

Binalarda Pasif Yangın Güvenlik Önlemleri Bağlamında Bir Literatür Araştırması

Hüseyin BAŞDEMİR, Füsun DEMİREL

ÖZET

Yangın, can ve mal güvenliğini tehdit eden en önemli olaylardan biri olmasına karşın, ülkemizde yangın güvenlik önlemlerine gereken önem verilmemektedir. Bu literatür araştırmasının amacı; Türkiye’de binalarda pasif yangın güvenlik önlemleri konusuna dikkat çekmektir. Bu makalede çalışmalar; uluslararası ve ulusal araştırmalar şeklinde sınıflandırılmıştır. Uluslararası araştırmalar; yangının aşamaları, flashover, backdraft, yapı malzemesi ölçeği, yapı elemanı ölçeği ve bina ölçeğinde alınan yangın güvenlik önlemleri gibi konu başlıklarında, ulusal araştırmalar ise pasif yangın güvenlik önlemleri konu başlığı altında incelenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Yangın, Pasif Yangın Güvenlik Önlemleri, Yangına Tepki, Yangına Dayanım

A Literature Review of Passive Fire Safety Precautions in Buildings

ABSTRACT

Although fire is one of the most important events which are threatening life and property safety, there are not given necessary importance to the fire safety precautions in Turkey. The aim of this literature research is to draw attention to the topic of passive fire safety precautions at buildings in Turkey. In this article studies classified as international and national researchs. International researchs has been classified in to this topics; the fire stages flashover, backdraft, the passive fire safety precautions; in the scale of building material, in the scale of building structure and in the scale of building. Whereas the national researchs has been reviewed under a single subject title as passive fire safety precautions.

Keywords: Fire, Passive Fire Safety Precautions, Fire Reaction, Fire Resistance

1. GİRİŞ

İnsanların temel gereksinmelerinden biri olan güvenlik gereksinmesi, yangın güvenliğini de kapsamaktadır. Yangınlar insan hayatını ve can güvenliğini tehdit eden en önemli olaylardan biridir. Yangını tamamen ortadan kaldırmak mümkün değildir. Ancak alınacak önlemler ile yangında meydana gelen can ve mal kayıplarını en aza indirmek mümkün olabilir. Yangın istatistikleri, kişi başına düşen enerji kullanım miktarı ile yangın sonucu meydana gelen can ve mal kayıpları arasında bir bağlantı olduğunu göstermektedir. Örneğin, dünyada kişi başına en çok enerji kullanan ilk üç ülke ABD, Kanada ve İngiltere’de istatistiklere göre yangın nedeni ile yıllık can kaybı, diğer ülkelere göre daha fazla orandadır. Dolayısıyla teknoloji ilerledikçe ve endüstri alanında gelişmeler oldukça, ortaya çıkacak yangın olaylarında da artışlar olabilecektir. Bu nedenle hem ulusal boyutta hem de uluslararası boyutlarda var olan yangın güvenlik önlemlerini sürekli gözden geçirmek ve geliştirmek zorunludur.

Binalarda yangın güvenlik önlemleri iki şekilde ele alınmaktadır. Bunlar; pasif yangın güvenlik önlem-

leri ve aktif yangın güvenlik önlemleridir. Pasif yangın güvenlik önlemleri; mimari proje aşamasında tasarlanan, bina inşaatında yapılan ve kalıcı işlevi bulunan önlemlere denir. Bu önlemlerle binalarda aşağıdaki hedefler gerçekleştirilmeye çalışılır;

- Zehirleyici gaz ve dumanın yapı içinden uzaklaştırılması,
- Yangından kaçış rotasının, merdivenlerin ve toplu buluşma alanlarının planlanması,
- Yapıda yangın geçirimsiz bölümlerin (Kompartmanların) sağlanması,
- Yanıcı olmayan ya da tutuşma ısı yüksek, duman çıkarmaz yapı malzemelerinin kullanılması,
- Kullanıcı tarafından kolay algılanan kaçış yollarının planlanması,
- Taşıyıcı sistemin yüksek sıcaklıklara dayanması

Yukarıdaki hedeflerin gerçekleştirilebilmesi için mimarlık, inşaat mühendisliği, makine mühendisliği ve elektrik mühendisliği gibi farklı disiplinlerin uyum içerisinde birlikte çalışmalarına gereksinim vardır.

Aktif yangın güvenlik önlemleri ise pasif önlemleri tamamlayıcı olarak binanın yapımı sırasında veya daha sonra eklenen ve sadece yangın durumunda işlevi olan, belirli bir hedefe yönelik önlemlerdir. Ör-

Makale 15.06.2010 tarihinde gelmiş 27.07.2010 tarihinde yayınlanmak üzere kabul edilmiştir.

H. BAŞDEMİR, F. DEMİREL, G.Ü. Mühendislik Mimarlık Fakültesi, Mimarlık Bölümü

e-posta: basdemir@gop.edu.tr, fusund@gazi.edu.tr

Digital Object Identifier 10.2339/2010.13.2, 101-109

neğin; yangın dedektörlerinin ve alarmlarının kullanıldığı algılama ve uyarı sistemleri, yangın sırasında duman hareketinin mekanik yollarla kontrol edilmesi, gelişmiş cihazlarla donatılmış yangınla mücadele sistemlerinin kullanılması gibi önlemlerdir.

Ulusal ve uluslararası mevzuatlar yukarıda tanımları verilen pasif ve aktif yangın güvenlik önlemlerinin uygulanmasında mimar ve mühendisler rehber görevini üstlenerek önemli bir fonksiyonu yerine getirmektedirler. Tüm gelişmiş ülkelerde devletler, yurtaşlarının yangına karşı can güvenliğini sağlama sorumluluğunu üstlenmişlerdir. Bunun için gerekli düzenlemeler mevzuatlar aracılığı ile yapılmaktadır. Ülkemizde de bu konudaki eksiklik, 26 Temmuz 2002 yılında Bakanlar Kurulunda kabul edilen “Binaların Yangından Korunması Hakkında Yönetmelik (BYKHY)” ile giderilmeye çalışılmıştır. Bu yönetmelikle, Türkiye’de ilk defa ülke genelinde kamu, özel kurum, kuruluşlar ve kişilerce kullanılan her türlü yapı, bina tesis ve işletmeler kapsama alınmıştır. Binaların Yangından Korunması Hakkındaki Yönetmeliğin kabul edilmesi ile, daha önce yerel yönetimler ile kamu yapıları için çıkarılmış olan yönetmelikler yürürlükten kaldırılmıştır. Sözü edilen bu yönetmelik 19 Aralık 2007 ve 9 Eylül 2009 tarihlerinde iki kez revize edilmiştir.

Bu makalede; mimarlık disiplinini ilgilendiren pasif yangın güvenlik önlemleri ile ilgili yapılmış olan araştırmalar ;

A. Uluslararası araştırmalar;

1. Yangının aşamaları flashover ve backdraft,
2. Yapı malzemesi ölçeğinde pasif yangın güvenlik önlemleri,
3. Yapı elemanı ölçeğinde pasif yangın güvenlik önlemleri,
4. Bina ölçeğinde pasif yangın güvenlik önlemleri,

B. Ulusal araştırmalar

konu başlıklarına göre sınıflandırılarak, değerlendirilmiş ve analiz edilmiştir.

1. ULUSLARARASI ARAŞTIRMALAR

1.1 Yangının Aşamaları Flashover ile Backdraft Konusundaki Uluslararası

Araştırmalar:

Peacock, R.D., Reneke, P.A., Bukowski, R.W., Babrauskas, V., (1) tarafından yapılan ve konusu “ Yangın riski hesabında flashover tanımlanması” olan araştırmada son yıllarda daha yaygınlaşan bir yöntem olan performans dayalı olarak malzemelerin yangındaki davranışları ve flashover oluşumu, daha önce yapılmış olan deneysel araştırmaların bulguları taranarak, değerlendirilmektedir. Sonrasında ise flashover tahmininde kullanılan yangın modellerinin karşılaştırılması yapılmaktadır.

W. K. Chow, S. S. Han and W. F. Du (2) kantitatif yöntemlerden deneysel araştırma yöntemini kullandıkları “ Flashover anında farklı yanıcı maddelerin ani

tutuşması ile gaz haline gelmiş yanıcı maddelerin arasında oluşan köprü” konulu çalışmalarında bir kompartman yangın deneyi ile farklı tutuşma sıcaklıklarına sahip yanıcı maddelerin neden flashover anında yaklaşık aynı tutuşma ısısına sahipmiş gibi görünmeleri açıklanmaktadır. Yine flashover oluşumu farklı değişkenler (PVC, polycarbonat, ahşap) kullanılarak deneysel yöntemle dayalı bilgiler ile tanımlanmaktadır.

Budnick and Klein (3) tarafından “ Mobil evlerin yangın güvenliği” konusunda yapılan araştırmada; gerçekleştirilen birkaç seri deneyde mobil evlerde buruşmuş gazete parçaları kullanarak tutuşma sıcaklığı gözlemlenmiş ve ölçümler yapılarak üst odalarda tutuşma sıcaklıkları 673 C°-771 C° aralığında olduğu tespit edilmiştir.

1.2. Yapı Malzemesi Ölçeğinde Pasif Yangın Güvenlik Önlemleri Konusundaki

Uluslararası Araştırmalar

Yapı malzemesi ölçeğinde yangın güvenlik önlemleri ile ilgili yapılan literatür taramasında uluslararası araştırmaların çoğunluğunun kantitatif yöntemlerden olan deneysel yöntem kullanılarak gerçekleştirildiği, verilere ve bulgulara bu yöntemle ulaşıldığı ve sonuçların analiz edildiği görülmüştür. Dünyadaki gelişmiş ülkelerin kendi yapı malzemeleri yangın sınıflarını ve bu konudaki mevzuatlarını oluştururken benzer yöntemleri kullandıkları görülmüştür. Bu araştırmalardan bir bölümüne ait konu başlıkları, kullandıkları bilimsel yöntemler ve özetleri aşağıda verilmiştir.

Milke, J., Kodur, V., Marrion, C., (4) “Binalarda yangın güvenliğine genel bir bakış” konulu çalışmalarında malzemelerin yangın karşısındaki davranışlarını araştırmıştır. Araştırma da; yangın güvenliği Amerika’da yapı malzemelerinin standart yangın test metodlarının (ASTM-Standard Test Methods for Fire Test of Building Construction and Materials) gelişimi ve bu standartların hükme dayalı zorunluluktan performans dayalı zorunluluklara dönüştürülmesi süreci değerlendirilmiştir. Aynı makalenin devamında iki Amerikan standardı olan ASTM-E119 ve ASTM E1529’a göre yangın fırınlarında yapılan deneyler ve bir gerçek yangın olan Hudson Terminal binası yangınında oluşan zamana göre sıcaklık değişimleri grafiklerle karşılaştırılmaktadır. Dünya Ticaret Merkezi binasının taşıyıcı sistem açısından performans değerlendirilmesi de bu çalışmada yer almıştır.

Hakkarainen, T., Oksanen, T., (5) “Ahşap cephelerde yangın güvenliği” isimli bir araştırma projesi yapmışlardır. Bu araştırmada ahşap taşıyıcı sisteme sahip çok katlı konutlardaki yangın güvenliği ve ahşap cephelerin yangın sırasındaki davranışlarının incelenmesi üzerine bir çalışma gerçekleştirmişlerdir. Araştırmada, veriler deneysel yöntem kullanılarak elde edilmiş ve çok sayıda deneyler aracılığıyla bulgulara ulaşılmıştır. Çalışmada iki ayrı yangın senaryosu oluşturulmuştur. Bunlardan biri; bina dışında küçük bir tutuşma kaynağı ile oluşturulan yangın diğeri ise, flashover sonrası bir kompartman yangınıdır. Senaryolar sırasıyla

sprinklerli ve sprinklersiz konutlarda potansiyel olarak oluşabilecek yangın olaylarına göre oluşturulmuştur. Yangın deneyleri farklı malzemeler kullanılarak 29 adet orta ve 6 adet büyük ölçekli olacak şekilde gerçekleştirilmiştir. Küçük ölçekli deneylerde; 1.2m×2.9m boyutlarında ve 22mm-30mm kalınlıklarında örnek ahşap deney malzemeleri kullanılırken, büyük ölçekli deneylerde ise 4m×2.6m×2.2m genişlik×yükseklik×derinliğe sahip belirlenmiş boyutlarda pencereleri olan bir kompartman kullanılmıştır. Sonra bu iki farklı büyüklükteki deney sonuçları birbirleri ile karşılaştırılarak değerlendirilmeler yapılmıştır.

Kodur, V.K.R. (6) tarafından yapılan “Yüksek mukavemetli betonarme kolonlar için yangın dayanımı tasarım kılavuzu” konulu deneysel araştırmada; yüksek mukavemetli beton ile normal mukavemetli betonun yangın dayanım performansları karşılaştırılmaktadır. Bu araştırmada bulgulara ulaşmak için deneysel yöntem kullanılmıştır.

Troitzsch,J.,H.,(7) “Yangın testinin evrenselleşmesi, polimerler ve alev geciktiricileri üzerindeki etkisi” konulu araştırmasında; Avrupa yangın sınıflarının uyumlaştırılmasını, yangın testlerinin mevcut durumlarını tartışmaktadır. Bu araştırmada yeni Avrupa sınıflarına göre yapı malzemelerinden ancak CE işaretli olanların Avrupa’da serbest dolaşım hakkına sahip olduğu, SBI (Single Burning Item Test) ve Tek alev başlığıyla test yöntemlerinin termoplastik ürünlerin yangın sınıflarının oluşturulmasında temel değişikliklere neden olacağı vurgulanmıştır.

Pasif yangın güvenlik önlemleri kapsamında olan yapı malzemelerinin yangın dayanımı konusunda en geniş kapsamlı araştırmalar NFPA (National Fire Protection Association) da (8) ve Amerikan standartları olan ASTM (American Society for Testing and Materials) da yer almaktadır.

Yapı malzemelerinin yangına tepki sınıflandırması ile ilgili Avrupa ülkeleri arasında en gelişmiş araştırmalar ise İngiltere’de yapılmaktadır.

Bu araştırmalar The Building Act 1984- The Building Regulations 2000 (9) The proposed new edition of Approved Document B: Fire safety Volume 2 ve BS (British Standard) standartları ile toplumun kullanımına sunulmuştur.

Avrupa Birliği’nde yapı malzemelerinin yangına tepkisi ile ilgili üye ülkelerdeki farklılığı ortadan kaldırmak ve malzemelerin serbest dolaşımını sağlamak için Yapı Malzemeleri Direktifi (Construction Product Directive-CPD) (10) yayımlanmıştır. Yapı malzemeleri direktifinin altı temel gereği bulunmaktadır. Bu altı temel gereğin ikincisi yangın mevzuatıdır.

İkinci temel gereğin alt gerekleri ise aşağıdaki gibidir. (10)

- İnşa edilen yapının yük taşıma kapasitesi belli bir süre azalmamalıdır [Yangına Dayanım–YD (Fire Resistance)].

- Yapı içinde yangın çıkması durumunda, yangının ve dumanın yayılması sınırlı olmalıdır [Yangına Tepki-YT (Reaction to Fire)].
- Yangının çevredeki yapılara yayılması sınırlı olmalıdır [YD, YT, Aktif Güvenlik Sistemleri-AGS (Active Security Systems)]
- Yapı sakinleri binayı terk edebilmeli veya başka yollarla kurtarabilmelidir [YD, YT, AGS, Algılama Sistemleri-AS (Signalling Systems)]
- Kurtarma ekiplerinin emniyeti göz önüne alınmalıdır (YD, YT, AGS, AS)

1.3. Yapı Elemanı Ölçeğinde Pasif Yangın Güvenlik Önlemleri Konusundaki Uluslararası Araştırmalar

Yapı elemanları ölçeğinde yangın güvenlik önlemleri ile ilgili yapılan literatür araştırmasında uluslararası araştırmaların büyük çoğunluğunun taşıyıcı olan yapı elemanları ile ilgili olduğu görülmüştür. Bunlardan bir bölümüne ait konu başlıkları, araştırmada kullanılan araştırma yöntemleri ve özetleri aşağıda verilmektedir.

Lamont,S., Lane,B., Flint,G., Usmani,A., (11) tarafından gerçekleştirilen “ Strüktürün yangındaki davranışı ve bir gerçek tasarım örneği” adlı makale; Londra’da 11 katlı bir büro binasının çelik ve betondan oluşan kompozit taşıyıcı sisteminin yangına dayanımı, farklı değişkenlere göre karşılaştırmalı olarak ve bir bilgisayar programı kullanılarak ölçülmekte ve değerlendirilmektedir. Bunun için bina önce hükme dayalı yönetmeliklerde yer alan kurallara göre tüm çelik taşıyıcılarda yangın yalıtımı uygulanarak tasarlanmış, yangına dayanımı belirlenmiş ve daha sonra ise performans dayalı olarak tasarlanarak, çoğunluğu tali eleman olan çelik elemanların yangın önlemi alınmadan biçimlendirilerek yangına dayanımı ölçülmüş ve bu iki durum karşılaştırılmıştır.

Han,L.,H., You-Fu Yang,Y.,F., Lei Xu,L.,(12) gibi araştırmacıların gerçekleştirdikleri deneysel araştırmanın konusu; içerisi betonla doldurulmuş kare kesitli ve dikkörtgen kesitli çelik kolonların yangın dayanımı üzerinedir. Bu araştırmada kare ve dikkörtgen formlu içerisi betonla doldurulmuş çelik kolonlar, önce korunumsuz olarak yangın deneyine maruz bırakılmış, daha sonra yangın korunumu sağlanarak aynı deney uygulanmıştır. Bu çalışma sonunda yangın yalıtımı uygulanmış kolonların yangına daha uzun süre dayanım gösterdiği ortaya konmuştur.

Lennon,T., Moore,D.(13) yaptığı “ Doğal yangın güvenlik kavramı ve Cardington’da tam ölçekli testler” konulu araştırmanın amacı; gerçek ölçülerde (12m×12m) bir kompartman yangın deneyinde, flashover sonrası mekandaki durumla ilgili bilgi edinmek ve bu bilgilerin doğal yangın kavramı için geçerli olduğu açıklamaktır. Bu çalışma Avrupa Birliği araştırma programı işbirliği çerçevesinde İngiltere’nin Cardington’da yaptığı 8 adet tam ölçekli yangın deneylerinden birisi olma özelliğini taşımaktadır.

Bennetts, I. D. Thomas, I. R. (14) tarafından yapılan deneysel araştırmanın başlığı ise “Yangın koşulları altında olan çelik strüktürlerin tasarımı”dır. Bu çalışmada; çelik strüktürün yangına dayanımı ile ilgili son gelişmeler ve araştırmalar gözden geçirilmiş ve deneyler aracılığı ile yeni veriler elde edilerek analiz edilmiştir.

Ma, Z., ve Makelainen, P. (15) tarafından yapılan araştırmanın konusu; “Kompozit narin döşeme çerçevelerin yangın koşullarındaki strüktürel davranışları”dır. Araştırma bilgisayar programları ve sayısal bir model kullanılarak ve strüktür 3 boyutlu olarak analiz edilerek gerçekleştirilmiştir.

Thomas, G., ve Lloyd, D. (16), “Kaçış yollarını koruyan yapısal bileşenlerin yangın dayanımı” konusunda; bilgisayar programı kullanılarak, yangın sırasında kullanıcılara bir kompartmandan diğerine kaçışı için gerekli sürelerin saptanması ile ilgili bir araştırma yapılmıştır.

Wang, Y., C. (17) araştırmasında; “Çelik-beton kompozit strüktürlerin yangındaki performansları” konusunu; son dönemde yapılmış olan araştırmaları tarayarak incelemiştir. Makalede; kompozit strüktürlerle ilgili üç temel bölüm üzerinde durulmuştur. Bunlar döşeme sistemleri kolonlar ve birleşim noktalarıdır.

Hadjisophocleous, G., V., Benichou, N. (18) “Yangın güvenliğinde kullanılan performans kriterleri” konulu araştırmalarında; Dünyanın birçok ülkesindeki yangın mevzuatlarının hükme dayalı zorunluluklardan, performans dayalı zorunluluklara dönüştüğünü ve bu dönüşümün teknik, ekonomik ve sosyal nedenlerini ortaya koymuşlardır.

Cooke, G., M., E. (19) “Standartlaştırılmış yangınlara maruz bırakılan prekast beton döşemelerinin davranışları” isimli araştırmasında; örnekler üzerinde deneysel yöntemler kullanılarak bulgulara ulaşılmış ve çıkan sonuçları, analiz ederek değerlendirmiştir.

Cooke, G., M., E. (20) “Yangına maruz bırakılan hafif strüktürel sandeviç panellerin stabilitesi” konulu deneysel araştırmada sandeviç panel olarak üretilen ve binalarda duvar ve tavan olarak kullanılan yapı elemanlarının deneyler aracılığı ile yangındaki davranışlarını incelemiştir.

1.4. Bina Ölçeğinde Pasif Yangın Güvenlik Önlemleri Konusundaki Uluslararası Araştırmalar

1.4.1. Yangın Ve Duman Yayılımı Konusundaki Araştırmalar

Yoo, H., C., (21) “Atriumlu binaların yangın güvenliği tasarımı” konulu araştırmasında bir tren gar binasını örneklem olarak seçmiştir. Bu binadaki atriumlu alanlarda, duman kontrol sistemleri iki yaklaşımla, biri NFPA 92B deki cebirsel eşitlikler ve diğeri bir duman kontrol modeli (FASTlite) kullanılarak, duman katmanının derinliği, karbon monoksit oranı gibi zararlı unsurlar analiz edilmiş ve değerlendirilmiştir.

Richard D. Peacock, R., D., Reneke, P., A., Jones, W., W., Bukowski, R., W., Forney, G., P., (22) tarafından

hazırlanan “FAST için bir kullanım kılavuzu: yangın gelişimi ve duman için mühendislik araçları” isimli çalışmada; FAST’ın temel olarak CFAST yangın modelini kullanan mühendislik araçlarının bir derlemesi olduğu belirtilmektedir. Ayrıca kılavuzda; bu modele ait yazılımın bilgisayarda nasıl kurulacağı tanımlanmakta ve örneklerle FAST modelinin kullanımına rehberlik sağlanmaktadır.

R. Huoa, W.K. Chowb., X.H. Jina, Y.Z. Lia, N.K. Fong (23) tarafından yapılan araştırmanın konusu ise “Bir dükkan yangınından dolayı atriuma dolan duman üzerine bir deneysel çalışma”dır. Bu çalışmada örneklem seçilerek sayısal bir çalışma gerçekleştirilmiştir.

Dinga, W., Minegishia, Y., Hasemib, Y., Yamadac, T. (24) isimli araştırmacılar “Güneş destekli doğal havalandırma sistemine dayalı duman kontrolü” isimli araştırmalarında; hem doğal havalandırma, hem de duman kontrolü için aynı sistemin kullanılabilirliği üzerine bir deneysel çalışma gerçekleştirmişlerdir.

William D. Walton, W., D., (25) tarafından Amerika Ulusal Standartlar ve Teknoloji Enstitüsü (Building and Fire Research Laboratory National Institute of Standards and Technology) için yapılan “Bir yangın odasında pozitif basınçlı havalandırmanın etkisi” başlıklı araştırmada; bir seri deney yapılarak, pozitif basınçlı havalandırma ile doğal havalandırma koşulları gözlemlenmiş ve bu iki durum karşılaştırılarak bulgulara ulaşılmıştır.

1.4.2. Kaçış Yolları Ve Benzetim (Simülasyon) Konusundaki Araştırmalar

Kaçış yolları bina tasarımlarında en önemli tasarım kriterlerinden biridir. Bu konularla ilgili ulusal ve uluslararası mevzuatlarda oldukça ayrıntılı hükümler yer almakta ve araştırmacılar özellikle performans dayalı olarak bilgisayar benzetim modelleri kullanılarak çok sayıda araştırma gerçekleştirmektedirler. Bu araştırmaların çoğunluğu mevcut olan binalar üzerinde yapılmakta ancak tüm çalışmaların sonuç bölümlerinde; alınacak önlemlerin henüz proje aşamasında alınması gerektiği, önemle vurgulanmaktadır. Aşağıda, bu araştırmalardan bazılarının ait konu başlıkları, araştırma yöntemleri ve önemli bulunan bulguları verilmiştir.

Zhao, L., Arup, O. (26), tarafından yapılan araştırmanın başlığı “Bir örneklem çalışmasındaki performans kriterlerine dayalı kaçış yolları tasarımının belirlenmesi”dir.

Araştırmada; Amerika’dan NFPA, İngiltere Yangın yönetmeliği B dökümanı ile Honkong MOE yönetmeliğinde yer alan alternatif kaçış yolları ile ilgili hükme dayalı zorunluluklar karşılaştırılmıştır. Ayrıca bu araştırmada bir örneklem çalışması ile performans dayalı bir alternatif kaçış yolu tasarım modeli geliştirilmiş, alan çalışmasındaki performans dayalı olarak elde edilen bulgular ile yönetmeliklerdeki hükümler karşılaştırılarak tartışılmıştır.

Lo, S.M., Fang, Z. P. Lin, P., Zhi, G.S.’nin (27) yaptığı “Bir bina boşaltım modeli : SGEM paket prog-

ramı” isimli araştırma da son yıllarda İngiltere, Yeni Zelanda, Avustralya, İsveç, ve Honkong gibi gelişmiş ülkelerin bina yangın güvenlik yönetmeliklerinde hükme dayalı zorunluluklardan uzaklaşarak, performans dayalı zorunlulukları kabul ettikleri vurgulanmış ve bu nedenle kaçış yolları ile de aynı uygulamanın benimsendiği ifade edilmiştir. Araştırmada; günümüzdeki modern binaların komplike tasarımının kullanıcıların kaçış yollarını basit hesaplamalarla modellemeyi zorlaştırdığı, ve dijital bilgisayarların gelişmesiyle, birçok araştırmacının son zamanlarda bilgisayara dayalı boşaltım modelleri geliştirdiği belirtilmiştir. Modern kompleks binalar için simülasyon programına veri girişinin zaman israfına sebep olacağı düşünülmüş ve bu araştırmanın asıl konusunu oluşturan SGEM (Spatial-grid evacuation model) Uzaysal-ızgara boşaltım modeli tasarlanmıştır. Bu modelde bilgisayar destekli tasarım programından (CAD) alınan mimari planlar ve bunlarla ilgili verilerin birçok komplike binada kaçış modeli için simülasyon yapmak üzere bir ön işlem sürecinde ek bir makine yardımıyla dönüşümünün yapılabildiği ifade edilmektedir. Bu veri dönüşümü CAD ortamındaki bilgilerin simülasyon programının anlayacağı dile zaman kaybetmeden dönüşümünü kapsamaktadır.

Gupta, A.K., Yadav, P.K. (28) tarafından yapılan araştırmanın konusu :“ SAFE-R: Bir binanın boşaltım yapısını incelemek için yeni bir model” dir. Araştırmada; bir binada etkili bir kaçış için yeterli sayıda ulaşılabilir ve güvenli, yangın kaçış yollarının tasarlanmasının öncelikli bir gereksinime olduğu vurgulanmaktadır. Bu makalede, “SAFE-R: Safe and Accessible Fire Escape-Routes” isimli İşlemsel süreç (Algoritma) takdim edilmektedir. Bu algoritma; ağ optimizasyon (En iyileme) teorisine dayanmakta ve insanların kaçışı için mevcut olan yolların sayısını tanımlamak için grafiksel bir teorik yaklaşım kullanılmaktadır. Burada farklı yollardan tahliye olanların akış oranlarını saptamak için basit bir akış denklemi türetilmiştir. Matematiksel ve bilgisayara dayalı bir algoritma tanımlanmıştır. Geliştirilmiş olan model mevcut bir model olan EVACNET ile kapasite açısından karşılaştırılarak, değerlendirilmiştir.

S.Gwynne, E.R.Galea, M. Owen, P.J. Lawrence, L. Filippidis (29) isimli araştırmacıların yaptığı çalışmanın konusu; “Boşaltım modellemesinde kullanılan metodolojilere ait bir literatür araştırmasıdır” Bu çalışmaya göre boşaltımın bilgisayara dayalı analizleri 3 farklı yaklaşımdan biri seçilerek yapılabilmektedir. Bunlar optimizasyon, simülasyon, ve risk değerlendirmesidir. Ayrıca bu üç yaklaşımda çevre, popülasyon ve popülasyon davranışlarına ait farklı temsil şekilleri vardır. Çok sayıda yaklaşımın varlığı 22 adet boşaltım modeli geliştirilmesine yol açmıştır. Araştırmada ayrıca modellerin tanımları yapılmıştır. Bunlar arasında EXODUS, SIMULEX, EGRESS ve VEGAS gibi bazı modeller; bireylerin hareket kalıplarını tanımlayabilmekte ve görüntüleyebilmektedir. Bu bilgiler yangın güvenlik uzmanlarının çalışma yapabilmeleri için oldukça faydalı olan bilgilerdir.

L.T. Wong, T.F.Cheung (30), tarafından yapılan “Kurumsal binaları tahliye eden bireylere ait olası risklerin değerlendirilmesi” isimli araştırmada kurumsal binaların yangın güvenliği, izin verilen kaçış süresi içinde, korunumsuz mekanlardan ve kaçış yollarından kaçmakta başarılı olamamış insanlar, risk açısından değerlendirilmektedir. Bunun için 44 üniversite öğrencisi kullanılarak deneysel bir çalışma yapılmıştır. Normal ve acil durumlar için öğrencilerin yürüme hızları ve çıkışlardaki kaçış oranları ölçülerek bulgulara ulaşılmıştır.

John L. Bryan (31)’nin yaptığı araştırmanın ismi “Yangındaki insan davranışları, bilimsel çalışma alanındaki gelişme ve olgunluk” tur. Araştırma yangın meydana gelen bir yerdeki kullanıcı davranışlarının analizi ile ilgilidir.

Kuligowski, E. (32) “28 adet kaçış yolu modelinin incelenmesi” konulu araştırmasında son zamana kadar geliştirilen 28 ayrı kaçış yolu benzetim modelini kullanıcılar için irdelemektedir. Bu araştırmanın amacı; kullanıcılara modeller hakkında aşağıdaki konularda bilgi sağlamaktır.

- Modellerin sınırlılıkları,
- Ulaşılabilirlik,
- Modelleme yöntemi,
- Modellerin amacı,
- İnsan davranışlarının modellerde kullanılma yöntemi,
- Modeller bina projelerinin tanıtılma yöntemi,
- Modellerin kullanılışı sırasında görüntülenme biçimi,
- CAD projelerinin modellerde kullanılabilirliği.

Pasif yangın güvenlik önlemlerinden bina boşaltım simülasyonu konusunda yapılmış olan diğer araştırmalar aşağıda verilmiştir.

Tzu-Sheng Shen (33), “ESM: Bir bina boşaltım simülasyon modeli”. C.W. Johnson(34) “11 Eylül 2001’de Dünya Ticaret Merkezi binasına yapılan saldırıda alınan dersi interaktif boşaltım simülasyon tasarımı ve kullanımında uygulamak”. Teo, A.P. Y.(35) “Halihazırda gelişmekte olan bir boşaltım modelinin onaylanması” Merrell,(36) T.,Y.,” Kaçış Simülasyon Suiti” dir.

2. PASİF YANGIN GÜVENLİK ÖNLEMLERİ KONUSUNDAKİ ULUSAL ARAŞTIRMALAR

Ülkemizde son yıllarda binalarda yangın güvenliği konusunda yapılan çalışmalar aşağıda verilmiştir.

1999’da Kılıç, A., Beceren, K.(37), tarafından 4. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi’nde sunulan bildirisi “Mimari Tasarımda Yangın Güvenliği” konusundadır. Aynı kongrede sunulan bir başka bildiri Kars, F.(38) tarafından “Yapılarda Yangın Riskini Sınırlamaya Yönelik Önlemler ve Duman Kontrolünün Sağlanması” başlıklıdır.

2002'de Gültek,S., Selvi,U.(39), tarafından 7. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi'nde sunulan bildirisi; "Endüstriyel Yapılarda Yangın Dumanının Cebri Ve Doğal Yolla Tahliye Kriterleri" konulu bir çalışmadır.

2003'de Demirel, F.,Özkan,S.(40); "Çelik Yapı Bileşenleri ve Yangın Güvenlik Önlemleri" konulu makalelerinde; yangının çelik yapı bileşenleri üzerindeki etkilerini araştırarak, çelik yapı bileşenlerinde uygulanan pasif yangın güvenlik önlemlerini ortaya koymuşlardır.

2003'deki bir başka makalede Kılıç, M. (41) "Yapılarda Yangın Güvenliği ve Söndürme Sistemleri" konusunda NFPA'yı kaynak olarak kullanarak bir çalışma yapmıştır.

2005'de İMO Teknik dergisinde yayınlanan makalesinde Öven, A.(42) "Bina Yangın Ölüm Riski Analizi İçin İstatistiksel Bir Yöntem" konusunda kantitatif yaklaşımla bir araştırma yapmıştır. Öven makalesinde; "2k Deneysel Tasarım Yöntemi" kullanarak pasif yangın önlemlerinin ölüm sayısına olan etkisini " İstatistiksel bir metod" ile incelemiş ve bu bulgular doğrultusunda bina yangınlarında ölüm riskinin değerlendirilmesine ilişkin bir puanlama sistematiği geliştirmiştir. Sunulan puanlama sistematiği İstanbul Aksaray-Laleli semtinde bulunan bazı konaklama tesisleri üzerinde uygulanmış, yangın önlemleri eksikliklerinin yaratacağı ölüm riski tahmin edilmiştir.

2005 yılında yapılan bir başka çalışma; İTÜ Dergisinde yer almış olan Serteser ve Yılmaz'a ait (43) "İşinimla yangın yayılımının önlenmesinde sınır mesafesinin belirlenmesi" dir.

Demirel,F. ve Altındaş,S (44) tarafından 2005 yılında yapılan "Yapı Elemanlarının Yangına Dayanım Performanslarının Avrupa Birliği Direktiflerine Göre Sınıflandırılması ve Konunun Türkiye-Avrupa Genelinde İrdelenmesi" konulu bir diğer çalışmada; yapı elemanlarının yangına dayanım performanslarına ilişkin yeni Avrupa Sınıflarının tanıtılması ve bu konuda geliştirilen yeni yaklaşımların ortaya konması amaçlanmıştır. Makalede; yapı elemanlarının yangına dayanım performanslarına ilişkin ortak Avrupa sınıflarına yer verilerek, ulusal sınıflardan Avrupa sınıflarına geçiş konusunda, Avrupa Birliğine üye ülkelerde ve Türkiye'de yapılan uyum çalışmaları ortaya konulmuştur.

2006'da Demirel,F. ve Konur,Z.(45) tarafından yapılan "Ulusal Ve Uluslararası Mevzuatlar Çerçevesinde Otellerde Kaçış Yollarının Analizi Ve Bir Örneklem" konulu çalışmada; örnek bir otel üzerinde belirlenen yangın güvenlik kriterlerinin mevzuatlara uygunluğu ortaya konmuştur.

2006'da Demirel,F. ve Altındaş,S.(46) tarafından yapılan "Yapı Malzemelerinin Avrupa Yangına Tepki Sınıfları, Konunun Türkiye - Avrupa Genelinde İrdelenmesi Ve Ulusal Sınıfların Yeni Avrupa Sınıflarına Uyarlanması" konulu çalışmada Avrupa birliği ve yangın güvenliği konusu, Avrupa birliği komisyon çalışmalarındaki kararlar çerçevesinde araştırılmıştır.

2009'da Demirel,F. ve Altındaş,S.(47), tarafından yapılan "Binalarda Yapısal Yangına Direncin Sağlanması Bağlamında Ülke Mevzuatlarının İncelenmesi" konulu çalışmada; yapısal yangına direnç alanında ülkemiz ve çeşitli ülkelerin mevzuatları incelenerek tasarım yaklaşımları ortaya konulmuştur. Söz konusu durum hakkında ülkemiz koşullarına göre genel bir değerlendirme yapılarak önerilerde bulunulmuştur.

2009'da Demirel,F. ve Arı,S.(48), tarafından yapılan "Yangın ve İnsan Davranışları" konulu çalışmada; Örnekler eşliğinde yangın sırasındaki insan davranışları 5 konu başlığı altında incelenmiştir. Bunlar kullanıcı faktörleri, bildiri, karar verme, hareket etme ve çevresel etki'dir.

2010'da Demirel,F. ve Altındaş,S.(49), tarafından yapılan "Çatı ve Çatı kaplamalarının Dış Yangın Performanslarının Avrupa Birliği Direktiflerine Göre Sınıflandırılması ve Konunun Türkiye-Avrupa Genelinde İrdelenmesi" başlıklı çalışmada; "Yapı Malzemeleri Direktifi" kapsamında çatı ve çatı kaplamalarının dış yangın performanslarına göre sınıflandırılması incelenmiş ve ulusal sınıflardan Avrupa sınıflarına geçiş konusunda, Avrupa Birliğine üye ülkelerde yapılan uyum çalışmaları ortaya konmuştur. Sözü edilen bu çalışmanın sonuçlarından, Ülkemizde çatıların dış yangın performans sınıfları kapsamında yapılacak ulusal düzenlemeler için de faydalanılmıştır.

Yine Ülkemiz üniversitelerinde yangın güvenliği kapsamında çeşitli akademik çalışmalar yapılmıştır. Mimarlık alanında yapılan ilk çalışmalardan birisi 1966 yılında Sunar(50) tarafından yapılan "Mesken Topluluklarında Yangın Problemi ve Yangından Korunmanın Planlanması Üzerine Bir Deneme" adlı doktora tezidir.

Mimarlık dalında yapılan diğer çalışmalar ise şunlardır: 1991 yılında, Kömürcüoğlu (51), 1994 yılında Aydın (52) ve Özgünler (53) 1995 yılında Tenker (54), Kınık (55) "ve Yeğiner (56) 1997'de Yücebalkan (57) ve Bostankolu'nun (58) yüksek lisans tezleri ve 1999'da Kars (59) "Yapıların Projeleri Üzerinden Yangın Güvenlik Analizinin Bilgisayar Modeli ve Programı" isimli doktora tezidir.

2000'de Özterzi (60), 2001'de Hekimoğlu (61) ve Ayhan (62), 2002'de Özkan (63), "Güler (64) ve Erdoğan (65), 2004'te Çakıcı, (66) Günaydın'nın (67) yüksek lisans tezleri ve 2005'de Gültek (68) "Yangın Güvenliği Çerçevesinde Atriumlu Alışveriş Merkezlerinin Mevzuat Değerlendirmesi ve Örnek Projeler Aracılığı ile kaçış Yollarının Simülasyonu" isimli doktora tezidir.

2006'da Sevindi (69), Kapancı (70) ve İplikçi (71), 2008'de Gönüllüoğlu (72) tarafından yapılmış olan yüksek lisans tezleri ile 2010'da Altındaş (73), Başdemir (74) tarafından yapılmış olan "Binaların Yangın Güvenliğinin Ulusal Yangın Yönetmeliğine Göre Analiz Edilebilmesine Yönelik Bilgisayara Dayalı Bir Model Önerisi" isimli doktora tezidir.

Ayrıca; 2009 yılında TÜYAK tarafından organize edilen “TÜYAK 2009 Yangın ve Güvenlik” isimli sempozyumda (74) 41 adet bildiri sunulmuştur.

3. SONUÇ

Yapılan bu araştırma ile binalarda pasif yangın güvenliği alanında bilimsel niteliği iyi olan çok sayıda uluslararası araştırma yapıldığı görülüp, bunların ancak az bir bölümüne bu çalışma kapsamında yer verilirken, büyük bölümü 1994 yılından sonra üniversitelerde yapılan lisansüstü tezlerden oluşan ulusal araştırmaların ise tamamına yer verilmiştir. Bu sonuç uluslararası araştırmalar ile ulusal araştırmaların sayısı arasında önemli fark olduğunu göstermektedir.

Gelişmiş ülkelerdeki binalarda yangın güvenlik önlemlerinin performans dayalı simülasyon deneyleri ve büyük yangın laboratuvarlarında bire bir ölçekli deneylerle yapılan araştırmalar sonucunda elde edilen bilgi ve bulgulara göre gerçekleştirildiği, binaların yangın güvenlik seviyelerinin belirlendiği ve kontrol edildiği görülmektedir. Oysa ülkemizde yapılan araştırmaların büyük çoğunluğunun üniversitelerimizde yapılan teori temelli, lisansüstü tezler ve bunlardan üretilen makaleler olduğu, deneysel araştırmaların yapılamadığı görülmüştür.

Ülkemizde BYKHY ve/veya Uluslararası yönetmelik ve kodlar, özellikle İngiliz yönetmeliği ve NFPA referans alınarak binaların yangın güvenliğine yönelik çalışmalar yapılmış, yapı malzemelerinin ve elemanlarının performans deneylerine dayalı analizlerene ise henüz rastlanılmamıştır. Buna neden olarak; bu konudaki bilimsel araştırmalara yeterince kaynak ayrılmaması, malzemelerin yangına tepkisi konusunda deneysel çalışmalar yapılabilecek yangın laboratuvarlarının yeni açılmış olması, yapı elemanlarına ait deneylerin henüz yapılamıyor olması ve üniversitelerimizde bu konulara duyulan ilginin yetersiz olması gösterilebilir.

Ülkemizde pasif yangın güvenlik önlemleri ile ilgili malzeme ölçeğinde, yapı elemanı ölçeğinde ve bina ölçeğinde yapılacak araştırmaların nitelik ve nicelik yönünden artabilmesi için büyük ölçekli yangın laboratuvarlarının kurulması ile binaların yangına karşı güvenli olarak üretilmesinin mümkün olabileceği düşünülmektedir. Bu konuda yapacakları araştırma projesi önerileriyle özellikle üniversitelerimize, yapılacak araştırmalara destek verebilecek olan Bayındırlık Bakanlığına, TÜYAK'a, TSE'ye, Sivil Savunma Genel Müdürlüğüne, ve belediyelere önemli görevler düşmektedir.

4. KAYNAKLAR

1. Peacock, R.D., Reneke, P.A., Bukowski, R.W., Babrauskas, V., “Defining flashover for fire hazard calculations” Fire Safety Journal 32, 331-345, USA, (1999)
2. W. K. Chow, S. S. Han, W. F. Du ‘Bridge-mixing’ of Gasified Fuel Vapors and Simultaneous Ignitions of Different Combustibles at Flashover” Journal Of Fire Sciences, Vol. 24 – January, (2006)
3. Budnick EK, Klein DP. “Mobile home fire studies: summary and recommendations.” Natl Bur Stand (U.S.), NBSIR 79-1720, (1979)
4. Milke, J., Kodur V., Marrion, C.,” A overview of fire protection in buildings” World Trade Center Building Performance Study, Federal Emergency Management Agency USA (2004)
5. Hakkarainen, T., Oksanen, T. “Fire Safety Assessment of Wooden Facades” Fire And Materials ; 26: 7–27 (DOI: 10.1002/fam.780), (2002)
6. Kodur, V.K.R. “Fire resistance design guidelines for high strength concrete columns” ASCE/SFPE Specialty Conference of Designing Structures for Fire and JFPE, Baltimore, MD. Canada, 1-11, October, (2003)
7. Troitzsch, J., H., “The globalisation of fire testing and its impact on polymers and flame retardants” Polymer Degradation and Stability Volume 88, Issue 1, April, 146-149, (2005)
8. “NFPA5000 Building Construction and Safety Code”, 3.3.208 National Fire Protection Association, Minneapolis, USA, (2003)
9. İngiltere Yangın Yönetmeliği “The Building Act 1984- The Building Regulations 2000 The proposed new edition of Approved Document B: Fire safety Volume 2 Office of the Deputy Prime Minister of England, London, July, (2005)
10. CPD (89/106/EEC) Construction Product Directive, Official Journal of the European Union L 40, 92, (1989)
11. Lamont, S., Lane, B., Flint, G., Usmani, A.,” Behavior of Structures in Fire and Real Design – A Case Study” Journal of Fire Protection Engineering, Vol. February, (2006)
12. Han, L., H., You-Fu Yang, Y., F., Lei Xu, L.,” An experimental study and calculation on the fire resistance of concrete-filled SHS and RHS columns” Journal of Constructional Steel Research 59, 427–452, (2003)
13. Lennon, T., Moore, D. “The natural fire safety concept-full-scale tests at Cardington” Fire Safety Journal 38, 623–643 (2003)
14. Bennetts, I. D. Thomas, I. R. “ Design of steel structures under fire conditions” Prog. Struct. Engng Mater.; 4:6–17, (DOI: 10.1002/pse.100), (2002)
15. Ma, Z., ve Makelainen, P. “Structural behaviour of composite slim floor frames in fire conditions” Journal of Constructional Steel Research 62, 1282–1289, (2006)
16. Thomas, G., ve Lloyd, D. “Fire resistance of structural components protecting escape routes” Fire and Materials ; 28:343–354, (DOI: 10.1002/fam.853), (2004)
17. Wang, Y., C., ”Performance of steel–concrete composite structures in fire” Prog. Struct. Engng Mater.; 7:86–102, (2005)
18. Hadjisophocleous, G., V., Benichou, N.,” Performance criteria used in fire safety design” Automation in Construction 8, 489–501, (1999)
19. Cooke, G., M., E. “Behaviour of precast concrete floor slabs exposed to standardised fires” Fire Safety Journal 36, 459–475, (2001)
20. Cooke, G., M., E. Stability of lightweight structural sandwich panels exposed to fire” Fire Mater.; 28:299–308, (DOI: 10.1002/fam.851), 2004

21. Yoo, H.C., "Fire safety design in atrium buildings" Architecture KORUS'99, (1999)
22. Richard, D., Peacock, R.D., Reneke, P.A., Jones, W.W., Bukowski, R.W., Forney, G.P., "A User's Guide for FAST: Engineering Tools for Estimating Fire Growth and Smoke Transport" National Institute of Standards and Technology Building and Fire Research Laboratory Gaithersburg, MD, March, (2000)
23. R. Huoa, W.K. Chowb., X.H. Jina, Y.Z. Lia, N.K. "Experimental studies on natural smoke filling in atrium due to a shop fire" Building and Environment 40, 1185–1193, (2005)
24. Dinga, W., Minegishia, Y., Hasemib, Y., Yamadac, T. "Smoke control based on a solar-assisted natural ventilation system" Building and Environment 39, 775 – 782, (2004)
25. William D. Walton, W.D., "Effect of Positive Pressure Ventilation on a Room Fire" U.S. Department of Commerce Technology Administration Building and Fire Research Laboratory National Institute of Standards and Technology Gaithersburg, MD, 20899, March, (2005)
26. Zhao, L., Arup, O., "Examining the Design of Escape Routes Using Performance-Based Criteria in a Case Study" Fire Technology, 39, 133–146, United States, (2003)
27. Lo, S.M., Fang, Z.P., Lin, P., Zhi, G.S. "An evacuation model: the SGEM package" Fire Safety Journal 39, 169–190, (2004)
28. Gupta, A.K., Yadav, P.K. "SAFE-R: a new model to study evacuation profile of a building" Fire Safety Journal 39, 539–556, (2004)
29. S. Gwynne, E. R. Galea, M. Owen, P. J. Lawrence, L. Filippidis "A Review of the Methodologies Used in Evacuation Modelling" Fire And Materials, 23, 383–38 (1999)
30. L.T. Wong, T.F. Cheung, "Evaluating probable risk of evacuees in institutional buildings" Safety Science 44, 169–181, (2006)
31. John L Bryan "Human Behaviour in Fire: The Development and Maturity of a Scholarly Study Area" Fire And Materials 23, 249–253, (1999)
32. Kuligowski, E. "Review of 28 Egress Models" National Institute of Standards and Technology <http://www.fire.nist.gov/bfrlpubs/fire05/PDF/f05008.pdf> (2008)
33. Shen, T.S., "ESM: a building evacuation simulation model" Building and Environment 40, 671–680 www.elsevier.com/locate/buildenv (2005)
34. Johnson, C.W. "Applying the Lessons of the Attack on the World Trade Center, 11th September 2001, to the Design and Use of Interactive Evacuation Simulations" CHI 2005, April 2–7, Portland, Oregon, USA, (2005)
35. Teo, A.P.Y. "Validation Of An Evacuation Model Currently Under Development" Fire Engineering Research Report For The Degree Of Masters Of Engineering (Fire Engineering) At The University Of Canterbury, March, (2001)
36. Merrell, T.Y., "Escape Simulation Suite" Masters of Science in Computer Engineering Virginia Polytechnic Institute and State University Blacksburg Virginia, (2005)
37. Kılıç, A., Beceren, K., "Mimari tasarımda yangın güvenliği" 4. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi ve Sergisi Tebliği, (1999)
38. Kars, F., "Yapılarda Yangın Riskini Sınırlamaya Yönelik Önlemler Ve Duman Kontrolünün Sağlanması" 4. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi ve Sergisi Tebliği, (1999)
39. Gültek, S., Selvi, U. "Endüstriyel Yapılarda Yangın Dumanının Cebri Ve Doğal Yolla Tahliye Kriterleri" 7. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi, (2002)
40. Demirel, F., Özkan, E. "Çelik Yapı Bileşenleri Ve Yangın Güvenlik Önlemleri" Gazi Üniv. Müh. Mim. Fak. Der. Cilt 18, No 4, 89–107, (2003)
41. Kılıç, M., "Yapılarda Yangın Güvenliği ve Söndürme Sistemleri" Uludağ Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Dergisi, Cilt 8, Sayı 1, Bursa, (2003)
42. Öven, A., "Bina Yangın Ölüm Riski Analizi İçin İstatistiksel Bir Yöntem" İMO Teknik Dergi, 3377–3393, (2005)
43. Serteser, N., Yılmaz, Z., "Işınım ile yangın yayılımının önlenmesinde sınır mesafesinin belirlenmesi", İtüdergisi/a mimarlık, planlama, tasarım Cilt:4, Sayı:1, 59–70 İstanbul, (2005)
44. Demirel, F., Altındaş, S. "Yapı Elemanlarının Yangına Dayanım Performanslarının Avrupa Birliği Direktiflerine Göre Sınıflandırılması ve Konunun Türkiye Avrupa Genelinde İrdelenmesi" Gazi Üniversitesi Politeknik Dergisi, Cilt: 8 Sayı:4, 381 Ankara, (2005)
45. Demirel, F., Konur, Z. "Ulusal Ve Uluslararası Mevzuatlar Çerçevesinde Otellerde Kaçış Yollarının Analizi Ve Bir Örneklem" Gazi Üniv. Müh. Mim. Fak. Der. Cilt 21, No 2, Vol 21, 293–301, (2006)
46. Demirel, F., Altındaş, S., "Yapı Malzemelerinin Avrupa Yangına Tepki Sınıfları, Konunun Türkiye - Avrupa Genelinde İrdelenmesi Ve Ulusal Sınıfların Yeni Avrupa Sınıflarına Uyarlanması" Gazi Üniv. Müh. Mim. Fak. Der. Cilt 21, No 1, 39–54, (2006)
47. Demirel, F., Altındaş, S., "Binalarda Yapısal Yangına Direncin Sağlanması Bağlamında Ülke Mevzuatlarının İncelenmesi" TÜYAK 2009 Yangın Ve Güvenlik Sempozyumu Bildiriler Kitabı, 65–73, (2009)
48. Demirel, F., Arı, S., "Yangın ve İnsan Davranışları" TÜYAK 2009 Yangın ve Güvenlik Sempozyumu Bildiriler Kitabı 135–142, (2009)
49. Demirel, F., Altındaş, S., "Çatı ve Çatı kaplamalarının Dış Yangın Performanslarının Avrupa Birliği Direktiflerine Göre Sınıflandırılması ve Konunun Türkiye-Avrupa Genelinde İrdelenmesi" Gazi Üniversitesi Politeknik Dergisi Cilt:13 Sayı: 1, Ankara, (2010)
50. Sunar "Mesken Topluluklarında Yangın Problemi ve Yangından Korunmanın Planlanması Üzerine Bir Deneme" Doktora Tezi, (1966)
51. Kömürcüoğlu, L.Ş., "Yangın Güvenliği Çerçevesinde Mimari Tasarıma Yönelik Değerlendirme Sistemi" Yüksek lisans tezi, ODTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, (1991)
52. Aydın, U., "Yapı Elemanlarının Yangına Dayanıklılık Testi" Yüksek Lisans Tezi, İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, (1994)
53. Özgünler, M., "Pasif Yangın Güvenlik Önlemlerinde Etkili Olan Tasarım Değişkenleri ve İlgili Mevzuatın İrdelenmesi" Yüksek Lisans Tezi, İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, (1994)

54. Tenker,S.,Ş.,“Yüksek Otellerde Yangından Korunum ve Kaçış Yollarının İrdelenmesi” Yüksek Lisans Tezi, YTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, (1995)
55. Kınık,P., “Yüksek Yapılarda Yangın Kaçış Yolları İle İlgili Mevzuatın İrdelenmesi” Yüksek Lisans Tezi, , YTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, (1995)
56. Yeğiner,A.,A.,“Bina Projelerinin Yangın ve Güvenlik Bakımlarından Değerlendirilmesi” Yüksek Lisans Tezi, İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, (1995)
57. Yücebalkan,R., “Yapı Fiziği Açısından Yangın Etkisi Ve Korunumu Üzerine Bir Araştırma” Yüksek Lisans Tezi, MSÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, (1997)
58. Bostankolu,A., “Mimari Tasarımlarda Yangın Korunumu ve Sigortacılık İlişkisi”Yüksek Lisans Tezi, YTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, (1997)
59. Kars,F.,“Yapıların Projeleri Üzerinden Yangın Güvenlik Analizinin Bilgisayar Modeli ve Programı”, Doktora Tezi, KTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon, (1999)
60. Özterzi,E.,N.,“ Metal çerçeveli giydirme cephe sistemli binalarda yangın güvenliğini araştırmaya yönelik bir çalışma” Yüksek Lisans Tezi, Gebze Yüksek Teknoloji Enstitüsü, (2000)
61. Hekimoğlu,S., “Konaklama yapılarında yangın güvenlik önlemleri rehabilitasyonu” Yüksek Lisans Tezi, Gebze YüksekTeknoloji Enstitüsü, (2001)
62. Ayhan,Ö., “Yangın güvenlik kriterlerinin yüksek yapılarda uygulanması: Bir İstanbul çalışması” Yüksek lisans tezi, ODTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, (2001)
63. Özkan,E., “Çelik yapı bileşenlerinde alınması gereken yangın güvenlik önlemleri ve bir uygulama örneği” Yüksek lisans tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü,Ankara, (2002)
64. Güler,B., “Yüksek çelik yapılar ve yangın dayanımı sorunu: Dünya Ticaret Merkezi faciası sonrası bir çalışma” Yüksek lisans tezi, ODTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü,Ankara, (2002)
65. Erdoğan,G, “Yangından korunma ve binalarda yangın güvenlik önlemleri” Yüksek lisans tezi, Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Kayseri,(2002)
66. Çakıcı, “Yüksek Binalarda Acil Boşaltım Süresinin Belirlenmesi” Yüksek lisans tezi, Gebze Yüksek Teknoloji Enstitüsü, Müh ve Fen Bilimleri (2004)
67. Günaydın,Z., “Otellerde Pasif Yangın Güvenlik Önlemleri” Yüksek lisans tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, (2004)
68. Gültek.,M “Yangın Güvenliği Çerçevesinde Atriumlu Alışveriş Merkezlerinin Mevzuat Değerlendirmesi ve Örnek Projeler Aracılığı ile kaçış Yollarının Simülasyonu” Doktora Tezi Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, (2005)
69. Sevindi,F “Yangınla İlgili Mevzuatlar Çerçevesinde Toplanma Amaçlı Yapılarda Kaçış Yollarının Analizi Ve Bir Örnek Çalışma”Yüksek Lisans Tezi Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, (2006)
70. Kapancı, H. F., “Binalarda Kaçış Yolları ve Risk Analizi”, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 2006.
71. İplikçi,E. Binalarda Yangın Güvenlik Önlemlerinin Analizi Ve Yangın Güvenlikli Bina Tasarımına İlişkin Performans Kriterlerinin Ortaya Konulması,Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, (2006)
72. Gönüllüoğlu, S. “Yangınla İlgili Mevzuatlar Çerçevesinde Yüksek Ofis Binalarında Kaçış Yollarının Analizi Ve Bir Örnek Çalışma” Yüksek Lisans Tezi Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, (2008)
73. Altındaş,S. “Kapalı Hacim Özelliklerine Göre Binalarda Öngörülen Yangına Direnç Sürelerinin Belirlenmesine Yönelik Bir Model Önerisi” Doktora Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, (2010)
74. Başdemir,H. “Binaların Yangın Güvenliğinin Ulusal Yangın Yönetmeliğine Göre Analiz Edilebilmesine Yönelik Bilgisayara Dayalı Bir Model Önerisi” Doktora Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, (2010)
75. TÜYAK 2009 Yangın Ve Güvenlik Sempozyumu, İstanbul, (2009)