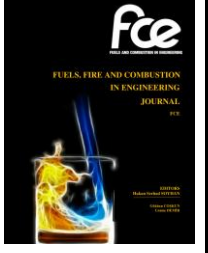
	MÜHENDİSLİKTE YAKITLAR, YANGIN VE YANMA DERGİSİ FUELS, FIRE AND COMBUSTION IN ENGINEERING JOURNAL		
	eISSN: 2564-6435		
	Dergi sayfası: http://dergipark.gov.tr/fce		
	<u>Geliş/Received</u> 28.09.2023		
	<u>Kabul/Accepted</u> 25.04.2024		<u>Doi:</u> https://doi.org/10.52702/fce.1367868

Dünya’da ve Türkiye’de Deprem Sonrası Yangınlar

Zehra YILDIZ^{1*}

ÖZ

Deprem sonrası yangınlar, ikincil afetlerden biri olup depremin verdiği hasarı artırmaktadır. Bu çalışmada, Dünya’da ve Türkiye’de depremden sonra yaşanan yangınlar ile bu yangınların sebepleri ve deprem sonrası yangınları önlemek için alınması gereken yangın güvenlik önlemleri incelenmiştir. Deprem sırasında yer sarsıntısı sebebiyle gaz borularının kırılması, elektrik hatlarının zarar görmesi veya kısa devreler olması, ısı kaynaklarının devrilmesi ve kimyasalların dökülmesi ile ekzotermik tepkimelerin olması gibi sebeplerden dolayı deprem sonrası yangınlar çıkabilmektedir. Su şebekesinin hasar görmesi, iletişim hatlarının kesilmesi, yangına müdahale edecek ekibin deprezede olması, enkazın yolları kapatması, yolların bozulması ve şehirden kaçmaya çalışanlarca trafiğin aksaması yüzünden yangına geç müdahale edilmesi sebebiyle yangınlar yayılmakta; bu da can ve mal kaybını artırmaktadır. Ayrıca aktif yangın güvenlik önlemleri ve pasif yangın güvenlik önlemlerinin sismik tasarıma göre yapılmaması, depremden sonra bu sistemlerin devreye girip yangına müdahale edilmesine imkân vermemektedir. Deprem sonrası yangınların sebep olacağı zararlar koordineli planlama, hasar azaltma uygulamaları ve sismik tasarım ile engellenebilir ya da en aza indirilebilir.

Anahtar Kelimeler: Yangın, ikincil afetler, deprem sonrası yangınlar, yangın önleme

Post-Earthquake Fires in the World and Türkiye

ABSTRACT

Post-earthquake fires are one of the secondary disasters and increase the damage caused by the earthquake. In this study, post-earthquake fires in the world and in Turkey, the causes of the post-earthquake fires and the post-earthquake fire safety precautions to be taken are examined. Post-earthquake fires may occur due to reasons such as gas pipes breakage due to ground shaking, damage to power lines or short circuits, overturning of heat sources, spilling of chemicals and exothermic reactions. After the earthquake, the fires spread and increase the loss of life and property due to the damage of the water mains, the interruption of the communication lines, the earthquake victims, the debris blocking the roads, the deterioration of the roads and the delay in the traffic jam by those trying to escape from the city. In addition, the fact that active fire safety measures and passive fire safety measures are not made according to the seismic design does not allow these systems to intervene and intervene after the earthquake. The damages caused by fires after the earthquake can be prevented or minimized with coordinated planning, damage reduction practices and seismic design.

Keywords: Fire, secondary disasters, post-earthquake fires, fire prevention

* Sorumlu Yazar / Corresponding Author

¹ Tarsus Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Mühendislik Temel Bilimleri Bölümü. zyildiz@tarsus.edu.tr, 0000-0003-1304-4857

1. GİRİŞ

Depremi verdiği hasarlar hem ekonomik hem sosyal alanlarda yaşanmaktadır. Gelişmemiş ülkelerdeki deprem kaynaklı hasarlar, gelişmiş ülkelerdekini yaklaşık yüz katı kadardır [1]. Deprem sonrası yangın meydana gelmesi depremin olduğu yere bağlıdır. Az gelişmiş olan bölgelerde çoğunlukla deprem sonrası önemli büyüklükte yangın çıkmazken büyük şehirlerde, endüstri tesislerinin yoğun olarak bulunduğu bölgelerde, ciddi kayıplara yol açan deprem sonrası yangınlar çıkabilmektedir [2]. Depremi neden olduğu hasarlar, dolaylı ve dolaysız olarak ikiye ayrılabilir. Dolaysız hasarlar, deprem sarsıntılarının doğrudan neden olduğu zararlarıdır. Dolaylı hasarlar, depremin doğrudan neden olmadığı ikincil hasarlarıdır. Depremden sonra çıkan yangın, tsunami, toprak kayması, su taşkını ve ulaşım aksaklığı gibi durumların sebep olduğu hasarlar dolaylı hasarlarıdır. Dolaylı hasarların en önemlisi depremden sonra meydana gelen yangınlardır. Özellikle yerleşim yerlerinde ahşap binaların fazla olduğu rafineriler, fabrikalar, atölyeler, depolar ve kimyasal tesislerin bulunduğu sanayi bölgelerinde deprem sonrası çıkabilecek yangınlar daha fazla zarar vermektedir [1].

Depremde yerin hareketiyle, gaz dağıtım ve boru hatlarında kırılma, elektrik kablolarının zarar görmesi veya kısa devre yapması, konutlarda ve iş yerlerinde açık alev kaynaklarının düşmesi veya soba, ocak, ısıtıcı gibi ısı kaynaklarının devrilmesi, yanıcı ve parlayıcı maddelerin ısı ile temas etmesi sonucu ateşleme kaynakları yangın başlatabilir [3]. Deprem sonrası yangınların çıkış sebebinin %15-50 oranında doğal gaz, %40 oranında ise elektrik kaynaklı olduğu görülmüştür [4]. Deprem sonrası çıkabilecek yangın sayısı depremin şiddetine bağlıdır. Örneğin şiddeti 6.0 Mw ve daha düşük olan bir depremde çıkan yangınların oranı, 10000 yangında 2’si ya da daha azı olup bu yangınların 10000 yangında 1.5’i genel yangınlar, geri kalanı da kimyasal yangınlardır [1].

Depremden sonra yangınla mücadele kaynakları ile yangının kontrolü yeterli değilse tutuşmalar yayılabilir ve yeni yangınlar çıkabilir. Fabrikalarda ve rafinerilerde çıkan yangınların kontrol altına alınması zordur ve büyük ekonomik kayıplara yol açabilir [5]. Deprem sonrası yangınların bir kısmı yayılma olmadan vatandaş tarafından hemen söndürülebilir. Bazı yangınlar ise yayılır ve /veya sonraki patlamaların kaynağını

oluşturur. Bu yangınlara alevlenen yangınlar denir [1]. Depremi ardından yaşanan panik ve kargaşa nedeniyle yangının varlığının anlaşılması zorlaşabilir. Yangın kendi kendine sönmemiş ve bina sakinleri tarafından söndürülmemiş ise itfaiyeye bildirilmelidir. Deprem sonrası yangınlara itfaiyenin müdahalesi çok önemlidir. İstasyonun kendisi ile ulaşım veya iletişim ağlarında meydana gelen hasar bu müdahale süresini etkiler. Deprem nedeniyle su dağıtım sistemlerinin arızalanması yangınla mücadele çabalarını etkiler. Depremden sonra suyun mevcudiyeti, yangını kontrol etmede önemli bir rol oynar. Ayrıca rüzgâr ile yangın daha da büyüyebilir ve yayılabilir. İtfaiye teşkilatının yangınlara müdahalesi ve yangınları kontrol altında tutması, insanların kurtarılmasında ve hasarların en aza indirgenmesinde çok önemlidir. Ancak yangına müdahale ekiplerinin bir kısmının depremde olması, bir kısmının çıkan ilk yangınlara müdahale ediyor olması veya yangın yerine geç ulaşılması, alınan yangın kontrol önlemlerinde başarısız olunması gibi nedenlerle yangınlar başka alanlara yayılıp tüm yakıt yanana kadar devam edebilir [3].

Deprem sonrasında hem depremin verdiği zararın tespit edilmeye çalışılması hem de yangın olayının başlaması ile birlikte enkaz altındakileri kurtarma çalışmalarında yaşanan gecikme, ölümlere veya yaralanmalara sebep olur. Ayrıca yangınlar sonucu oluşan emisyonlar, insan ve çevre için tehlike oluşturabilir. Isı ve alevlerden oluşan bu etkiler içinde en belirgin olanları; duman yoğunluğunun görüşü etkilemesi, göz ve solunum yolu tahriş etmesidir. Yangın mahallinden zamanında uzaklaşamaması, toksik gazların solunumunu artırabilir ve termal yanmalar meydana gelebilir; bu da yaralanmalara veya ölümlere sebep olabilir [6]. Deprem sonrası yangınlar sebebiyle altyapılar hasar alabilir, hava kirliliği, salgın hastalıklar, ekonomik durgunluk, sanayi ve tarımsal alanlar zarar görebilir; yüzey şekillerinin yer değiştirmesi ile beraber flora ve fauna değişebilir. Depremleri engellemek mümkün olmasa da deprem sonrası yangın gibi ikincil afetlerin yol açacağı hasarlar planlama ve zarar azaltma işlemleri ile en aza indirilebilir veya sınırlandırılabilir [7].

2. DÜNYADA YAŞANAN DEPREM SONRASI YANGINLAR

Amerika Birleşik Devletleri (ABD) ve Japonya, deprem sonrası en fazla yangınların yaşandığı iki ülkedir. Yirminci yüzyılın en büyük iki doğal afeti, 1906 yılında San Francisco’da ve 1923 yılında Tokyo’da gerçekleşen depremler ile deprem sonrası çıkan yangınlar olarak kabul edilmiştir. Japonya’daki deprem sonrası yangınlar, ABD’den fazladır. Deprem sonrası yangın riski özellikle Japonya’da son otuz yılda çok ciddiye alınmıştır. Japonya’da genel olarak nüfus fazla olup yerleşim alanlarının sınırlı olması nedeni ile birim alandaki insan yoğunluğu artmakta ve depremden sonra çıkan yangınlar hızla yayılabilmektedir. ABD’deki yerleşim, Japonya kadar çok yoğun değildir [8]. Ayrıca Japonya’daki binaların kalitesinde, doğal gaz sisteminde ve doğal gaz kullanımında farklılıklar vardır. Depremle ilgili tüm yangın tutuşmalarının %20-50’si doğal gaz kaynaklıdır [9]. 1906 San Francisco Depremi’nden sonra özellikle depremleri takip eden yangınlara karşı sarnıçlar, depreme dayanıklı borular, vanalar, hidrantlar, deniz suyu pompa istasyonları ve su toplama rezervuarlarından oluşan bir proje uygulanmıştır. Bu sistem, mevcut sistemin dışında, daha dayanıklı olarak yapılan yardımcı bir sistemdir. San Fransisco’da 1906 yılından sonra 1989 yılında yaşanan 7.1 Mw şiddetindeki depremin ardından başlayan yangınlar, nüfusun ve aktivitelerin daha yoğun olduğu körfez bölgesinde meydana gelmiştir. Ancak alınan önlemler sayesinde 1906’daki deprem sonrası yangınlar kadar büyük hasar yaşanmamıştır [10]. Japonya’daki 1 Eylül 1923 Kanto Depremi, ahşap yapıların yangın karşısındaki güçsüzlüğünü hatırlatan en önemli depremdir. Bu depremde yaşanan 120 bin civarındaki can kaybının yaklaşık 110 bini depremden sonra çıkan yangınlar sonucunda olmuştur. Rüzgârın etkisiyle yangınlarda can kaybı artmıştır [8].

17 Ocak 1994 yılında yaşanan 6.8 Mw büyüklüğündeki Northridge Depremi’nde, deprem sonrasında çıkan 97 yangının büyük bölümü, depremin yer ivmesinin en yüksek olduğu bölgede gerçekleşmiştir. 1994 Northridge Depremi’ne benzer bir büyüklükte, 6.9 Mw şiddetindeki bir deprem, Japonya’nın Kobe şehrinde 17 Ocak 1995’te yaşanmıştır. Ancak bu deprem sonrasında, Northridge Depremi’nden daha fazla yangın meydana gelmiştir [11]. Kobe’deki deprem sonrasında çıkan 97 yangının doğal gaz kaynaklı

olduğu belirtilmiştir. Kobe’deki doğal gaz dağıtım sistemi, Amerika Birleşik Devletleri’nde yaygın olarak kullanılanlardan daha yüksek basınçlarda çalışmakta olup bu durum, boruların hasar görmesi sonucunda sızabilecek gaz miktarını artırmaktadır. Kobe’deki gaz dağıtım sisteminde daha çok deprem hasarına karşı savunmasız ve eski borular (çelik, dökme demir, dişli bağlantılar gibi) kullanılmaktadır. Bu tür borular Kaliforniya’da neredeyse hiç kullanılmamaktadır. Ayrıca Japonya’da oda ısıtıcıları ile açıkta alevli pişirme cihazlarının daha fazla kullanılması, pişirme cihazı kaynaklı yangınlara neden olmuştur.

İsimsiz bir fay üzerinde 5.0 Mw büyüklüğündeki Napa Depremi, 3 Eylül 2000 yılında meydana gelmiştir. Orta büyüklükteki deprem, su dağıtım sisteminde 22 boru kırılmasına neden olmuştur. Depremden sonra gaz fleks hortumu bağlantısı kopan şofbenlerden kaynaklanan 30 adet doğal gaz kaçağı oluşmuş ancak gaz kaçağı nedeniyle herhangi bir yangın çıkmamıştır. Sadece bir otelde, ısıtıcı kaynaklarının devrilmesine neden olan düşen mobilyalar büyük bir yangın meydana getirmiş ancak itfaiye ekipleri yangına müdahale ederek yangını, büyümeden kontrol altına almayı başarmıştır [9].

27 Şubat 2010’da Şili’nin merkezindeki Maule bölgesi açıklarında, 8,8 Mw büyüklüğünde bir deprem meydana gelmiştir. Depremden sonra kıyı kasabalarını hasara uğratan bir tsunami oluşmuştur. Tsunami sonucu 524 ölüm, 31 insan kaybı ve tahmini 30 milyar dolarlık ekonomik kayıp meydana gelmiştir. Ayrıca tsunami sonrasında Colina’daki büyük bir lateks fabrikası, Concepcion Üniversitesindeki bir kimya binası, Santiago yakınlarındaki endüstriyel tesisler (bir plastik fabrikası ve bir tekstil deposu) ile bir dağıtım merkezi de dâhil olmak üzere birkaç büyük yangın çıkmıştır. Dairelerde, evlerde ve küçük işletmelerdeki küçük yangınlar yetkililere bildirilmiştir [9].

11 Mart 2011’de Japonya açıklarında 9 Mw büyüklüğünde bir deprem ve kısa süre sonra bir tsunami meydana gelmiştir. Tsunami sonrası çıkan yangınlardan 183’ü deprem günü olmak üzere mart ayı boyunca toplam 269 yangın meydana gelmiştir. Bu 269 yangının 109’u tsunamiden etkilenmeyen iç kesimlerde, 36’sı tsunamiden etkilenmeyen kıyı bölgelerde ve 124’ü tsunamiden etkilenen bölgelerde çıkmıştır. Deprem sonucu binalarda ve altyapılarda büyük hasar oluşmuş, nükleer santral kazası meydana gelmiş ve deprem 18.000’den fazla kişinin ölümüne neden olmuştur.

2011 Doğu Japonya Yangınları, 1995 Kobe ve 1923 Tokyo Yangınları kadar kötü sonuçlara yol açmıştır. Depremden sonra en büyüğü 7 Nisan 2011'de olmak üzere çok sayıda büyük şiddette artçı sarsıntı olmuştur. Nisan ayında meydana gelen artçı sarsıntılar sebebiyle 24 yangın çıkmıştır. İlk deprem ve artçıları sebebiyle toplam 293 yangın çıkmıştır. Deprem kaynaklı yangınların %91'i yapı yangınları iken; tsunami kaynaklı yangınların sadece %21'i yapı yangınlarıdır. Tsunami yangınlarının büyük çoğunluğunu taşıt (%32,3) ve moloz yangınları (%33,9) oluştururken; iç kesimlerde meydana gelen deprem kaynaklı yangınların yaklaşık yarısı apartman daireleri ile bir veya iki katlı konutlarda meydana gelmiştir. Ayrıca iç kesimlerde çıkan yangınların %15,6'sı fabrikalarda meydana gelmiştir. Deprem kaynaklı yangınların yarısı, ısıtma kaynağı olan cihazların devrilmesi nedeniyle ve yaklaşık %26,2'si gaz borularının veya elektrik kablolarının kırılması nedeniyle meydana gelmiştir. İç kesimlerdeki deprem kaynaklı yangınların çoğu küçük ölçekli olup buradaki yapılar kısmen yanmışken; kıyı bölgelerindeki tsunami kaynaklı yangınların çoğu büyük ölçekli olup yapılar tamamen yanmıştır. Bu nedenle tsunami kaynaklı yangınların itfaiye ekiplerinin kontrolünden çıkması daha olasıdır [9].

24 Ağustos 2014 günü Güney Napa’da, San Francisco Körfezi’nin kuzey kesiminde 6,0 Mw büyüklüğünde bir deprem olmuştur. Deprem, normal binalar ile önemli ve bir dizi tarihî yığma binalarda ağır hasarlara neden olmuştur. Güçlendirilmiş yığma binaların oldukça iyi performans göstermesi sebebiyle toplam altı yangın çıkmıştır. En büyük yangın, arızalı ana su hattı nedeniyle yangın söndürme çabalarının olumsuz etkilendiği Napa Valley Mobil Ev Parkı’nda meydana gelmiştir [9].

Tablo 1’de depremin yeri ve zamanı (DK), büyüklüğü (B), yangın sayısı (YS), hasar ve yangının sebepleri verilmiştir. Tablo 1’de deprem büyüklüğü 5.0-9.0 Mw arasında değişen depremler sonrası yaşanan yangınlar kronolojik sırayla verilmiştir. Bu tabloda depremin yeri, tarihi, deprem büyüklüğü, deprem sonrası yangın sayısı, yangının verdiği hasar ve yangının sebepleri verilmiştir [4, 5, 8, 9, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20]. Tablo 1’de, deprem sonrası gerçekleşen yangınlar incelendiğinde yangınların daha çok ABD, Yeni Zelanda ve Japonya gibi ülkelerde olduğu görülmektedir. Deprem sonrası en fazla yangın, 293 yangın ile 2011’de

gerçekleşen Büyük Doğu Japonya Depremi’nde; ardından 277 yangın ile 1923’teki Tokyo Depremi’nde ve sonrasında 1995 yılında 240 yangın ile Kobe Depremi’nde meydana gelmiştir. Ayrıca Japonya’da deprem sonrası meydana gelen tsunami, yangın sayısını artırmıştır.

Tablo 1. Dünyadaki önemli depremler sonrası çıkan yangınlar

DK	B (Mw)	YS	Hasar	Sebepler
San Francisco ABD 18.04.1906	7.8-8.3	52	12.2 km ² lik alan yanmış, 3000 kişi ölmüştür. 10 km ² lik bir alanda 28.000 bina yıkılmış ve 524 milyon dolarlık maddi kayıp meydana gelmiştir. Toplam hasarın %90’ı deprem sonrası çıkan yangınlar dolayısıyladır	Doğrudan alev çarpması ve termal radyasyonla yangın yayılmıştır. Meskenlerde yanıcı maddeler ve yanan gaz lambalarından kaynaklı yangınlar çıkmıştır. Binalar 5 veya daha az katlı olup binaların %90’ı ahşap olduğundan, rüzgârla birlikte yangın büyümüştür. Yanan binaların açık alanlara çökmesi sonucu yangın yayılmış, işletmeler ve fabrikalarda kazan yangınları çıkmıştır. Yapısal hasar sonucu dâhilî elektrik kablolarının kırılması yangına sebep olmuştur. 50 voltluk tramvay tellerinin diğer tellerle bazı kesişmeleri, binada çalışan elektrikli cihazların ve devrelerin kıvılcımlanması da yangınlara sebep olmuştur.
Kanto-Tokyo Japonya 01.09.1923	7.9	277	447.000 ev yıkılmış, 38,3 km ² lik alan yanmıştır. Şehrin %40’ından fazlası yangında yok olmuştur. Binaların %77’si yangında zarar görmüştür. Tokyo’da ölen 120.000 kişinin 110.000’i, deprem	Yakın mesafeli konutlarda rüzgârla beraber hızla yangın yayılmıştır. Öğle yemekleri için kullanılan çok sayıda ısıtma ünitesi ve pişirme ocaklarından yangın çıkmıştır. Eczacılık ve tıp fakültelerinde, eğitim kurumlarında, dış klinikleri ile sabun fabrikalarında kimyasal yangınlar

			sonrası çıkan yangında yanan ahşap yapılar nedeni ile ölmüştür.	meydana gelmiştir.
Napier Yeni Zelanda 02.02.1931	7.75	<10	36 saatte toplam 116.000 m ² lik alan yanmıştır. Hastings'te 7 bina kül olmuştur. 4 hektarlık şehir binası ile Napier iş bölgesi yok olmuştur. 250 kişi de ölmüştür.	Kıvılcımla başlayıp rüzgârla yayılan alevler ile alev çarpması ve yanan maddeler sebebiyle yangın çıkmıştır.
Long Beach ABD 10.03.1933	6.3	15	Can kaybı ve maddi kayıp yoktur.	Gaz kesildiğinden ve Sprinkler Sistemi'nin %80'i çalışır durumda olduğundan yangınlar felakete dönüşmemiştir.
Niiigata Japonya 16.06.1964	7.5	9	Petrol rafinerilerinde ve fabrikalarda büyük hasar görülmüştür. 300'den fazla ev yok olmuştur.	Deprem sonrası yaşanan tsunami sebebiyle petrol rafinerisinde su üzerinde bulunan petrol tabakası yanmıştır. Sıcak yüzeylerden tutuşan yemeklik yağ döküntüleri, çalışan bir fırındaki LPG sızıntısı, dökülen kimyasallar ile yanıcı maddeler ekzotermik reaksiyonlara ve tutuşmalara neden olmuş ve yangın çıkmıştır.
San Fernando ABD 09.02.1971	6.6	116	Su kaynakları ciddi şekilde hasar görmüş, ana gaz hattı birkaç saat boyunca yanmıştır.	Kopmuş elektrik kabloları elektrik kaynaklı ateşlemelere sebep olmuş ve bazı ev yangınları çıkmıştır. Patlak gaz hatlarından sızan gaz, termal radyasyon ile tutuşarak yangına neden olmuştur. Bazı gömülü gaz dağıtım şebekesi hatlarından sızan gaz belirsiz nedenlerle tutuşmuştur.
Managua Nikaragua 23.12.1972	5.5-6.5	4-5	Modern yüksek beton binalar yanmıştır.	Şehir merkezindeki modern yüksek beton binalarda bir hafta boyunca yangın sürmüştür. Yangın kattan kata sıçramıştır.
Morgan Hill ABD 24.04.1984	6.2	3 büyük yangın ve birçok küçük yangın	San Jose'deki bir alışveriş kompleksinde çıkan büyük yangında yaklaşık 1 milyon dolarlık	Fırlayan maddeler nedeniyle yangın yapılar arasında yayılmıştır (rüzgâr hızı 7 m/s). Gazlı cihazlarda ısıtma elemanlarına giden doğal gaz

			maddi kayıp meydana gelmiştir.	borularının kırılması iki yangına sebep olmuştur. Baca ve gazlı ısıtıcıların hasar görmesi nedeniyle birkaç konut yangını olmuştur. Kısa elektrik devrelerinden ve aşırı ısınmadan dolayı arklar, iki yangına neden olmuştur. Düşen elektrik hatlarının toprağa ark yapmasından dolayı çim yangınları çıkmıştır.
Mexico City Meksika 19.09.1985	8.1	24 saat içinde 200 yangın	Bir otelde çıkan yangın, yakındaki mağazaya, ofise ve binaya sıçramıştır.	Depolama tankından sızan gazın tutuşmasından kaynaklanan yangın bitişik binalara sıçramıştır.
Whittier ABD 1.10.1987	5.7	İlk 5 saatte 58 yapı yangını ve 75 gaz yangını	Güney Kaliforniya Gaz Şirketi tarafından cihaz, cihaz bağlantısı ve boru hattı olmak üzere toplam 1920 hasar belirlenmiştir.	Güney Kaliforniya Gaz Şirketinde doğal gaz sebebiyle yangınlar çıkmıştır. Elektrik sisteminin hasar görmesine rağmen kaynağa güç verilmesi ve arkin kısa devre yapması nedeniyle yangın çıkmıştır. Aydınlatma armatürlerinin düşmesi de yangın nedenlerinden biridir. Yanıcı maddenin deprem nedeniyle bir ısıtıcıya doğru hareket etmesi, tutuşma ve yangınla sonuçlanmıştır. Dökülen kimyasalların karışması ile kimyasal yangınlar çıkmıştır. Yanmış elektrik hatlarından kaynaklanan çayır yangınları yaşanmıştır.
Loma Prieta ABD 17.10.1989	7.1	İlk 2 saatte 27 bina yangını olmak üzere toplam 57 yangın	Dört katlı bir binada şiddetli yangın olmuştur.	Apartman yangınlarından yayılan ısıyla yangınlar genişlemiştir. Dökülen solventlerin tutuşması, bir otomobil servis binasında büyük bir yangına neden olmuştur. Marina bölgesinde sebebi bilinmeyen bir yangın çıkmıştır.

Hokkaido Nansei-oki Japonya 12.07.1993	7.8	190 bina yangını	11 saatten fazla süren yangında 246 kişi ölmüş ya da kaybolmuş. 190 ev ve bina yangında yok olmuştur.	Radyant ateşlemesi sonucu dış yakıt tankları ve dağılan malzemelerden kaynaklı yangınlar yaşanmıştır. Yangın nispeten yavaş (35 m/saat) ilerlemiştir. Yerleşim bölgesindeki depremden yaklaşık 14 dakika sonra pişirme veya ısıtma cihazından kaynaklı yangınlar çıkmıştır.
Northridge ABD 17.01.1994	6.7	İlk 2 saatte 50 bina yangını ve 6 saatte 110 bina yangını	Bir banliyö sokağında 10" çaplı bir petrol boru hattı patlamış, alevler iki evin birer duvarı ile 17 evi yok etmiştir.	Toplam 110 yangının 54'ü gaz sebebiyle ortaya çıkmıştır. Besleme hatlarında doğal gaz sızıntısı ve gaz alevi oluşmuş, su ısıtıcıları gibi ısı kaynakları tutuşarak birçok konutta yangına neden olmuştur. Evler arasında termal radyasyonla yangın yayılmıştır. Petrol boru hattında hasar sebebiyle yangınlar olmuştur. Tehlikeli kimyasal etkileşimler az sayıda tutuşmaya neden olmuştur. Kısa devre sonucu oluşan elektrik arkı da birtakım arızalara neden olmuştur. Depremi takip eden günlerde meydana gelen bazı yangınlar, doğrudan elektrik ve gaz arzının artçılar sürerken yeniden sağlanmasından dolayı olmuştur. Bu yangın olayları ilk depremi takip eden günlere göre daha fazladır.
Kobe Japonya 17.01.1995	6.9	İlk 14 dakika da 89 olmak üzere ilk günde toplam 205 yangın bildirilmiştir. Bu sayı dört gün sonra 240	Yangınların %97'si yapısal olup yangın sonucunda 65 hektarda 69.000 bina yıkılmıştır. 5500 civarındaki can kaybının yaklaşık 1750'si ahşap yapılarındaki yangın nedeniyle ortaya çıkmıştır.	Depremin hemen ardından çıkan yangınlar gazdan kaynaklanmaktadı r. Birçok yangın mahallinde kırık doğal gaz boruları ve kerosen bulunmuştur. Kaçaklar veya gaz cihazı ateşlemeleri, diğer yangın cihazları ve kimyasal ateşlemeler, hasarlı cihazlar, kablolar ve aydınlatma armatürleri ile yanıcı madde

				etkileşimleri yangınlara sebep olmuştur. Çöken ahşap üzerine doğrudan alev temasıyla yayılan bina yangınları olmuştur. Yangın pencerelerden oksijen girişi ile yayılmıştır. Solventler ve plastiklerden dolayı yangın yayılmıştır. Elektrik hatları ya devrilmiş ya da yıkılan binalardan kopmuş; bunun sonucunda potansiyel ark oluşmuştur. Çoğu binanın yıkıntılarında ısıtıcılar bulunmuştur; bu da gaz ve kerosen gibi yanıcı sıvılar ve yakıtların yanmaya yardımcı olduğunu göstermektedir. Kundaklama nedeniyle de yangınların çıktığından şüphelenilmektedir. Hafif şiddetteki rüzgâr yayılmayı artırmıştır. Dar sokaklar ve arabalar yangına müdahaleyi geciktirip yangının etrafa yayılmasına sebep olmuştur.
Napa ABD 03.09.2000	5	50	Mobilyaların devrilmesi ile tutuşma meydana gelmiş bir otelde yangın çıkmış ancak itfaiyenin hızlı davranması ile yangın büyümeden kontrol altına alınmıştır.	30 doğal gaz kaçağı belirlenmiştir. Ancak Napa İtfaiyesi ve Pasific Gaz ve Elektrik şirketi müdahalesi ile sızıntı kaynaklı yangın çıkmamıştır. Esnek gaz hortum bağlantılarının kırılması ile oluşan gaz sızıntısı su ısıtıcılarının devrilmesi veya düşmesi ile tutuşmuş. Ayrıca birkaç küçük tehlikeli madde sızıntısı olmuştur.
Maule Chile 27.02.2010	8.8	Birkaç büyük yangın, daire, ev ve küçük işletmelerde daha küçük yangın.	Binalar ve fabrikalar tamamen zarar görmüş ve yangın nedeniyle yıkılmıştır. Toplam 7-12 milyar \$'lık sigortalı zararın %5'i deprem sonrası	Colina'daki büyük bir lateks fabrikasında, Concepcion Üniversitesi yakınlarındaki endüstriyel tesislerde, Santiago da bir plastik fabrikası ve bir tekstil deposu ile Chillán yakınlarında bir

			yangınlardan kaynaklanmış tır.	dağıtım deposunda büyük bir yangın çıkmıştır.
Büyük Doğu Japonya 11.03.2011	9.0	293	Fukushima Nükleer santrali ile 50 yüksek basınçlı gaz tesisi ve 139 tehlikeli kurum hasar görmüştür. 120.000'den fazla bina yıkılmış; 278.000 bina orta hasarlı ve 726.000 bina da az hasarlı olarak belirlenmiştir. Yaklaşık 199 milyar dolarlık maddi zarar yaşanmıştır.	Isıtıcıların devrilmesi, gaz borularının veya elektrik kablolarının kırılması sebebiyle yangınlar çıkmıştır.
Güney Napa ABD 24.08.2014	6.0	9	4 mobil ev yanmış ve 2 ev hasar görmüştür.	Bacaların devrilmesi ve gaz sızıntısı sebebiyle yangınlar çıkmıştır.

3. TÜRKİYE’DE YAŞANAN DEPREM SONRASI YANGINLAR

Türkiye’de deprem sonrası çıkan yangınlar diğer ülkelere göre daha azdır. Bunun sebeplerinden biri çoğunlukla binaların betonarme olmasından dolayı deprem sırasında tamamen çökerek yangın kaynaklarını kapatması ve çıkan tozların, enkazlardaki ateşleme kaynaklarını ve yanma olayı için gereken oksijeni engellemesidir. Binalarda yaygın olarak doğal gazın kullanılmaması da yangın sayısının fazla olmamasının nedenidir. Ayrıca depremlerin çoğunun sanayileşmemiş bölgelerde gerçekleşmiş olması da yangın sayısını azaltmıştır. Ülkemizde deprem sonrası yangın sayılarının düşük olmasının diğer bir sebebi ise depremlerin elektrikli cihazların, ısıtıcıların, ocakların kapalı olduğu ve sobaların sönmüş olduğu saatlerde meydana gelmesidir [21].

Büyük çoğunluğu aktif faylar üzerinde yer alan ve tarihler boyunca sürekli olarak depremden olumsuz etkilenen ülkemizde, birçok yerleşim yeri ve endüstriyel alan, hatalı imar planları neticesinde fay hatları üzerine inşa edilmiştir. Türkiye’nin büyük bölümü birinci derece deprem kuşağında olduğundan her yıl çok sayıda deprem yaşanmaktadır. Özellikle ülkemizde son 25 yıllık dönemde yaşanan en fazla can ve mal kaybı; 17 Ağustos 1999 Gölcük Depremi, 23 Ekim 2011

Van Depremi, 12 Kasım 1999 Düzce Depremi ve en son yaşanan 6 Şubat 2023 tarihinde Kahramanmaraş merkezli 7.7 Mw ile 7.6 Mw şiddetindeki ikiz depremlerle bunları takip eden artçı depremler ve bağımsız diğer depremlerde yaşanmıştır.

Ülkemizde yaşanan depremler sonucu meydana gelen yangınlardan biri 1894 İstanbul Depremi’ne aittir. 10 Temmuz 1894’te Marmara Denizi İzmit Körfezi’nde saat 12.24’te, 7.0 Mw büyüklüğünde deprem meydana gelmiş ve depremden sonra ahşap binalardaki yangınlar günler boyunca söndürülemediği. İstanbul’da neredeyse zarar görmeyen bina kalmamıştır [22]. Depremde 474 kişi hayatını kaybetmiş, 482 kişi yaralanmış; 1087 ev ve 299 dükkân kullanılamaz duruma gelmiştir [23].

Erzincan’da 27.12.1939 tarihinde saat 02.00’de, 7,2 Mw büyüklüğünde bir deprem meydana gelmiştir. Bu depremde 2274 kişi ölmüş, 668 kişi yaralanmış ve 3378 bina yıkılmıştır. Kış mevsiminde gerçekleşen depremde, sobalar devrilmiş; evlerin çoğu kerpiç ve ahşap olduğundan birçok yangın çıkmıştır [24]. Reşadiye’de yaşanan yangınlar sonucunda, 150 haneden oluşan ilçedeki yalnız üç hane dışında kalan konutların neredeyse tamamı yanmış; 236 kişi ölmüş ve 52 kişi yaralanmıştır [25].

20 Aralık 1942 tarihinde merkez üssü Erzincan’a bağlı Erbaa ilçesinde, 7.1 Mw büyüklüğünde bir deprem meydana gelmiştir. 3000 kişi hayatını kaybetmiş ve 32.000 bina hasar görmüştür. Deprem sonrası çıkan 16 yangınla Erbaa ilçesinin depremden sonra kalan kısmı, büyük hamam ile birkaç ahşap yapı dışında, tamamen yanıp kül olmuştur.

28 Mart 1970 tarihinde 7.2 Mw büyüklüğünde Gediz’de yaşanan depremde 1086 kişi hayatını kaybetmiş ve 1265 kişi yaralanmıştır. Ayrıca depremde 14.852 ev tamamen yıkılmış veya ağır hasar almış; 3546 bina orta, 1559 ev ise hafif hasar almıştır. Gediz’deki can kaybının büyük bölümü depremden sonra Uluoymak Mahallesi’nde çıkan yangın sonucunda olmuştur [26]. Deprem sonrası ahşap malzeme kullanılarak yapılan binaların neredeyse tamamına yakını çıkan yangında yanmıştır [27]. Akçaalan ve Kayaköy’de 650 ev yanmıştır. Akçaalan kasabasındaki tümü ahşap olan evler yangın nedeniyle yanmasına rağmen kasabada can kaybı olmamıştır. Ayrıca Gediz’in bir mahallesi, depremden sonra çıkan yangında tümüyle yanmış ve hasarlı yapılardan kurtarılamayan birçok kişi ölmüştür [8]. Deprem

gerçekleşmesinden sonra Gediz de itfaiye binası çökmüş, 2 itfaiye eri yaşamını yitirmiştir ve itfaiye araçları enkaz altında kalmıştır. Bu sebeple deprem sonrası çıkan yangınlara geç müdahale edilmiştir [28]. Çevre şehir itfaiyeleri yolların durumu nedeniyle gelememiş ya da geç gelmiştir. Depremde şebeke suyu dâhil birçok su kaynağı hasar görmüş ve büyük su sıkıntısı yaşanmış çevre illerden gelen arazözler de su bulamadığı için yangınlar söndürülebilmiştir [26].

13 Mart 1992’de meydana gelen Erzincan Depremi, 6.8 Mw şiddetinde olup ufak çaplı iki yangın çıkmıştır. Bu depremde 653 kişi ölmüş; 8057 bina hasar görmüş veya yıkılmıştır.

17 Ağustos 1999 yılında Gölcük’te 7.8 Mw şiddetinde meydana gelen deprem, 66.441 konutun ve 10.901 iş yerinin ağır hasara; 67.242 konutun ve 9.927 iş yerinin orta hasara; 80.160 konutun ve 9.712 iş yerinin hafif hasara uğramasına ve 17.479 kişinin ölmesi, 43.953 kişinin ise yaralanmasına neden olmuştur. Bu deprem, insan kaybı açısından 1939 yılındaki Erzincan Depremi’nden sonra meydana gelen ikinci en büyük depremdir [29]. 17 Ağustos 1999 yılında fay hattına yakın olan Tüpraş tesisinde çıkan yangın, dört günde 300 personel ile ancak söndürülmüş ve yangın sonucunda 80 milyon dolarlık ekonomik kayıp oluşmuştur [7]. Tüpraş’ta yangının çıkış nedeni, deprem sırasında ham petrol ünitesindeki bacanın devrilmesi ve sürtünme nedeniyle nafta tanklarından birinin tutuşmasıdır. Önceden alınan önlemlerin yetersizliği ve organizasyonun sağlanamaması sebebiyle yangın erken söndürülebilmiştir. Tanklara Köpüklü Söndürme Sistemleri yapılmamış, tankların çoğunda Sprinkler Sistemi olmadığı ve olanların da kapasitesinin yeterli olmadığı belirlenmiştir. Ayrıca tanklara havuzlama yapılmadığı görülmüştür. Elektrik kesintisi olduğunda tankları söndürmek için devreye girip gerekli suyu temin edecek dizel pompaların uygun noktalara yerleştirilmediği ve bunların da yeterli kapasite ile sayıda olmadığı belirlenmiştir. Ülkemizdeki tüm tesislerde bulunan Yangın Söndürme Sistemleri, itfaiyelerde bulunanlar ile aynıdır. Aynı zamanda Alman normları esas alınarak geliştirilen Türk Standartlarına da uygundur. Bunun yanında Tüpraş’ın Yangın Söndürme Sistemleri, ABD Standartlarına uygundur. Bu sebeple hidrant ağızlarındaki rakorlar, bütün itfaiye araçlarındakinden farklı olduğundan itfaiyeler, hidranttan dönüştürücü aparat olmadan doğrudan su alamamışlardır. Hidrant ağızlarından sadece

Tüpraş’ın kendi araçları su almış, diğer araçlar ara rakor kullanmak zorunda kalmıştır [30]. Marmara depreminden sonra gerçekleşen diğer önemli bir endüstriyel kaza ise Yalova’daki elyaf hammaddesi üreten Aksa firmasında olmuştur. Esnek olmayan boru bağlantısı, depreme dayanıksız koruma havuzu, tankın köpük sisteminiin depremde çalışmaması ve dizel jeneratörünün uygun yerde olmaması gibi nedenlerle üretilen akrilonitril suya, toprağa ve havaya karışmıştır. Dizel jeneratörü kaçağın başladığı sahanın içinde bulunması nedeniyle yangın riski nedeniyle devreye alınamamıştır. Jeneratörün sökülüp başka bir yere alınması zaman aldığı için, tank üstündeki yağmurlama sistemi hemen çalıştırılmamış ve geç devreye alınabilmiştir. Bu yüzden uluslararası standartlarda akrilonitril derişiminin üst sınırı 2 ppm çok üzerinde salınım olmuştur [31].

Yirminci yüzyılın en fazla hasar ve can kaybının yaşandığı 7.9 Mw şiddetinde olan ve 100.000’den fazla kişinin öldüğü 1 Eylül 1923 Tokyo Depremi’nden [32] bu yana meydana gelen en büyük deprem, 7.7 Mw şiddetinde merkez üssü Elbistan ve 7.6 Mw şiddetinde merkez üssü Pazarcık olan ve yaklaşık 50.783 kişinin öldüğü, 122.000 kişinin de yaralandığı 6 Şubat 2023 Kahramanmaraş İkiz Depremleridir. Bu depremlerden iki hafta sonra 20 Şubat 2023 tarihinde de merkez üssü Hatay Yayladağı olan 6.4 Mw büyüklüğünde bir deprem daha meydana gelmiştir. Bu depremler 11 ilde ve 1 ilçede büyük yıkımlara yol açmıştır. Depremde, yarım milyondan fazla bina hasar almış; iletişim ve enerji altyapısı zarar görmüş ve önemli maddi kayıplar olmuştur [33]. Deprem sonrası konut yangınları, şehir merkezlerinde çoğunlukla elektrik ve doğalgaz kaynaklı olarak gerçekleşirken kırsal bölgede depremin kışın meydana gelmesinden dolayı kırsal bölgede ısınma için yanan soba veya soba bacalarının yer sarsıntısıyla devrilmesi ile meydana gelmiştir. Sanayii bölgesinde deprem sonrası gerçekleşen birçok fabrika yangını çoğunlukla elektrik kaynaklı olarak meydana gelmiştir [34]. 6 Şubat 2023 tarihinde Kahramanmaraş’ta meydana gelen depremler sonrasında İskenderun Limanı’nda konteynerlerin devrilmesi ve liman yapısındaki çökmeler sonucu yangın çıkmıştır. Limana giriş sağlayan yollarda da hasarlar olduğu için yangın dört gün sonra söndürülebilmiştir [33]. Yangın denizden, karadan ve havadan müdahale ile kontrol altına alınmış; sonrasında soğutma çalışmaları yapılmıştır. 1500’e yakın konteynerde hasar tespit edildiği

ancak liman altyapısında önemli bir hasar oluşmadığı bildirilmiştir. Hatay’ın Kırıkhan ilçesinde Topboğazı köyündeki doğal gaz boru hattında patlama sonucu yangın çıkmıştır. Hatay Gıda Kontrol Laboratuvarında yer alan makine-teçhizat bölümlerinde depremde çıkan yangına bağlı olarak yaklaşık 50 milyon TL, Malatya ve Elâzığ Şeker Fabrikalarında ise yaklaşık 1,3 milyon TL tutarında hasar tespiti yapılmıştır [35]. Organize sanayi bölgelerinde yer alan aromasans, cam ve çelik fabrikaları gibi bazı fabrikalarda yangınlar çıkmıştır. Bunların dışında elektrik kablolarının zarar görmesi, doğal gaz borularının hasar alması sonucu gaz sızıntısı olması, ısıtıcı ve soba devrilmesi gibi sebeplerden de bazı binalarda ve iş yerlerinde birçok yangın çıkmıştır.

Tablo 2’de, büyüklüğü 6.8-7.8 Mw arasında değişen İstanbul, İzmir, İzmit, Erzincan ve Kahramanmaraş Depremleri sonrası yaşanan yangınlar verilmiştir. Bu tabloda depremin yeri, tarihi, deprem büyüklüğü, deprem sonrası yangın sayısı, yangının verdiği hasar ve yangının sebepleri verilmiştir [7, 8, 27, 28, 32, 33, 35, 36]. Zaman içinde ahşap bina yangınlarının yerini betonarme bina yangınları; bina yangınlarının yerini de endüstriyel yangınlar almıştır. Buna ilaveten soba devrilmesi kaynaklı yangınlar yerini doğal gaz yangınlarına bırakmıştır. Doğal gaz yangınlarında, gazın merkezden hemen kesilmesine rağmen boruların kırılması ile borularda kalan gaz alev alabilmektedir. Fabrikalarda özellikle yanıcı maddelerin tutuşması veya ısıl iletkenliği yüksek maddeler sonucu yangınlar çıktığı için özellikle aktif yangın güvenlik önlemlerinin alınması ve bunların da depreme dayanıklı olması gerektiği görülmüştür.

Tablo 2. Türkiye’deki önemli deprem sonrası yangınlar

DK	B (Mw)	YS	Hasar	Sebebi
İstanbul 10.07.1894	7.0	-	Ahşap binalarda günler boyunca yangınlar devam etmiştir. Etpazarı’nda da ve Burgazada’da bir evin alt katında bir yangın çıkar fakat yayılmadan söndürülmüş. Fatih-Hoca	Ahşap ev yangını çıkmıştır. Sultaniye çayırındaki bir evde oturan Tuğla fabrikası direktörünün odasında bulunan gaz lambasının devrilmesi sonucu yangın çıktıysa da kısa sürede söndürülmüştür.

			Hayrettin Mahallesi’ndeki Şekerci Hanı’nda çıkan yangında on altı oda, Maltepe’de bulunan üç ahşap konak çıkan yangınlar yüzünden kül olmuştur.	
Erzincan 27.12.1939	7.2	-	Reşadiye de çıkan yangında 150 haneden oluşan ilçe de 147 hane tamamen yanmış; 236 kişi ölmüş ve 52 kişi yaralanmıştır.	Kerpiç ve ahşap evlerin çoğunlukta olup sobalarla mangalların devrilmesi sebebiyle depremden sonra birçok yangın çıkmıştır.
Erbaa-Tokat 20.12.1942	7.1	16	650 ev yanmıştır.	Rüzgârla yayılan alevler ile alev çarpması ve yanan maddeler sebebiyle yangın çıkmıştır.
Gediz-İzmir 28.03.1970	7.2	-	Gediz’in bir mahallesi depremden sonra çıkan yangında tümü ile yanmıştır. Gediz de 350 ev, Akçaalan da 300 ev yanmıştır. Ayrıca, Akçaalan kasabesindeki tümü ahşap olan evlerin yanmasına rağmen can kaybı yaşanmamıştır. Kayaköy’de ise 208 evin 205’i yanmış ve 19 kişi yangında ölmüştür.	Sobaların devrilmesi sonucu hımsı adı verilen yapılar ve ahşap evler nedeniyle yangın yayılmıştır.
Erzincan 13.03.1992	6.8	2	Depremden sonra çıkan 2 yangında önemli bir hasar olmamıştır.	Sobaların devrilmesi sonucu yangın çıkmıştır.
Gölcük-İzmit 17.08.1999	7.8	-	Yangında, Tüpraş rafinerisinde 80 milyon dolarlık hasar belirlenmiştir. 41 şirket yangından zarar görmüştür.	Ham petrol ünitesindeki bacanın devrilmesi ve sürtünme nedeniyle bir nafta tankının tutuşmasından dolayı rafineri yangını çıkmıştır. Yıkılan binalarda, bina içi yangınlar çıkmış; betonarme ve yığma binalar sebebiyle yangın yayılmamıştır. Ahşap binalar dışında yangın önemli bir hasar vermemiştir.
Pazarcık-Elbistan K.Maraş 06.02.2023	7.8-7.6	Bilgi yok	İskenderun’da liman yangını, Topboğazı’nda doğal gaz boru hattı yangını ile fabrika ve bina	İskenderun Limanı’nda konteyner devrilmesi sonucu ve Topboğaz’da doğal

			<p>içi yangınlar çıkmıştır.</p>	<p>gaz boru hattında patlama nedeniyle yangınlar başlamış, ayrıca cam ve çelik fabrikalarında yangınlar çıkmıştır. Kış sebebiyle yanan sobaların, ısıtıcıların devrilmesi ve doğal gaz borularının hasar görmesi sebebiyle konutlar ve iş yerlerinde yangınlar çıkmıştır.</p>
--	--	--	---------------------------------	---

yetersizdir ve birçok bölgede de Hidrant Sistemi bulunmamaktadır. Gelişmiş ülkelerde itfaiye istasyonları, çok riskli bölgelere 3 dakikada, riskli bölgelere 5 dakikada ulaşabilecek şekilde konumlandırılmaktadır. Yerleşim yerlerinde yaklaşık olarak 100.000 kişi başına en az bir itfaiye istasyonu, riskli bölgeler için ise genellikle 50.000 kişi başına bir istasyon düşmektedir. İtfaiyeci sayısı bakımından büyük kentlerdeki dünya ortalaması, 1000 kişi başına yaklaşık 1 itfaiyecidir. Türkiye’de itfaiyeci sayısı dünya ortalamasının çok altındadır. Çarpık yapılaşma, sokakların darlığı ve dikliği, su problemi, trafik sorunu ve park eden araçlar göz önüne alındığında, personel ve araç sayısının Avrupa kentlerindekiinden daha fazla olması gerekir [20].

4. DEPREM SONRASI YANGIN GÜVENLİK ÖNLEMLERİ

Depremde yıkılan sanayi ve ticaret merkezleri ile alışveriş binalardaki zararların büyük bir bölümü deprem sonrası çıkan yangınlardan kaynaklıdır. Yangın güvenlik önlemlerine bağlı olarak yangınlarda meydana gelen ölümlerin sebebi ve hasar miktarı değişmektedir. Bir yerleşim merkezinde meydana gelen yangınların nedeni ile yangın sayısı; iş yeri sayısına, bina sayısına, bina özelliklerine, şehrin nüfusu ile altyapısına, halkın eğitim seviyesine, kişi başına tüketilen enerji miktarına ve enerji türüne bağlıdır. Türkiye’nin birçok bölgesinde ticari ve sanayi merkezleri artık şehir merkezlerine kaydığından sanayi alanları ile insanların yaşam alanlarının iç içe bulunduğu plansız yapılaşma söz konusu olmakta; bu da yerleşim yerlerinde yangın riskini artırmaktadır. Yine yangın gücü fazla olan yanıcı, parlayıcı maddelerin bulunması, tüketilen enerjinin yüksek olması ve çok sayıda cihaz kullanılması gibi sebeplerden dolayı da iş yerlerinde yangın riski yüksektir [20].

Deprem sonrasında çoklu ve eş zamanlı tutuşmalar olabileceğinden, ayrıca yangın güvenlik sistemleri zarar görüp iletişim hatları hasar almış ya da hatlara aşırı yüklenilmiş olabileceğinden deprem sonrası yangınları kontrol altına almak, normal koşullarda çıkan yangınları kontrol altına almaktan daha zordur [13]. Yangınların kontrol altına alınabilmesi için yangın müdahale ekibi bilinçli, organize ve koordineli olarak bir merkezden yönetilmelidir. Afet yönetimi ve acil durum müdahalesinin değerlendirilmesi koordineli olarak planlanmalıdır [27]. İtfaiye istasyonları, ulaşım ve iletişim hatları depreme dayanıklı olmalıdır. Ülkemizde bazı bölgelerde itfaiye çok uzakta, bazı bölgelerdeki itfaiyeler ise

4.1. Pasif Yangın Güvenlik Önlemleri

Türkiye’de yüksek yapıların sayısı her geçen gün artmaktadır. Deprem sonrası yangınların önlenmesi için tüm binalarda deprem direnci ve yangın koruması sağlanmalıdır. Yüksek binalarda meydana gelen yangın sayısı, toplam yangın sayısına göre az olmasına rağmen ölü ve yaralı sayısı ile maddi zarar çok daha fazladır. Yüksek binalarda yangının hızla yayılması ve katlara ulaşım zorluğu nedeniyle aktif ve pasif yangın güvenlik önlemleri daha önemlidir. Pasif yangın güvenlik önlemleri; yapısal elemanları korumak ve bir algılama sistemi tarafından etkinleştirilmesine gerek kalmadan yangını önlemek için bina inşaatından önce tasarlanmış yangın kaçış yolları, yangın merdivenleri, yangın kapıları, yangın duvarları ve duman tahliye bacaları gibi binadaki sabit öğelerdir [20, 37].

Pasif yangın güvenlik önlemleri, binanın yangın güvenliğini ve yapısal yangın korunumu sağlar. Aktif yangın güvenlik önlemlerinin aksine pasif yangın güvenlik önlemleri yangına karşı harekete geçmek için elektrik veya elektronik bir aktivasyona ihtiyaç duymaz [38].

Yangın duvarları, yangına en az 90 dakika dayanıklı deliksiz ve boşluksuz olan bitişik nizamdaki binaları ayıran yapılardır. Yangın güvenlik holünde ise yangına en az 120 dakika dayanıklı duvar ve en az 90 dakika dayanıklı duman sızdırmaz kapı gereklidir [39].

Deprem sonrası yangına yönelik yapısal tasarım; pasif yangın korumasının sismik direncini, sprinkler sistemlerinin sismik kısıtlamasını, su

kaynaklarının ve tankların sismik tasarımını ve binalar arasındaki veya içindeki sismik boşluklar boyunca esnek boru tesisatı payını içerir. Binaların içindeki veya arasındaki sismik boşluklar, deprem öncesi ve sonrasında yangın veya dumanın yayılmasını önleyecek kapasitede olmalıdır. Deprem sonrası yangınların en önemli sebeplerinden biri olan doğalgaz boruları gibi boruların hasar görmesidir. Bunu önlemek için özellikle stratejik borulara ve havalandırma sistemlerine sismik askılama yapılmalıdır. Depremde doğalgaz borularını sarsıntıdan korunmak ve kırılmasını önlemek için dört yollu destek kullanılması ve ≥ 65 mm nominal çaplı boruların katlardan ana dağıtım borularına bağlanmasında esnek bağlantılar ile boruların tavanlara tutturulmasında iki yollu enlemesine ve boylamasına sabitleme askı elemanları kullanılmalıdır [40].

4.1. Aktif Yangın Güvenlik Önlemleri

Aktif yangın güvenlik önlemleri ise alev/duman algılama cihazı, yangın kontrol paneli, sabit boru tesisatı ile yangın dolapları, hidrant sistemi, taşınabilir yangın söndürme tüpü, sprinkler sistem ile köpüklü ve gazlı söndürme sistemleri gibi binanın inşaatında veya daha sonra ilave edilen ve yangın sırasında çalışabilen sistemlerdir [20, 37]. Tüm aktif ve pasif yangından korunma sistemleri depreme dayanıklı olmalıdır.

Yangın söndürme tüpü, küçük yangınların kontrolden çıkmasını önlemede rol oynar. Yangının ve dumanın yayılmasını önlemek için tasarlanmış yangın duvar, tavan ve kapılarının, depremden sonra işlevlerini yerine getirebilmeleri için sismik dirence sahip olmaları gerekir. Deprem sonrası yangın için yapısal tasarım, yangın kaçış yollarının binadan korunmasını da içerir. Bunun en önemli bileşenlerinden biri depreme dayanıklı merdivenlerin sağlanmasıdır [13]. Ayrıca şehir içi ve bina içi depreme dayanıklı su kaynakları olmalı; potansiyel tutuşma kaynaklarının ve sıvı yakıtların sismik korunması yapılmalıdır [39].

Etkin bir söndürücü olması, kolay temin edilmesi ve ucuz olması gibi sebeplerle yangınları söndürmek için öncelikle su kullanılır. Bu yüzden depremlerden sonra arka arkaya çıkan ve ulaşım imkânının kısıtlı olması nedeniyle hızla yayılan yangınların önlenmesi için gerekli su ihtiyacının deprem öncesi planlanması gerekir. Kentlerde uygulanan ve aynı zamanda deniz suyunu da

kullanan depreme dayanıklı Acil Yangın Suyu İlave Sistemleri devreye geçirilebilir. Örneğin kent selleri, drenaj kanallarına pompa istasyonları ile denizden basılarak bağlantı hatlarıyla çok geniş bir bölgede yangın suyu olarak kullanılabilir [10]. Avrupa ülkelerinde yangın suyu yaklaşık 75 m ile 200 m aralıklarla yerleştirilen hidrantlardan (yangın musluğu) alınmaktadır. Türkiye’de yeni su boruları döşenen bazı bölgelere de yaklaşık 150 m aralıklarla hidrant yerleştirilmektedir. Binaların Yangından Korunması Hakkında Yönetmelik Kapsamında hidrantlar arası uzaklık çok riskli bölgelerde 50 m, riskli bölgelerde 100 m, orta riskli bölgelerde 125 m ve az riskli bölgelerde 150 m alınması gerekmektedir [39]. Türkiye’de yangınların çabuk söndürülebilmesi için yerleşim bölgelerindeki yangın hidrantlarının sayısı artırılmalıdır. Yangında kullanılan ekipman standartlarında özellikle ortak kullanılacak ekipmanlarda bağlantı tip ve standardı aynı olmalıdır. İtfaiye araçlarında, hidrantlara su alıp verme aparatları standart hale getirilmiştir. İstanbul İtfaiyesi, Alman tipi storz kaplinleri kullanırken bir başka bölgede İtalyan tip bağlantı kaplinleri kullanılabilmektedir. Belediyeler tarafından kullanılmamakla birlikte büyük endüstri tesislerinin bazıları da Amerikan tipi bağlantı kaplinleri kullanmaktadır. İtfaiye ekip ve ekipmanlarının uyumlu çalışması için ortak kullanılan tüm ekipmanların; hortum bağlantı ağızları, itfaiye araçlarının dolum ağızları, hidrant hortum ağızları, hortumların bağlantı ağızları, su alma ağızları ve su depolarının besleme standartları aynı olmalıdır [20, 27].

Bina ve tesislerin pek çoğunda yangınla mücadele için sprinkler sistemleri mevcuttur. Depremde yapı statik olarak yerle bir olduğunda bina içi yangın tesisatının herhangi bir önemi yoktur. Depremden sonra yapı statik olarak ayakta ise kazan dairesinden ve mutfaklardan başlayan bir yangın meydana gelebilir. Bu durumda sprinkler sisteminin tahrip olmadan kalması ve yangını kontrol altına alması beklenir. Deprem esnasında yangın riskinin artması nedeniyle sprinkler sistemleri çalışabilmelidir. Ülkemizin de taraf olduğu CEN/TS 17551 Standardı ile birlikte Yangın Sprinkler Tesisatlarının deprem yükü hesaplarının yapılması, standartlara uygun sismik askılama projelerinin hazırlanması ve uygulanması zorunlu hâle gelmektedir. Deprem sonrası kritik öneme sahip Yangın Sprinkler Tesisatı, standart çerçevesinde belirtilen uygun yöntemler kullanılarak sismik yüklere karşı korunmalıdır. CEN/TS 17551 Standardı gereğince

sistemin, deprem yüklerine ve diferansiyel hareketlere karşı sismik askılar ile sınırlandırılıp yük ve hareketlere izin verebilecek şekilde esnekliğinin artırılması gerekir. Sistemin; borular, duvar, zemin ve diğer yapısal elemanlar ile gerekli açıklık mesafeleri sağlanmalıdır. Devrilme, kayma ya da kopma gibi durumları engellemek için deprem yüklerine dayanıklı elemanlar kullanılmalıdır. Potansiyel kaçak ve akıntıları önlenmek için uygun boru birleştirme metotları kullanılmalı, gerekli deprem yükleri ile sismik askılar hesaplanmalı ve Yangın Sprinkler Tesisatı, CEN/TS 17551 çerçevesinde projelendirilmelidir. Yapısal olmayan tesisat elemanlarının depreme karşı korunması için IBC (International Building Code) İngiliz Standardı ve NFPA (National Fire Protection Association) 13 Amerikan Standardı’na göre sismik askılama uygulamaları gerçekleştirilebilir [41, 42, 43].

5. SONUÇ

Türkiye’deki deprem sonrası yangın sayısı, dünyadaki deprem sonrası ortalama yangın sayısının altındadır. Deprem sonrası meydana gelen yangınların en önemli sebebi, elektrik ve doğal gaz hatlarının hasar alması, ısı kaynaklarının devrilmesi sonucu yaşanan tutuşmalardır. Depremden sonra ulaşım, iletişim hatlarının meşgul olması ve hasar alması sonucu hizmet verememesi, bu sebeplerle itfaiyenin yangın yerine erken ulaşamaması, yangına müdahale etmek için ihtiyaç duyulan suyun temininde sıkıntı yaşanması gibi sebeplerle yangının kontrol altına alınması zorlaşmaktadır. Deprem sonrası ortaya çıkacak yangınlar, aktif ve pasif yangın güvenlik önlemlerinin sismik tasarıma göre yapılması ile engellenebilir ya da olası zararlar azaltılabilir. Yangına müdahale için bina içi ve şehir içi depreme dayanıklı su kaynakları bulunmalıdır. Potansiyel ateşleme kaynakları ve yakıt tanklarının sismik korunması ve sismik kısıtlaması yapılmalıdır. Yangın kaçış yolları ve yangın merdivenleri depreme dayanıklı olmalıdır. Temel yaşam hatları ve acil durum müdahalesinin değerlendirilmesi için koordineli planlama yapılmalıdır. Böylelikle deprem sonrası yaşanabilecek yangınların vereceği zararlar önlenebilir ya da en aza indirgenebilir.

REFERANSLAR

1. G. Koraltürk, ‘‘Deprem sonrası yangınlar ve modellemesi’’. Doktora Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İTÜ. 2000
2. F. Altıngöz, ‘‘Olası İstanbul Depreminin Marmara Bölgesinde Sanayi Sektörüne Etkisi’’. Yüksek Lisans Tezi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul Üniversitesi. 2014
3. H. Yassin, F. Iqbal, A. Bagchi and V.K.R. Kodur, ‘‘Assessment of post-earthquake fire performance of steel-frame buildings’’, *In Proceedings of the 14th World Conference on Earthquake Engineering*, 1:5, 2008
4. D.R. Mondal, ‘‘High risk of post-earthquake fire hazard in Dhaka, Bangladesh’’. *Fire*, vol. 2, no. 24, 2019
5. R. Botting, ‘‘Impact of post-earthquake fire on the built environment’’. Yüksek Lisans Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Canterbury Üniversitesi. 1998
6. N. Akıncıtürk ve C. İpekçi, ‘‘Çelik Taşıyıcı Sistemlerde Yangın Yalıtımı ve Alçının Kullanımı’’, 2. *Ulusal Yapı Malzemesi Kongresi*, pp. 341-351, 2004
7. A.E. Okutan and G. Çavuş, ‘‘Deprem sonrası ortaya çıkabilecek orman yangınları; peyzaj mimarlığı alanında alınabilecek pasif önlemler’’, *Düzce Üniversitesi Orman Fakültesi Ormanlık Dergisi*, vol. 8, no. 1, 19-33, 2022.
8. N. Bayülke, ‘‘Ahşap yapılar ve deprem’’. *Türkiye Mühendislik Haberleri*. 4:414, 2001
9. N.E. Khorasani, ‘‘A probabilistic framework for multi-hazard evaluations of buildings and communities subject to fire and earthquake scenario’’. Doktora Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, California Üniversitesi. 2015
10. D. Yıldız, ‘‘Deprem ve Su Raporu’’. Su politikaları derneği. Ankara. 2019
11. California Seismic Safety Commission, ASCE-25 Task Committee On Earthquake Safety Issues For Gas Systems, ‘‘Improving natural gas safety in earthquakes’’. 2002
12. G.W. Butcher, R.D. Beetham, P.J. Millar and H. Tanaka. ‘‘The Hokkaido-Nansei-Oki earthquake: preliminary report of the NZNSEE reconnaissance team’’. *Bulletin*

- of the New Zealand Society for Earthquake Engineering, vol. 26, no. 3, 284-291, 1993.
13. R. Botting ve A. Buchanan, “Building design for fire after earthquake”. In *12th World Conference on Earthquake Engineering*, 2000
 14. J.M. Eidinger, “Fire following earthquake”. 2004
 15. S. Umezawa, “The great east Japan earthquake: Its damages, impacts on the labor-economy and restoration measures of the government”. *E-Journal of International and Comparative Labour Studies*, 2014
 16. L.A. Johnson and S.A Mahin, “The Mw 6.0 South Napa Earthquake of August 24, 2014: A wake-up call for renewed investment in seismic resilience across California”. *PEER Report No. 2016/04*, 2016
 17. N.E. Khorasani and M.E. Garlock, “Overview of fire following earthquake: Historical events and community responses”. *International Journal of Disaster Resilience in the Built Environment*, vol. 8, no. 2, 158-174, 2017.
 18. B. Vogel, “Factors and Interactions contributing to the risk of fire following earthquake for urban Southern California”. Doktora Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, California Üniversitesi. 2017
 19. B. Oskin, “Japan earthquake & tsunami of 2011: Facts and information”. *Livescience.com*. 2022.
 20. J. Eidinger, M. Yashinsky, A. Schiff and J.M. Eidinger, “Napa M5. 2 earthquake of september 3, 2000. Technical Council on Lifeline Earthquake Engineering Monograph” 19, 148-162. 2001
 21. A. Kılıç, “Türkiye’de yangın güvenliğinin yeterli olmama nedenleri”. *Yangın ve Güvenlik*, 162, 8-14. 2013
 22. H. Sezer, “1894 İstanbul depremi hakkında bir rapor üzerine inceleme”. *Tarih Araştırmaları Dergisi*, vol. 18, no. 29, 169-197. 1997
 23. O. Dodanlı, “1894 İstanbul depremi ve insani yardım çalışmaları”, *İdarecinin Sesi*, 2022
 24. C. Yavuz, “1939 Erzincan depremi kurtarma çalışmalarında yer alan mahkûmların affi bağlamında türkiye’deki af uygulaması”, *Türkiye Barolar Birliği Dergisi*, 119, 87-96, 2015
 25. İ. Üzen, “1939 Erzincan depreminin tokat’taki yansımaları”. *Karadeniz Araştırmaları*. 27, 89-104. 2010
 26. Y. Güner, “Gediz depreminde yürütülen insani yardım çalışmalarının afet yönetimi bağlamında değerlendirilmesi”. *Toplum Ekonomi ve Yönetimi Dergisi*, vol. 3, no. 2, 121-150, 2022
 27. C. Şenol, “Türkiye’de meydana gelen büyük depremlerin yerleşme ve demografik yapı üzerindeki etkileri (1927-2020)”. *Uluslararası Sosyal Bilimler Akademi Dergisi*, 4, 620-644, 2020
 28. O. Ergünay, “Afet Planlaması Esasları ve Afet Senaryoları”, Ankara: Bayındırlık ve İskan Bakanlığı, Afet İşleri Genel Müdürlüğü. 1990
 29. B. Özmen, “17 Ağustos 1999. İzmit körfezi depreminin hasar durumu”. Bülent Afet İşleri Genel Müdürlüğü. Deprem Araştırma Dairesi. 2000
 30. A. Kılıç, “Tüpraş Yangını”, https://teknolojikkazalar.org/get_file?id=4d2c7049c036e, Erişim tarihi: 01.02.2023
 31. V. Deniz, “Marmara Depreminden 20 Yıl Sonra: Deprem ve Endüstriyel Kazalar”, Ölçü, 2019.
 32. P. Tuna, “Türk kamuoyunda büyük kanto depremi”, *Çağdaş Türkiye Tarihi Araştırmaları Dergisi*, vol. 22, no.45, 595-621, 2022
 33. Marmara Afetlerle Baş Edebilir Yapılar İçin Uygulama ve Araştırma Merkezi, 6 Şubat 2023 Maraş Depremleri (Pazarcık Mw7.7 ve Elbistan Mw7.6) Sonrasında Kuvvetli Yer Hareketi, Geoteknik, Üst Yapı ve Altyapılara İlişkin Saha Gözlemleri Ön İnceleme Raporu, 2023.
 34. G. Coşkun, Ü. Demir, C. Özkalay, O. Mammacıoğlu ve H. S. Soyhan, "Deprem afeti esnasında ve sonrasında meydana gelebilecek yangın risklerinin ve olaylarının tespiti ve irdelenmesi", *Deprem Araştırmaları Sanal Konferansı*, 2023.
 35. Türkiye Cumhuriyeti Cumhurbaşkanlığı Strateji ve Bütçe Başkanlığı, 2023 “Kahramanmaraş ve Hatay Depremleri Raporu”, 2023
 36. S.K. Özkılıç, “1894 Depreminin İstanbul üzerindeki etkileri”. Doktora Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Marmara Üniversitesi. 201.

37. G. Çelik ve Z.Yıldız, “Bir üniversite araştırma hastanesinin aktif yangın güvenlik önlemlerinin değerlendirilmesi”. *Engineering Sciences*, vol. 15, no. 2, 100-112, 2020.
38. F. Bilal, “Pasif yangın durdurucu malzemeler ile yangın yalıtımı ve duvar uygulama detayları”. *Teknik*, 68-71, 2006.
39. Türkiye Cumhuriyeti Devleti, “Binaların Yangından Korunması Hakkında Yönetmelik”, Resmî Gazete Sayısı: 26735, Resmî Gazete Tarihi: 19.12.2007.
40. Şenyürek, Ü., Soyhan, H. S. ve Çelik, C. “İşletmelerde Deprem Kaynaklı Yangınların Önlenmesi”. *Uluslararası Yakıtlar Yanma ve Yangın Dergisi*, vol.11, no. 1, 1-18, 2023.
41. A. Kılıç, “Yapılarda yangın güvenliği ve söndürme sistemleri”, *Uludağ Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Dergisi*, vol. 8, no. 1, 59-70, 2003
42. Darhan Engineer Smart Ideas, <https://darhan.com.tr/blog/cents-17551-standarti-ile-yanigin-sprinkler-tesisatlarinin-depreme-karsi-korunmasi-zorunlu-hale-geliyor>, Erişim tarihi: 01.03.2023.
43. Norm Teknik, “Yangın Korunum Sitemleri”, https://www.dekamuhendislik.com.tr/Resim/Pdf/02_deprem_ve_yangin_ilintisi_ile_sprinkler.pdf, Erişim tarihi: 01.03.2023