosti naselja za područje istraživanja

Tablica 7. Raspodjela zgrada u četvrtima prema klasama tla

Klase tla	Yunus Emre	Akşemsettin	Barbaros	Fatih	Kızılay	Ukupno
ZC	300	38	73	60	-	471
ZD	-	-	-	-	19	19

Na karti prikladnosti Erzincana postoje dvije regije, Područje opreznosti 1 (PA1) i Područje opreznosti 2 (PA2). Područja opreznosti pogodna su za naseljavanje ako se uzme u obzir odgovarajuća izgradnja. Nadalje, sve ispitane četvrti i AB zgrade nalaze se u PA1.

Tereni u području gradskih naselja klasificirani su prema klasifikaciji tla u istom izvješću. Nadalje, klase tla istraživanih područja bile su ZC (vrlo gusti pijesak, šljunak i složeni slojevi gline ili slabe, istrošene stijene s mnogo pukotina) i ZD (srednje gusti do gusti pijesak, šljunak ili značajni slojevi gline). Čak 96 % zgrada analiziranih u istraživanju bilo je u klasi ZC, a 4 % u klasi tla ZD (tablica 7.). Kao što je prikazano na karti na slici 6., zgrade u klasi ZD nalaze se u četvrti Kızılay.



Slika 6. Karta s klasama tla za područja istraživanja

Prema izvješću, geološki rahla tla i sitnozrnati materijali poput pijeska i područja s podzemnom vodom blizu površine najprikladnija su područja za likvefakciju. Prema tome, razina podzemnih voda u gradu na jugu je niska i duboka. Dok je vodostaj na sjeveru ispod 15 m, na jugu se penje do 8 m. Stoga ne postoji ozbiljan rizik od likvefakcije u istraživanim područjima.

3.2. Procjena i usporedba prioriteta rizika u četvrtima

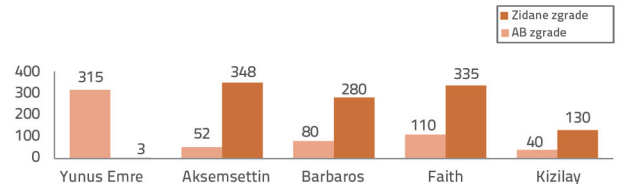
U istraživanju je provedena analiza rizika AB stambenih zgrada u pet naselja metodom uličnog pregleda. Četvrti su, prema rezultatima analize, uspoređivane u okviru:

- opće procjene (konstrukcijski sustav, vrsta upotrebe, itd.)
- parametara oštećivosti (meko prizemlje, utjecaj sudaranja itd.)
- broja i rasporeda rizičnih zgrada.

Opća procjena

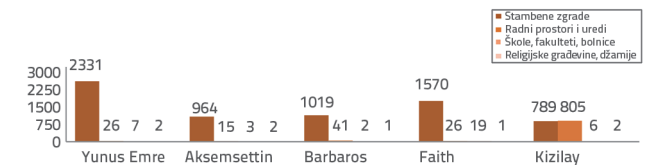
Kada su zgrade u četvrtima ispitane prema konstrukcijskom sustavu, 597 zgrada bile su armiranobetonske, a 1096 zidane (slika 7.). Nadalje, 35 % stambenih zgrada na području istraživanja

izgrađeno je od armiranog betona, a 65 % su zidani sustavi. Većina AB stambenih zgrada nalazila se u četvrti Yunus Emre.

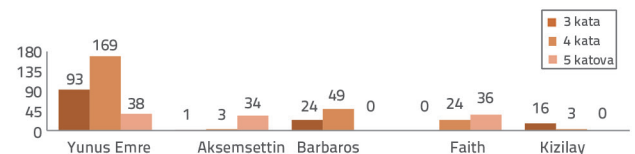


Slika 7. Podjela zgrada prema konstrukcijskom sustavu

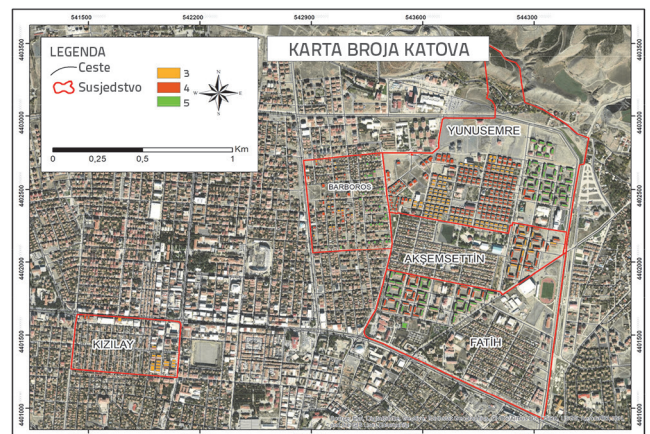
Slika 8. prikazuje opću distribuciju zgrada prema njihovoj nastanjenosti. Statistička raspodjela fonda zgrada pokazuje da su većina procijenjenih zgrada stambene zgrade (88 %), dok su manje poslovne zgrade (12 %) slabije zastupljene. Četvrt s najvećim brojem stanova je Yunus Emre, a s najmanjim je Kızılay.



Slika 8. Podjela zgrada prema vrsti upotrebe



Slika 9. Raspodjela zgrada prema broju katova



Slika 10. Regionalna karta rasporeda zgrada prema broju katova

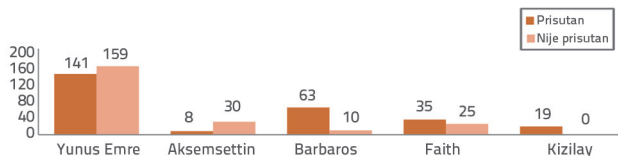
Kada se četvrti promatraju po broju katova, većina zgrada ima četiri kata (51 %) i tri kata (32 %), dok 22 % ima pet katova. Yunus Emre je regija s najvećom koncentracijom peterokatnica. Slika 10. prikazuje

distribuciju zgrada prema broju katova. Nadalje, na ispitanim područjima nalazi se više srednjih i niskih zgrada nego li visokih.

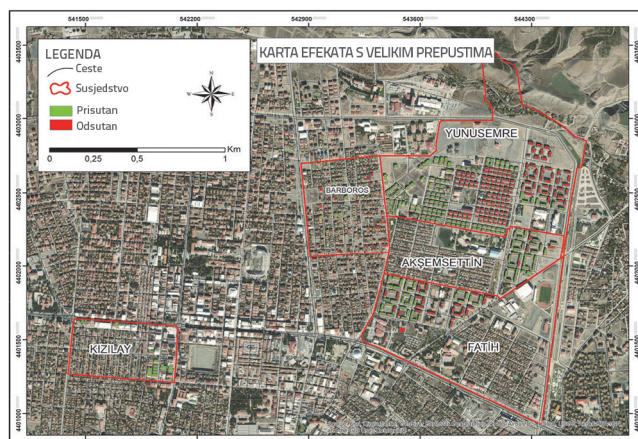
Regionalni raspored zgrada prema parametrima oštećivosti

U istraživanju su zgrade analizirane uzimajući u obzir parametre oštećivosti velikih prepusta, kratkih stupova, mekih prizemlja, utjecaja sudaranja, učinaka najviše točke ili nagiba i vidljive kvalitete zgrade. Nadalje, utvrđena je njihova regionalna rasprostranjenost te je prikazana na kartama.

Dok je 226 (58%) od 490 zgrada ispitanih prema ovim parametrima imalo velike prepuste vidi na karti na slici 12., većina zgrada s velikim prepustima nalazi se u četvrti Yunus Emre.

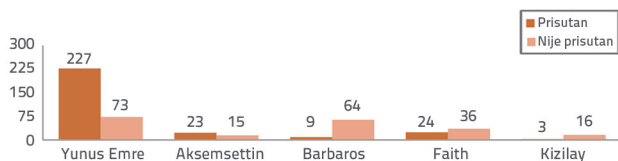


Slika 11. Raspodjela zgrada ovisno od prisutnosti velikih prepusta



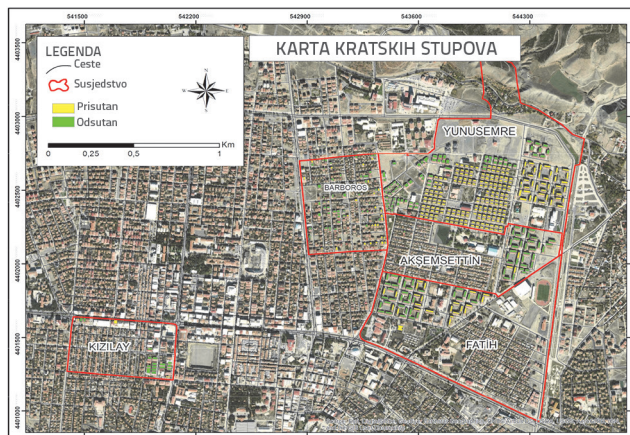
Slika 12. Karta regionalne distribucije zgrada prema učinku velikog prepusta

Kada su zgrade analizirane prema parametru kratkog stupa, 286 (58%) od 490 (AB) zgrada imalo je učinak kratkog stupa, a 204 (42%) nisu imale taj učinak (slika 13.). Prema karti na slici 14., učinak kratkog stupa najintenzivniji je u četvrti Yunus Emre.

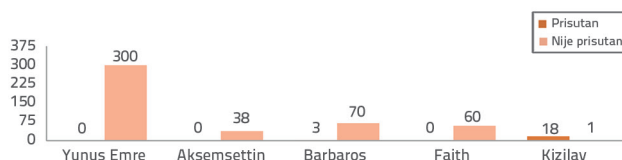


Slika 13. Raspodjela zgrada prema učinku kratkog stupa

U kontekstu učinka mekog prizemlja, statistički rezultati pokazuju da samo 21 zgrada unutar fonda zgrada ima ovaj parametar oštećivosti, od kojih je 18 (4%) u Kizilayu i 3 u četvrti Barbaros. Ovaj učinak nije uočen u drugim četvrtima (slike 15. i 16.).



Slika 14. Karta regionalne distribucije zgrada prema učinku kratkog stupa

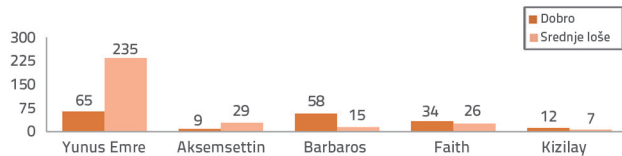


Slika 15. Podjela zgrada prema utjecaju mekog prizemlja



Slika 16. Karta regionalne distribucije zgrada prema utjecaju mekog prizemlja

Suprotno tome, kada se zgrade pregledaju u smislu vidljive kvalitete zgrade, 178 AB zgrada (36%) bilo je u dobrom stanju, a 312 (64%) bilo je u srednjem do lošem stanju (slika 17.). Yunus Emre je četvrt s najvidljivijom oštećivošću kvalitete. Suprotno tome, Kizilay je regija s najnižom stopom oštećivosti (slika 18).



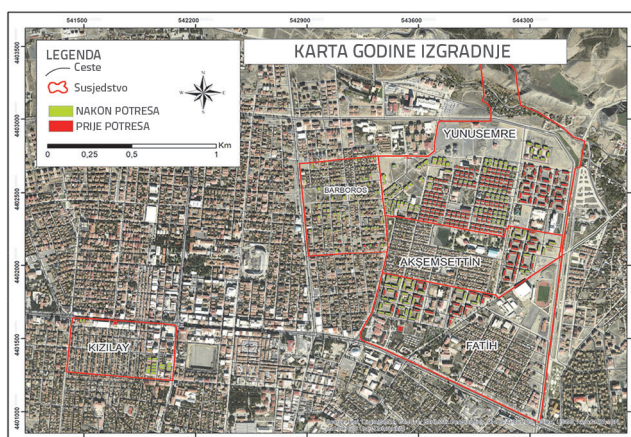
Slika 17. Raspodjela zgrada prema vidljivoj kvaliteti gradnje

Tablica 8. Broj zgrada u četvrtima prema datumu izgradnje

Četvrti	Yunus Emre	Akşemsettin	Barbaros	Fatih	Kızılay
Broj zgrada	300	38	73	60	19
Prije potresa	229	22	14	24	6
Nakon potresa	71	16	59	36	13



Slika 18. Karta regionalne distribucije zgrada prema vidljivoj kvaliteti gradnje



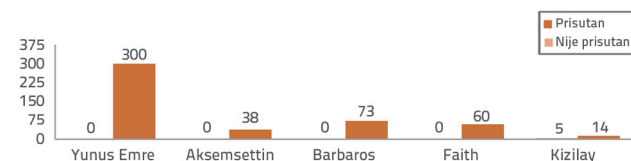
Slika 19. Regionalna karta rasporeda zgrada prema datumima izgradnje

Tablica 9. Datumi izgradnje zgrada prema Kodeksu protupotresnog projektiranja (SDC)

Četvrt	SDC 2018.	SDC 2007.	SDC 1997.	SDC 1975.
	> 2018.	2017. - 2007.	2006. - 1997.	1996. - 1992.
Yunus Emre	3	40	28	229
Akşemsettin	-	8	2	28
Barbaros	6	46	7	14
Fatih	-	20	16	24
Kızılay	2	8	-	6

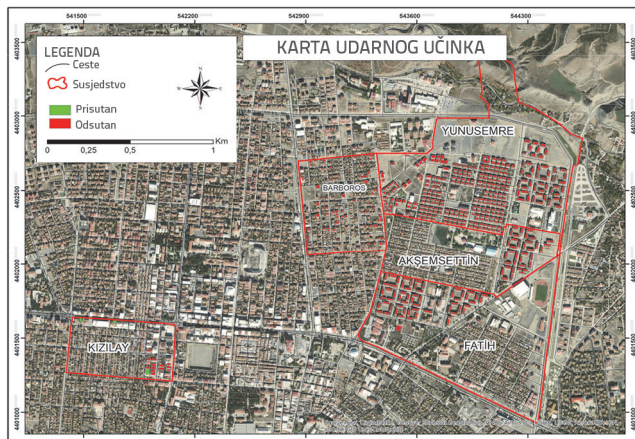
Najvažniji parametar koji određuje vidljivu kvalitetu građevine je njezina starost koja je određena godinom izgradnje. Kao glavni parametri smatrani su potres i potresni propisi iz 1992. godine. Prema rezultatima analize, 295 od 490 kuća izgrađeno je prije, a 195 nakon potresa. 78 % građevina izgrađenih prije potresa nalazi se u Yunus Emreu, 8 % u Fatihu, 7 % u Akşemsettinu, 5 % u Barbarosu i 2 % u Kızılayu (tablica 8.). 36 % zgrada izgrađenih nakon potresa nalazi se u Yunus Emreu, 30 % u Barbarosu, 19 % u Fatihu, 8 % u Akşemsettinu i 7 % u Kızılayu. Karta izrađena prema datumima izgradnje zgrada prikazana je na slici 19. Nadalje, godina izgradnje zgrada neizravno utječe na njihovu kvalitetu jer pokazuje prema kojem su kodeksu o potresima građene. Iako Turska ima Kodeks protupotresnog projektiranja (SDC) iz 1940. godine, on je obnovljen 1975., 1997., 2007. i 2018. godine. Statistički rezultati pokazuju da je 60 % fonda zgrada izgrađeno prema propisu iz 1975. godine (tablica 9.). Otprilike 78 % konstrukcija na koje utječe ovaj parametar oštećenosti nalazi se u četvrti Yunus Emre. Nadalje, starost zgrade također utječe na njezinu kvalitetu. Zgrade u četvrti Yunus Emre stare su najmanje 30 godina.

Utjecaj sudaranja primijećen je u samo pet (1 %) od 490 zgrada pregledanih metodom uličnog pregleda (slika 20.). Te AB zgrade nalaze se u četvrti Kızılay. Ovaj je utjecaj stvorila razlika u visinama i broju katova zgrada na ovom području. Veći broj zasebnih zgrada i gradnja blokova zgrada u drugim četvrtima eliminiralo je utjecaj na zgrade (slika 21.).



Slika 20. Broj i raspored zgrada prema utjecaju sudaranja

Kada je ispitan položaj jedne armiranobetonske stambene zgrade u odnosu na drugu, 70 % od 490 zgrada bilo je odvojeno, a 27 % je izgrađeno u blokovima. Kao što je prikazano na slici 22., susjedno naselje je zanemarivo, a ovaj raspored je primjetan samo u četvrti Kızılay.



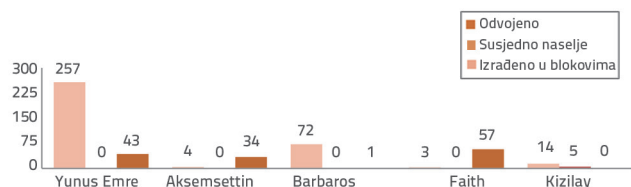
Slika 21. Karta regionalne distribucije zgrada prema utjecaju sudaranja



Slika 23. Karta regionalne distribucije zgrada prema učincima najviše točke/nagiba

Tablica 10. Distribucija podataka o parametrima oštetivosti po četvrtima

Četvrt	Parametri		Veliki prepust		Kratak stup		Meko prizemlje		Utjecaj sudaranja		Vidljiva kvaliteta		Učinak najviše točke/nagiba	
	Da	Ne	Da	Ne	Da	Ne	Da	Ne	Da	Ne	Loše	Dobro	Da	Ne
Yunus Emre	141	159	227	73	-	300	-	300	235	65	-	-	-	-
Aksemsettin	8	30	23	15	-	38	-	38	29	9	-	-	-	
Barbaros	63	10	9	64	3	70	-	73	15	58	-	-	-	
Fatih	35	25	24	36	-	60	-	60	26	34	-	-	-	
Kizilay	19	0	3	16	18	1	5	14	7	12	-	-	-	



Slika 22. Broj zgrada u četvrtima prema njihovom položaju

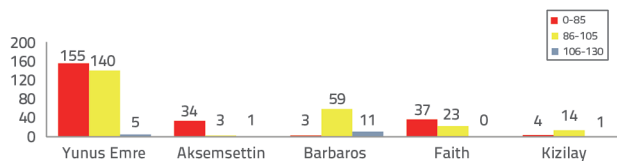
Učinak najviše točke ili nagiba, još jednog parametra oštetivosti, nije primijećen ni u jednoj zgradi jer je nagib bio između 0 i 10 % u pregledanom području (slika 23.).

Prema istraživanju (tablica 10.), gotovo 64 % AB zgrada ima umjerenu ili lošu vidljivu kvalitetu. Učinci kratkih stupova pojavljuju se u 58 % unutar odabranog fonda zgrada, gdje gotovo 54 % ima učinak velikih prepusta. Suprotno tome, većina zgrada nema meko prizemlje (4 %) i utjecaj sudaranja (0,8 %). Učinak najviše točke ili nagiba ne utječe na sve zgrade. Stoga, kada promatramo distribuciju parametara negativnosti uočeni u AB zgradama metodom uličnog pregleda, najvažniji parametar je vidljiva kvaliteta zgrade. Manje važni negativni parametri su utjecaj sudaranja i meko prizemlje, a učinak najviše točke ili nagiba nije prisutan. Podaci u tablici 10 pokazuju da je četvrt Yunus Emre regija na koju najviše utječu parametri oštetivosti, osim mekog prizemlja i utjecaja sudaranja. Za razliku od ostalih, kod zgrada u četvrti Kizilay mogu se primijetiti meka prizemlja i utjecaj sudaranja.

Regionalna raspodjela zgrada prema prioritetima rizika

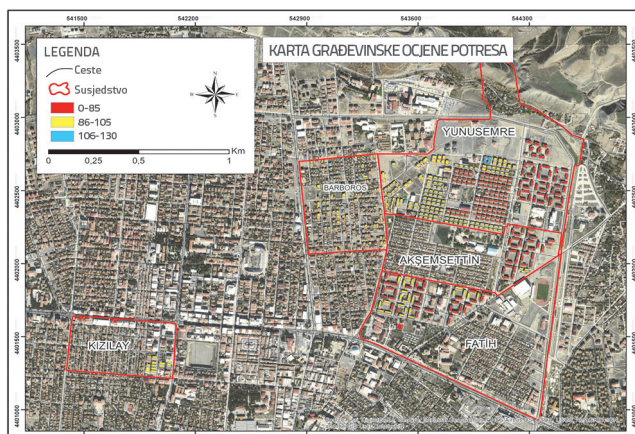
U ovom je odjeljku izračunana ocjena zgrade u slučaju potresa za 490 AB stambenih zgrada u pet četvrti. Zgrade su rangirane kao prioritet prvog stupnja, prioritet drugog stupnja i prioritet trećeg stupnja prema ocjeni i prikazane su na karti.

Slika 24. prikazuje distribuciju skupa podataka o zgradama s obzirom na ocjenu u slučaju potresa (engl. *building earthquake score* - BES) i prioritetu rizika. Ova raspodjela pokazuje da 233 ispitane zgrade imaju ocjenu manju od 85 ($0 < BES < 85$). Stoga su te zgrade prioritet prvog stupnja za detaljnu procjenu. Broj zgrada unutar $86 < BES < 105$ iznosi 239, te se one označavaju kao zgrade prioriteta drugog stupnja. Zgrade prioriteta trećeg stupnja su one čija je ocjena unutar raspona od $106 < BES < 135$. Ukupno je 18 takvih zgrada. Sukladno tome, 47 % od 490 AB stambenih zgrada utvrđeno je kao prioritet prvog stupnja, 49 % drugog stupnja, a 4 % kao prioritet trećeg stupnja (slika 24.).



Slika 24. Raspodjela zgrada prema ocjeni u slučaju potresa (BES)

Raspodjela zgrada po četvrtima po prioritetu rizika je prikazana na slici 25. 66 % AB stambenih zgrada prioriteta prvog stupnja nalaze se u Yunus Emreu, 16 % u Fatihu, 15 % u Akşemsettinu, 2 % u Kızılayu i 1 % u četvrti Barbaros. Ovi podaci pokazuju da Barbaros i Kızılay imaju najmanji broj zgrada prioriteta prvog stupnja, a Yunus Emre ima najveći broj. Na temelju distribucije zgrada prioriteta drugog stupnja, 58 % od 239 zgrada je u Yunus Emreu, 25 % u Barbarosu, 10 % u Fatihu, 6 % u Kızılayu i 1 % u Akşemsettinu. Četvrt s najvećom gustoćom zgrada prioriteta trećeg stupnja je Barbaros sa 61 %.



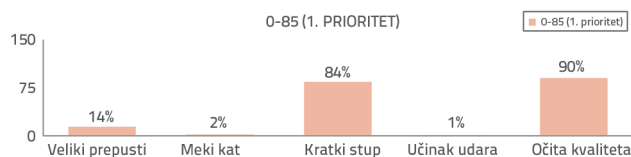
Slika 25. Karta regionalne distribucije zgrada prema prioritetima rizika

Ukupno 34 od 38 zgrada u Akşemsettinu u rizičnoj su skupini prioriteta prvog stupnja ako se međusobno uspoređuju zgrade unutar četvrti. Nadalje, 89 % postojećeg fonda AB zgrada u Akşemsettinu je izloženo riziku. Fatih je druga četvrt s najvećim stupnjem oštećenosti, nakon Akşemsettina. Konkretno, 62 % od 60 stambenih zgrada u naselju u ovom okrugu su zgrade prioriteta prvog stupnja, a u naselju Yunus Emre čak ih je 52 % od 300. Nadalje, stopa zgrada prioriteta drugog stupnja veća je u četvrtima Barbaros i Kızılay (tablica 11.).

Distribucija parametara oštećenosti u prioritetima rizika

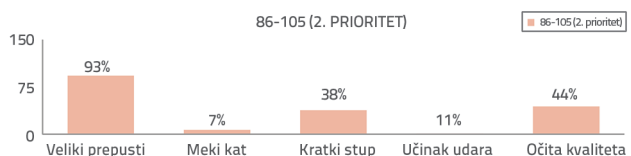
Tijekom istraživanja također je ispitana distribucija parametara oštećenosti u indeksu gradnje. Prema rezultatima, 90 % AB stambenih zgrada prioriteta prvog stupnja loše su izgrađene,

84 % zbog kratkih stupova, a 14 % zbog velikih prepusta. Meko prizemlje i utjecaj podizanja su zanemarivi (slika 26.).



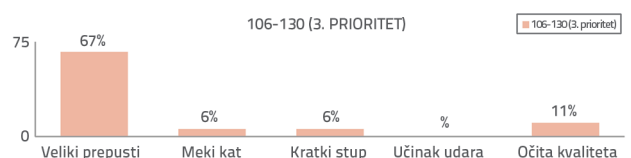
Slika 26. Distribucija parametara ranjivosti zgrada prioriteta prvog stupnja

93 % zgrada ima velike prepuste, uzimajući u obzir distribuciju parametara oštećenosti kod zgrada prioriteta drugog stupnja. Kratki stupovi i vidljiva kvaliteta građenja smanjeni su u usporedbi sa zgradama prioriteta prvog stupnja. Dok je vidljiva kvaliteta gradnje na stopi od 44 % kod zgrada prioriteta drugog stupnja, ona se smanjuje na 11 % kod zgrada prioriteta trećeg stupnja. Također, 38 % zgrada prioriteta drugog stupnja ima meko prizemlje, a taj se omjer smanjio na 6 % u zgradama prioriteta trećeg stupnja (slika 27.).



Slika 27. Distribucija parametara oštećenosti kod zgrada prioriteta drugog stupnja

Kao što je prikazano na slici 28, većina zgrada prioriteta trećeg stupnja pod utjecajem je velikog prepusta. Dok 67 % zgrada ima taj negativni parametar, meko prizemlje, kratki stupovi i prividna kvaliteta su zanemarivi. Kao rezultat toga, većina zgrada prioriteta drugog i trećeg stupnja ima velike prepuste (slika 28).



Slika 28. Distribucija parametara oštećenosti kod zgrada prioriteta trećeg stupnja

Tablica 11. Skupine prioriteta rizika u četvrti prema ocjeni u slučaju potresa (eng. building earthquake score - BES) BES-u

Četvrti	Prioritet rizika			Ukupno zgrada
	Zgrada prioriteta prvog stupnja	Zgrada prioriteta drugog stupnja	Zgrada prioriteta trećeg stupnja	
Yunus Emre	155	140	5	300
Akşemsettin	34	3	1	38
Barbaros	3	59	11	73
Fatih	37	23	0	60
Kızılay	4	14	1	19
Ukupno	233	239	18	490

4. Zaključak

Erzincan je jedan od gradova u Turskoj koji je tijekom povijesti najviše pogađan jakim potresima. Stoga je prepoznavanje zgrada i četvrti osjetljivih na potrese ključni korak za razvoj učinkovitih strategija ublažavanja katastrofa i oporavka za ovo područje. Cilj ovog istraživanja bio je utvrditi seizmički rizik postojećih zgrada u Erzincanu primjenom metode uličnog pregleda i izraditi bazu podataka na regionalnoj razini na temelju geografskog informacijskog sustava. Nadalje, 490 AB stambenih zgrada u pet četvrti, točnije, Fatih, Yunus Emre, Akşemsettin, Barbaros i Kızılay u Erzincanu, procijenjeno je metodom uličnog pregleda koju je razvio METU te su prioritizirane prema rezultatima ocjena zgrada u slučaju potresa. Rezultati dobiveni tom metodom digitalizirani su u programu ArcGIS te su izrađene karte.

Na temelju rezultata ovog istraživanja, sva područja su ravna i pogodna za naseljavanje te imaju srednje čvrstu strukturu tla koja nema rizik od likvefakcije.

Prema procjenama uličnog pregleda, 47 % predmetnih zgrada imalo je visoki prioritet, a 49 % srednji prioritet za detaljnu procjenu. Međutim, samo 4 % fonda zgrada bilo je na najnižoj razini prioriteta. Ovi rezultati upućuju na potrebu za učinkovitim planiranjem ublažavanja potresa jer su mnoge zgrade u istraživanim četvrtima zahtijevale drugu fazu procjene. U okviru toga, većina AB fonda zgrada u Yunus Emreu imala je prioritet prvog stupnja za detaljnu procjenu. Potrebno je prioritizirati ovo područje i objekte definirane u geografskom informacijskom sustavu. Nakon Yunus Emrea, druga područja s visokim razinama oštećenosti su Akşemsettin i Fatih. S druge strane, četvrti s najvećim brojem zgrada prioriteta drugog stupnja su Yunus Emre, Barbaros, Fatih i Kızılay.

U istraživanju su AB zgrade također procijenjene prema parametrima oštećenosti, kao što su meko prizemlje, kratki stupovi, veliki prepusti, utjecaj sudaranja, vidljiva kvaliteta i učinak najviše točke/nagiba. Prema rezultatima, karakteristike oštećenosti utjecale su na prioritete rizika zgrada. Nadalje, razlikuju se negativni parametri koji utječu na zgrade u prve dvije razine prioriteta. Primarna determinanta razine rizika prioriteta prvog stupnja je vidljiva kvaliteta i učinak mekog prizemlja, dok je druga veliki prepusti. Nadalje, zgrade prioriteta prvog stupnja (0-85) većinom su izgrađene prije potresa u Erzincanu 1992. kada se uzme u obzir odnos između vidljive kvalitete zgrade i godine izgradnje. Ovi su podaci ključni. Nemoguće je doći do planova tih zgrada jer se zgrada općine Erzincan srušila tijekom potresa. Stoga je ove građevine, čije su lokacije definirane u geografskom informacijskom sustavu, potrebno prioritizirati i vrednovati analitičkim metodama.

Zgrade prioriteta drugog (86-105) i trećeg stupnja (106-130) izgrađene su nakon potresa 1992. i dobile su inženjerske usluge u okviru Protupotresnog kodeksa 1997. i 2007., s obzirom na parametre koji utječu na ocjenu prioriteta rizika. Međutim, ovaj rezultat ne znači da su sve zgrade koje su identificirane kao niskorizične izgrađene u skladu s važećim

protupotresnim propisima (2018.). Dakle, zgrade prioriteta rizika drugog stupnja moraju se procijeniti metodom detaljne analize. Štoviše, na neke zgrade s istim prioritetom rizika utjecala je vidljiva kvaliteta. Možda će biti potrebna detaljna procjena prioriteta za konstrukcije u četvrtima u kojima se nalaze.

Nadalje, većina zgrada u istraživanim regijama ima velike prepuste. Želja za dobivanjem više korisnog prostora u prizemlju ili na prvom katu uzrokuje velike prepuste je će eliminirati utjecaj ovog negativnog parametra, uzimajući u obzir štete nastale u potresu 1992. godine. Još jedan učestali negativan parametar je učinak kratkog stupa. Smanjenje utjecaja parametra kratkog stupa kod zgrada prioriteta drugog i trećeg stupnja pokazuje da su poduzete mjere opreza tijekom projektiranja kako bi se smanjio ovaj učinak u novim zgradama. Parametar mekog prizemlja primijećen je samo u okrugu Kızılay. No, to ne znači da izvan područja istraživanja ne postoje građevine s tim parametrom. Ovaj se učinak javlja kod stambenih zgrada čije se prizemlje koristi u poslovne svrhe. Stoga će odluke koje će lokalne vlasti donijeti u urbanističkim planovima smanjiti ovu oštećenost. Za razliku od većine zgrada, na taj fond zgrada ne utječe utjecaj sudaranja. Glavni je razlog taj što su AB stambene zgrade u četvrtima raspoređene kao samostalne cjeline ili blokovi prema planu naselja Erzincan. Odluka donesena u tom smjeru je ispravna i donositelji odluka to moraju nastaviti i tijekom planiranja. Osim toga, Erzincan je naselje na ravnici koja eliminira topografski učinak na zgrade.

Suprotno tome, regionalne informacije dobivene metodom uličnog pregleda primijenjenom u istraživanju pomoći će lokalnim donositeljima odluka i dionicima da odluče o broju regija i zgrada koje zahtijevaju poboljšanje. Ugradnja GIS-a u metodu uličnog pregleda omogućila je jednostavnu identifikaciju rizičnih zgrada i vizualizaciju prostorne distribucije. Pohanjivanje i mapiranje ovih podataka u geografskom informacijskom sustavu predstavlja ključnu bazu podataka za odluke o vrednovanju na drugoj razini, prostorno planiranje i urbanu transformaciju. Osim toga, pružanje informacija o ovoj analizi fonda zgrada provedenoj u pet četvrti i njezina primjena na cijelu pokrajinu, čime se stvara sveobuhvatnija baza podataka, važno je za smanjenje strukturnog rizika grada u okviru pripravnosti za katastrofe.

Metoda uličnog pregleda primijenjena u istraživanju predstavlja samo prvu fazu evaluacije. Stoga se konačni rezultati mogu dobiti tek nakon detaljne evaluacije. Štoviše, ta se metoda temelji na opažanjima izvan zgrade. Stoga se mora odabrati ili osposobiti tim arhitekata i građevinskih inženjera s dovoljno iskustva i znanja prije nego će otići na teren kako bi dobili točne podatke za buduća istraživanja.

Preporučuje se uspostaviti suradnju između akademske zajednice i lokalne uprave te zajednički raditi na planovima ublažavanja posljedica prije potresa kako bi se osiguralo da rezultati dobiveni u ovom i sličnim istraživanjima nisu samo na akademskoj razini, već se mogu i primjenjivati u praksi.

LITERATURA

- [1] Bayraktar, H.: Determination of Settlement Status in terms of Disaster Risk and Local Disaster Risk Management of Düzce Kaynaşlı District Using GIS and Street Scanning Methods, 2014, PhD Thesis, Gazi University Institute of Science and Technology, Ankara
- [2] Reilinger, R., McClusky, S., Vernant, P., Lawrence, S., Ergintav, S., Çakmak, R., Nadariya, M.: GPS constraints on continental deformation in the Africa-Arabia-Eurasia continental collision zone and implications for the dynamics of plate interactions. *Journal of Geophysical Research: Solid Earth*, 111 (2006) B5, pp. 91-108.
- [3] Işık, E., Karaşin, İ.B., Demirci, A., Büyüksaraç, A.: Seismic risk priorities of site and mid-rise RC buildings in Turkey. *Challenge Journal of Structural Mechanics*, 6 (2020) 4, pp. 191-203.
- [4] Haçin, I.: 1939 Erzincan Great Earthquake. *Journal of Atatürk Research Center*, 30 (2014) 88, pp. 37-70.
- [5] Çatal, H.H.: Damages to buildings due to earthquake. In 3rd International Symposium on Innovative Approaches in Scientific Studies, section: Engineering and natural sciences, 19 (2019) 21, pp. 310-315.
- [6] Ali, S.M., Akkoyunlu, M.F.: Statistical analysis of earthquake catalogs for seismic hazard studies around the Karlova Triple Junction (eastern Turkey). *Journal of African Earth Sciences*, 186 (2022), pp. 104436
- [7] Taymaz, T., Jackson, J.A., ve McKenzie, D.P.: Active tectonics of the North and Central Aegean Sea, *Geophysical Journal International*, 106 (1991), pp. 433-490.
- [8] Cakir, F., Uckan, E., Shen, J., Seker, B. S., Akbas, B.: Seismic damage evaluation of historical structures during Van earthquake, October 23, 2011. *Engineering Failure Analysis*, 58 (2015), pp. 249-266.
- [9] Dogan, G., Ecemis, A.S., Korkmaz, S.Z., Arslan, M.H., Korkmaz, H.H.: Buildings damages after Elazığ, Turkey Earthquake on January 24, 2020. *Natural Hazards*, 109 (2021) 1, pp. 161-200.
- [10] Demir, A., Altıok, T.Y.: Numerical assessment of a slender structure damaged during October 30, 2020, İzmir earthquake in Turkey. *Bulletin of Earthquake Engineering*, 19 (2021) 14, pp. 5871-5896.
- [11] Tezcan, S.S., Bal, I.E., Gulay, F.G.: P25 scoring method for the collapse vulnerability assessment of R/C buildings. *Journal of the Chinese Institute of Engineers*, 34 (2011) 6, pp. 769-781.
- [12] Ates, A., Bilim, F., Buyuksarac, A., Aydemir, A., Bektas, O., Aslan, Y.: Crustal structure of Turkey from aeromagnetic, gravity and deep seismic reflection data. *Surveys in Geophysics*, 33 (2012) 5, pp. 869-885.
- [13] Demirel, M., Tatar, O., Koçbulut, F.: Kinematics of the faults around the Koyulhisar (Sivas) region on the North Anatolian Fault Zone, *Geological Bulletin of Turkey*, 59 (2016) 3, pp. 357-370.
- [14] Tankut, T.: Disaster preparedness in Turkey – an overview. *Advances in civil engineering*, 1-3 November 2000, 1 (2000).
- [15] Arslan, M.H., Korkmaz, H.H.: What is to be learned from damage and failure of reinforced concrete structures during recent earthquakes in Turkey? *Engineering Failure Analysis*, 14 (2020), pp. 1-22.
- [16] Siembieda, W., Bruce, B., Ken, T.: Disaster recovery, a global planning perspective in interplan, Chicago. Illinois: International Division of the American Planning Association, 69 (2002).
- [17] Neves, F., Costa, A., Vicente, R., Oliveira, C.S., Varum, H.: Seismic vulnerability assessment and characterisation of the buildings on Faial Island, Azores. *Bulletin of Earthquake Engineering*, 10 (2012) 1, pp. 27-44.
- [18] Okuyucu, D., Savaş, G.K., Gedik, B., Şuşarlıoğlu, M.F., Kara, T.: Determination of regional earthquake risk distribution of buildings by street scanning method: Erzurum – Yenişehir Example, *Firat University Engineering Journal of Science*, (2018), pp. 219-231.
- [19] Kassem, M.M., Nazri, F.M., Farsangi, E.N.: The seismic vulnerability assessment methodologies: A state-of-the-art review. *Ain Shams Engineering Journal*, 11 (2020) 4, pp. 849-864.
- [20] Özçelik, Ö., Baran, T., Saatçi, A., Mısır, S., Kahraman, S., Girgin, S.C.: The Results of the Building Stock Inventory and Earthquake Safety Preliminary Evaluation Project in Balçova and Seferihisar Districts, İzmir, TMMOB 2nd İzmir City Symposium, (2013), pp. 157-167.
- [21] Işık, E., Özlük, M.H.: Evaluation of Tatvan urban building stock, LAAOJ, Scientific Science, (2013), pp. 8-21.
- [22] Fragiadakis, M., Vamvatsikos, D., Aschheim, A.: Application of nonlinear static procedures for seismic assessment of regular RC moment frame buildings, *Earthquake Spectra*, 30 (2014) 2, pp. 767-794.
- [23] Polese, M., Verderame, G.M., Mariniello, C., Iervolino, I., Manfredi, G.: Vulnerability analysis for gravity load designed RC buildings in Naples-Italy, *Journal of Earthquake Engineering*, 12 (2008), pp. 234-245
- [24] Sattar, S., Liel, A.B.: Seismic performance of nonductile reinforced concrete frames with masonry infill walls: II. Collapse assessment, *Earthquake Spectra*, 32 (2016) 2, pp. 819-842.
- [25] Kassem, M.M., Nazri, F.M., Farsangi, E.N.: Development of seismic vulnerability index methodology for reinforced concrete buildings based on nonlinear parametric analyses, *MethodsX*, 6 (2019), pp. 199-211
- [26] Kaplan, O., Guney, Y., Topcu, A., Ozcelikors, Y.: A rapid seismic safety assessment method for mid-rise reinforced concrete buildings. *Bulletin of Earthquake Engineering*, 16 (2018) 2, pp. 889-915.
- [27] FEMA 154: Rapid Visual Screening of Buildings for Potential Seismic Hazards, Federal Emergency Management Agency, Washington, D.C., 2015.
- [28] NZSEE: Assessment and Improvement of the Structural Performance of Buildings in Earthquake, Recommendations of a NZSEE Study Group on Earthquake Risk Buildings, New Zealand, 2006.
- [29] Sangiorgio, V., Uva, G., Aiello, M.A.A.: A multi-criteriangeletti, Comparison between vulnerability assessment and damage index, some results, in: Proceedings of the 9th World Conference on Earthquake Engineering: Tokyo, Kyoto, Japan, (1998), pp. 181-18.
- [30] NRCC: Manual for Screening of Buildings for Seismic Investigation, Institute for Research in Construction, National Research Council Canada, Ottawa, 1993.
- [31] JPDPA (2001) Seismic Evaluation and Retrofit, The Japan Building Disaster Prevention Association, Japan.
- [32] BU, YTU, ITU, METU: İstanbul Deprem Master Planı, İstanbul Büyükşehir Belediyesi Planlama Ve İmar Dairesi Zemin Ve Deprem İnceleme Müdürlüğü, İstanbul, 2003.
- [33] Sucuoğlu, H.: Determination of Earthquake Risks in Urban Building Stocks by Street Scanning Method, Sixth National Earthquake Engineering Conference, Istanbul. (2007), pp. 267-284.

- [34] Ministry for Environment and Urban Planning: Principles for Identifying Risky Buildings; Ministry for Environment and URBAN planning; Ankara, Turkey, 2019.
- [35] Tunçağ, M.: İzmir Metropolitan Municipality Radius Project, İzmir and Earthquake Conference, İzmir, (2017), pp. 41-46.
- [36] Kepenek, E.: A Model Proposal for Structural Risk Classification for Urban Transformation Purposes, PhD Thesis, Süleyman Demirel University, Institute of Science and Technology, Isparta, 2016.
- [37] Işık, E.: The Evaluation of the Building Stock in Bitlis Province at the First Level (by Street Scanning Method), Süleyman Demirel University Journal of the Institute of Science, (2013), pp. 173-178.
- [38] Özkaynak, H., Özbay, A.E.Ö.: Seismic vulnerability assessment of reinforced concrete buildings located in Esenler District of İstanbul. Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen Ve Mühendislik Bilimleri Dergisi, 18 (2018) 1, pp. 285-294.
- [39] Ateş, A., Poyraz, S., Çoban, Ö.: Determination of regional soil structure earthquake risk distribution of buildings by street survey method: The sample of Bilecik Province, Düzce University Journal of Science Technology, 9 (2021) 4, pp. 1310-1328.
- [40] Özşahin, E.: Flood risk analysis in Albania, International Journal of Eurasian Social Sciences, (2013), pp. 91-109.
- [41] Sönmez, M.E., Çelik, M.A., Seven, M.: Determination of erosion risk areas of kilis central district with the help of geographical information systems and remote sensing. KSU Journal of Social Sciences, (2013), pp. 1-21.
- [42] Ocak, F.: Examination of Ünye City Floods by Vulnerability Method, M.Sc., Ondokuz Mayıs University, Institute of Social Sciences, Samsun, 2018.
- [43] Kassem, M.M., Beddu, S., Ooi, J.H., Tan, C.G., Mohamad El-Maissi, A., Mohamed Nazri, F.: Assessment of seismic building vulnerability using rapid visual screening method through web-based application for Malaysia. Buildings, 11 (2021) 10, pp. 485.
- [44] Mohamad, I.I., Yunus, M.M., Harith, N.S.H.: Assessment of building vulnerability by integrating rapid visual screening and geographic information system: A case study of Ranau township. In IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, 527 (2019) 1, pp. 012042
- [45] Catulo, R., Falcão, A. P., Bento, R., Ildefonso, S.: Simplified evaluation of seismic vulnerability of Lisbon Heritage City Centre based on a 3D GIS-based methodology. Journal of Cultural Heritage, 32 (2018), pp. 108-116.
- [46] Rajarathnam, S., Santhakumar, A.R.: Assessment of seismic building vulnerability based on rapid visual screening technique aided by aerial photographs on a GIS platform. Natural Hazards, 78 (2015) 2, pp. 779-802.
- [47] Ilic, J.M., Bento, R., Cattari, S.: 3D GIS representation for supporting seismic mitigation policies at urban scale: The case study of Lisbon. Journal of Cultural Heritage, 45 (2020), pp. 265-278.
- [48] Tokgöz, H., Bayraktar, H.: GIS risk analysis of a first-degree seismic zone: Kaynışli (Turkey), Periodicals of Engineering and Natural Sciences, 6 (2018) 2, pp.10-23.
- [49] Columbro, C., Eudave, R.R., Ferreira, T.M., Lourenco, P.B.: On the use of web mapping platforms to support the seismic vulnerability assessment of old urban areas. Remote Sensing, 14 (2022) 6, pp. 1424-2-25.
- [50] Orhan, F.A.: Geographical overview of the effects of earthquakes on urban and residential architecture: The example of the 1939 Erzincan Earthquake. Atatürk University Journal of Social Sciences Institute, (2019), pp. 339-364.
- [51] Sucuoğlu, H., Gülkan, P.: General Evaluation of Structural Damages, 13 March 1992 Erzincan Earthquake Engineering Report, Ankara, 1992.
- [52] Barka, A., Gülen, L.: Complex evolution of the Erzincan Basin (Eastern Turkey) and its pull-apart and continental escape origin. Journal of Structural Geology, (1989), pp. 275-283.
- [53] Aydın, Ö.L. Bektaş, Ö., Büyüksaraç, A., Yılmaz, H.: 3D modeling and tectonic interpretation of the Erzincan Basin (Turkey) using potential field data. Earth Sciences Research Journal. Earth Sci. Res. J., 23 (2019) 1, pp. 57-66.
- [54] Barka, A., Kadinsky-Cade, K.: Strike-slip fault geometry in Turkey and its influence on earthquake activity. Tectonics, 7 (1988) 3, pp. 663-684.
- [55] Barka, A.: Slip distribution along the North Anatolian fault associated with the large earthquakes of the period 1939 to 1967. Bulletin of the Seismological Society of America, 86 (1996) 5, pp. 1238-1254.
- [56] Barka, A., Eyidogan, H.: The March 13, 1992 Erzincan earthquake. Terra Nova, 5 (1993) 2, pp. 190-194.
- [57] Şengezer, S.: Examination of Damages in the City of Erzincan on March 13, 1992 by Neighborhoods, 2nd National Earthquake Engineering Conference, İstanbul, (1993), pp. 404-415.
- [58] Kaypak, B.: Three-dimensional VP and VP/VS structure of the upper crust in the Erzincan basin (eastern Turkey). Journal of Geophysical Research: Solid Earth, 113 (2008) B7.
- [59] Bayrak, Y., Yilmaztürk, A., Öztürk, S.: Relationships between fundamental seismic hazard parameters for the different source regions in Turkey. Natural Hazards, 36 (2005) 3, pp. 445-462.
- [60] Aslan, O.: The Effect of Local Ground Conditions on the Structural Damages of the 13 March 1992 Erzincan Earthquake, Master Thesis, ITU Institute of Science and Technology, İstanbul, 2015.
- [61] Arioğlu, E., Girgin, C.: The Seismotectonic Structure of Turkey and the Evaluation of the Spiritual/Economic Dimensions of Earthquakes, Research Report, Publication No: YM / AR-GE / 2002-5, 2002.
- [62] Perrone, D., Ailello, M. A., Pecce, M., Rossi, F.: Rapid visual screening for seismic evaluation of RC hospital buildings. Structures, 3 (2015), pp. 57-70
- [63] Bektaş, N., Kegyes-Brassai, O.: Conventional RVS methods for seismic risk assessment for estimating the current situation of existing buildings: A state-of-the-art review. Sustainability, 14 (2022) 5, pp. 2583.
- [64] Tezcan, S., Yazıcı, A., Özdemir, Z., Erkal, A.: Irregularity of weak storey-soft storey. In Sixth National Earthquake Engineering Conference, 2007.
- [65] Harirchian, E., Lahmer, T., Buddhiraju, S., Mohammad, K., Mosavi, A.: Earthquake safety assessment of buildings through rapid visual screening. Buildings, 10 (2020) 3, pp. 51
- [66] Bal, İ.E., Tezcan, S., Gülay G.F.: P25 Rapid Evaluation Method for Determining the Failure Risk of Reinforced Concrete Buildings. Sixth National Earthquake Engineering Conference, 16-20 October 2007, İstanbul, pp. 661-667.
- [67] TSDC: Turkish Seismic Design Code, Ankara, Official Gazette dated 18 March 2018 and reiterated number 30364, 2018.
- [68] Disaster and Emergency Management Presidency, "Turkey Earthquake Hazard Map", <https://deprem.afad.gov.tr/deprem-tehlike-haritasi>, Last accessed: 15.05.2021