

Farklı Bina Tipolojilerinde Yangın Riski Bileşenlerinin Çok Ölçütlü Karar Verme Yöntemleri ile Analiz Edilmesi

Analysis of Fire Risk Components in Different Building Typologies Using Multi-Criteria Decision-Making Methods

Kemal Ferit ÇETİNTAŞ^{1*}



^{1*}Haliç Üniversitesi, Mimarlık Fakültesi, Mimarlık Bölümü, İstanbul, Türkiye.

*Sorumlu Yazar:
kemalferitcetintas@halic.edu.tr

Geliş/Received: 10.08.2025;
Kabul/Accepted: 15.11.2025

Atf/Citation: Çetintas, K.F. (2025). Farklı Bina Tipolojilerinde Yangın Riski Bileşenlerinin Çok Ölçütlü Karar Verme Yöntemleri ile Analiz Edilmesi. *UMBD*, 8(3), 92-103

Öz

Bu çalışma, alışveriş merkezi, hastane ve ofis gibi farklı bina tipolojilerinde yangın riski bileşenlerini çok ölçütlü karar verme yöntemleriyle analiz etmektedir. Literatür taramasıyla belirlenen on temel risk ölçütü, uzman görüşlerine dayalı olarak Analitik Hiyerarşi Süreci (AHP) ile ağırlıklandırılmış; ardından bu kriterler arasındaki nedensel ilişkiler Decision Making Trial and Evaluation Laboratory (DEMATEL) yöntemiyle incelenmiştir. Bulgular, her yapı tipinin özgün risk önceliklerine sahip olduğunu göstermektedir: Alışveriş merkezlerinde (AVM) kullanıcı yoğunluğu ve yangın yükü öne çıkarken, hastanelerde bina tasarımı ve aktif korunum sistemleri belirleyici olmuştur. Ofislerde ise erken algılama ve tahliye olanakları en kritik unsurlar olarak saptanmıştır. DEMATEL analizi, bina tasarımı, algılama sistemleri ve yönetimsel önlemlerin diğer kriterler üzerinde belirleyici etkiler yarattığını ortaya koymuştur. Sonuç olarak, yangın güvenliği stratejilerinin yapı tipine özgü olarak şekillendirilmesi gerektiği vurgulanmakta; proaktif önlemlerin risk yönetiminde merkezi rol oynadığı belirtilmektedir.

Anahtar Kelimeler: AHP, Binalarda Yangın Güvenliği, DEMATEL, Risk Analizi

Abstract

This study analyzes fire risk components in different building typologies—such as shopping malls, hospitals, and office buildings—using multi-criteria decision-making (MCDA) analysis. Ten fundamental risk criteria identified through a comprehensive literature review were weighted using the Analytic Hierarchy Process (AHP) based on expert opinions. Subsequently, the causal relationships among these criteria were examined using the Decision Making Trial and Evaluation Laboratory method (DEMATEL). The findings reveal that each building type exhibits distinct risk priorities: in shopping malls, occupant density and fire load are predominant; in hospitals, building design and active protection systems are critical; while in office buildings, early detection and evacuation capabilities emerge as the most critical factors. DEMATEL analysis further indicates that building design, detection systems, and managerial measures exert significant influence over other criteria. Ultimately, the study emphasizes the necessity of tailoring fire safety strategies to the specific characteristics of each building typology and highlights the central role of proactive measures in effective risk management.

Keywords: AHP, Fire Safety in Buildings, DEMATEL, Risk Assessment

1. Giriş

Yangınlar, can kaybı ve ciddi maddi hasarlara yol açabilen, yüksek riskli acil durum olaylarıdır. Özellikle kullanıcı yoğunluğunun yüksek olduğu binalarda (ör. alışveriş merkezleri, hastaneler, ofisler) yangın güvenliği hayati öneme sahiptir. Örneğin, 2017 yılında Londra'daki Grenfell çok katlı apartman yangınında 72 kişi yaşamını yitirmiş, yangının gece meydana gelmesi felaketin boyutunu artırmıştır (BBC, 2019). Ülkemizde Şubat 2025 tarihinde Bolu, Kartalkaya'da gerçekleşen otel yangınında 78 kişinin hayatını kaybetmesi yangınların neden olduğu tehlikenin büyüklüğünü bir kez daha göstermiştir (Cansız, 2025). Dolayısıyla, yüksek kullanıcı yoğunluğuna sahip binalarda yangın risklerinin etkin yönetimi, can güvenliğinin sağlanması ve olası kayıpların önlenmesi açısından kritik önem taşımaktadır. Farklı bina tipolojileri, yangın riski açısından kendine özgü özellikler taşımaktadır. Alışveriş merkezleri (AVM) genellikle yüksek kullanıcı yoğunluğuna ev sahipliği yapmakta ve bünyelerinde mağazalar, sinemalar ile yiyecek-içecek alanları barındırmaktadır. Özellikle bünyesinde restoran bulunan AVM'lerde mutfak kaynaklı yangın tehlikesi daha yüksektir; bir restoranda başlayabilecek yangın, binanın tamamını tehdit edebilir (Akgün 2017; Akgün ve Batur 2019). Bu nedenle AVM'lerde kullanıcı yoğunluğu ve yanıcı malzeme yükü, tahliye ve yangın kontrolünü güçleştiren temel risk unsurlarıdır. Hastane yapıları ise kullanıcı profili itibarıyla diğer binalardan ayrılır; hastanelerde yatan hastaların hareket kabiliyetlerinin kısıtlı olması, tahliye anında yardıma ihtiyaç duymalarına yol açar (Tosun ve Yılmaz, 2022). Ayrıca hastaneler, içerdikleri oksijen tüpleri, kimyasallar ve tıbbi cihazlar nedeniyle sürekli yangın riski barındırmaktadır (Çavuş, 2019). Bu sebeplerle hastane binaları, otel, okul, ofis gibi yapılarla aynı yönetmeliğe tabi olsa da, aslında ayrı ve özel yangın güvenliği önlemlerini gerektirmektedir (Çavuş, 2019). Ofis yapıları ise genellikle gün içerisinde yoğun olarak kullanılan, geceleri ise nispeten az kişinin bulunduğu binalardır. Çoğu ofis kullanıcısı kendi başına tahliye olabilecek durumdadır; ancak çok katlı ofis binalarında bina yüksekliği arttıkça yangın esnasında güvenli tahliye zorlaşmaktadır (Cowlard, 2013). Çok katlı ofis binalarında tahliye süresinin uzunluğu, yangının yayılmasını önleyecek pasif ve aktif önlemlerin çok daha güçlü olmasını gerektirmektedir (Cowlard, 2013). Sonuç olarak, AVM, hastane ve ofis binaları yangın riski açısından farklı önceliklere ve zafiyetlere sahiptir; her birinde yangın riskini belirleyen bileşenlerin tespit edilmesi ve karşılaştırılması gerekmektedir.

Bu çalışma kapsamında, literatür taramasıyla AVM, hastane ve ofis yapıları için geçerli yangın riski bileşenleri belirlenmiş ve ortak bir çerçevede tanımlanmıştır. Belirlenen başlıca risk bileşenleri ve tanımları Tablo 1'de yer almaktadır. Bu bileşenler, önceki çalışmaların ve standartların ortaya koyduğu yangın güvenlik kriterleri ve risk faktörleri temel alınarak derlenmiştir (Drysdale, 2011; Karlsson ve Quintiere, 2000; Babrauskas, 2003; Hurley, 2015; NFPA, 2009; BYKHY, 2007). Tablo 1'de, her bir bileşenin yangın riski açısından neyi ifade ettiği açıklamalarıyla birlikte verilmiştir. Literatürde, yukarıda tanımlanan risk bileşenlerine yönelik çeşitli çalışmalar bulunmaktadır (Oruç, 2023; Yeniay, 2022; Ramachdran ve Charters, 2011; He vd., 2025, Zhao, 2004; Yılmaz ve Alkoç, 2018). Ancak AVM, hastane ve ofis yapılarının yangın güvenliği risklerini bir arada ve karşılaştırmalı olarak ele alan çalışmalar sınırlıdır. Özellikle her bir yapı tipolojisinde hangi risk unsurlarının daha belirleyici olduğuna dair kapsamlı bir analiz eksikliği göze çarpmaktadır. Bu araştırma, söz konusu boşluğu doldurmak amacıyla belirtilen üç farklı yapı tipolojisindeki yangın riski bileşenlerini bütüncül bir yaklaşımla analiz etmeyi ve bunların görece önemlerini ortaya koymayı hedeflemektedir. Bu doğrultuda çalışmanın amacı, literatürden derlenen kriterleri uzman görüşlerine dayalı AHP yöntemiyle ağırlıklandırmak ve ardından DEMATEL yöntemiyle bu kriterler arasındaki nedensel ilişkileri belirleyerek, her bir yapı türü için yangın risk profilini karşılaştırmalı olarak değerlendirmektir.

Tablo 1. AVM, hastane ve ofis binalarının yangın risk bileşenleri (Yazar tarafından oluşturulmuştur)

Yangın Riski Bileşeni	AVM	Hastane	Ofis
1. Bina Tasarımı	Büyük hacimli, çok bölmeli ve çok katlı yapılarda; kaçış yönlendirmesi karmaşık olabilir.	Hasta odaları, yoğun bakım, ameliyathane gibi alanların yangın zonlaması ile ayrılması gerekir.	Çok katlı yapılarda tahliye mesafeleri uzun; merdiven yerleşimi kritik öneme sahiptir.
2. Kullanıcı Yoğunluğu	Gün içinde binlerce kişi; farklı yaş grupları ve yüksek kullanıcı yoğunluğuna sahip etkinlikler nedeniyle tahliye zorluğu yaşanabilir.	Tahliye yardımı gerektiren hasta ve yaşlı bireylerin varlığı tahliyeyi güçleştirmektedir. Ayrıca kullanıcı yoğunluğu yüksek binalardır.	Günlük sabit kullanıcılar; genelde kendi başına tahliye olabilir, ancak yüksek kullanıcı yoğunluğuna sahip ofis katları riski artırabilir.
3. Yangın Yükü	Mağaza ürünleri, tekstil, plastik ambalajlar ve restoran mutfakları yüksek miktarda yanıcı malzeme içermektedir.	Oksijen tüpleri, ilaçlar, dezenfektanlar ve laboratuvar kimyasalları yangın yükünü artırır.	Mobilya, evrak ve bilgisayar ekipmanları gibi yanıcı malzemeler içermektedir. Yangın yükü orta seviyededir.
4. Yangın Algılama	Geniş alanlarda dumanın yayılması hızlıdır; hassas algılama sistemleri tesis edilmelidir.	Algılama sistemlerinin tüm bölgelere yayılmış ve medikal cihazlarla uyumlu olması gerekir.	Her katta bağımsız algılama sistemlerinin bulunması önemlidir; özellikle sunucu odalarında erken uyarı kritik öneme sahiptir.
5. Söndürme Sistemleri	Otomatik sprinkler, yangın dolapları ve mutfaklar için davlumbaz söndürme sistemleri gereklidir.	Medikal alanlarda bulunan özel söndürücüler; oksijenli ortamlarda uygun olmayan sistemler tehlike yaratabilir.	Otomatik sistemler ve taşınabilir yangın söndürücüler yeterlidir; ancak üst katlarda hidrant erişimi önemlidir.
6. Kaçış Yolları	Kaçış yönlendirmesi net olmalı; kalabalık nedeniyle geniş koridor ve çoklu çıkış şarttır.	Asansörsüz sedye ile taşıma, tekerlekli sandalye için uygun rampalar ve geniş merdivenler gerekmektedir.	Ofis planlamasında tahliye merdivenlerine uzak ofis alanları risklidir; acil çıkışlara yönlendirme hayati önem taşımaktadır.
7. Duman Kontrolü	Dumanın yayılması katlar arasında hızlı olur; duman perdeleri ve basınçlandırılmalı merdivenler gerekir.	Tıbbi cihazların hassasiyeti nedeniyle duman tahliyesi önceliklidir; HVAC sistemleriyle entegrasyon önemlidir.	Duman tahliyesi için doğal ve mekanik sistemler kullanılmalı; çok katlı binalarda duman bacaları gereklidir.
8. İtfaiye Erişimi	Geniş otoparklar ve kalabalık dış mekânlar nedeniyle müdahale zor olabilir; itfaiye özel yollar planlanmalıdır.	Hastanenin tüm bölümlerine içerden ve dışardan müdahale için yangın asansörü, iç hidrantlar olmalıdır.	Ofis kulelerinde bina yüksekliği müdahaleyi zorlaştırır; itfaiye bağlantıları alt ve üst kotlarda erişilebilir olmalıdır.
9. Eğitim ve Tatbikat	Mağaza çalışanları ve güvenlik personeli sık eğitim almalı; ziyaretçilere görsel yönlendirme sağlanmalıdır.	Tüm sağlık personeline özel yangın tahliye protokolleri eğitimi verilmelidir; yatay tahliye tatbikatları yapılmalıdır.	Çalışanlar düzenli yangın eğitimi almalı, tahliye yolları ve acil toplanma yerleri tanıtılmalıdır.
10. Yönetim & Bakım	Yağlı kanal sistemlerinin temizliği, yangın kapılarının kapanabilirliği düzenli kontrol edilmelidir.	Algılama, söndürme ve tahliye sistemleri için periyodik bakım ve risk değerlendirmeleri yapılmalıdır.	Sprinkler, alarm ve çıkış yönlendirmelerinin düzenli kontrolü ve yangın senaryosu bazlı yönetim planı hazırlanmalıdır.

2. Yöntem

Bu çalışmada, yangın riski bileşenlerinin önem derecelerini belirlemek için AHP ve bu bileşenler arasındaki etkileşimleri analiz etmek için DEMATEL yöntemi birlikte kullanılmıştır. İlk aşamada AHP ile kriter ağırlıklandırması yapılmış, ikinci aşamada ise AHP sonuçları temelinde DEMATEL yöntemiyle kriterler arası nedensellik ilişkileri incelenmiştir. Bu yöntemlerin tercih edilmesinin temel gerekçesi, yangın riski gibi çok sayıda ve birbiriyle etkileşimli kriter içeren kompleks bir problemin hem önceliklendirme hem de nedensellik ilişkileri bakımından sistematik biçimde analiz edilebilmesidir. AHP, karar problemini hiyerarşik bir yapıya dönüştürerek uzman görüşlerine dayalı karşılaştırmalı değerlendirme yapılmasına olanak tanımakta ve kriterlerin göreceli önem düzeylerini nicel olarak belirlenmesinde etkin bir araçtır. Yangın güvenliği alanında, niteliksel faktörlerin nicel karşılıklarının elde edilmesini sağlayarak, farklı bina tiplerinde hangi risk bileşenlerinin daha kritik olduğunun objektif biçimde belirlenmesine yardımcı olmaktadır. DEMATEL yöntemi ise, bu kriterlerin yalnızca önem düzeylerini değil, birbirleri üzerindeki etkilerini ve neden-sonuç ilişkilerini ortaya konulmasına olanak sağlamaktadır. Yangın riski bileşenlerinin birbirini nasıl etkilediğini analiz edebilmek, hangi faktörlerin kontrol edici (neden) ve hangilerinin etkilenmiş (sonuç) olduğu konusunda karar vericilere stratejik içgörüler sunmaktadır. Bu iki yöntemin entegrasyonu sayesinde, çalışmada hem öncelikli müdahale alanları belirlenebilmiş hem de risk bileşenleri arasındaki yapısal ilişkiler çözümlemeye tabi tutulmuştur. Böylece, yangın güvenliği yönetimi açısından daha etkin ve bütüncül kararlar alınmasına zemin hazırlanmıştır.

AHP, Thomas L. Saaty tarafından 1970’li yıllarda geliştirilen, karmaşık karar problemlerini hiyerarşik bir yapı altında çoklu kriterlere dayanarak çözmeye yarayan birçok ölçütlü karar verme tekniğidir (Saaty, 1990; Saaty 2001). AHP, karar verilecek problemin amaç, kriterler, alt kriterler ve alternatifler şeklinde katmanlara ayrıldığı bir hiyerarşi modeli kullanır. En üstte karar amacı, alt seviyelerde bu amaca etki eden kriterler ve daha alt seviyelerde varsa alt kriterler yer alır (Saaty, 1990). Karar hiyerarşisi oluşturulduktan sonra, kriterler ve alt kriterler kendi aralarında ikili karşılaştırmalar yoluyla değerlendirilir. Her bir kriter çifti, karar amacına göre göreceli önemleri açısından uzmanlar tarafından karşılaştırılmaktadır. Saaty’nin 1-9 ölçeği kullanılarak yapılan bu karşılaştırmalar sonucunda, her kriterin ağırlığını veren özvektör hesaplanmaktadır (Saaty 1990; Saaty, 2001). AHP’nin temel çıktısı, kriterlerin tutarlı bir şekilde önceliklendirilmiş ağırlıklarıdır. Bu yöntem, yangın güvenliği gibi nicel ve nitel birden fazla kriterin söz konusu olduğu problemlerde, uzman görüşlerini sistematik biçimde nicel değerlere dönüştürmesi nedeniyle literatürde yaygın biçimde tercih edilmektedir (Hwang ve Yoon, 198; Sing ve Malik, 2014).

DEMATEL (Decision Making Trial and Evaluation Laboratory) yöntemi ise, karmaşık problem alanlarında kriterler arasındaki karşılıklı ilişkileri ve etkileşim düzeylerini ortaya koymak için geliştirilmiş bir yöntem olup 1970’lerde Cenevre’deki Battelle Enstitüsü tarafından geliştirilmiştir (Fontela ve Gabus, 1976). DEMATEL yaklaşımı, sistem bileşenleri arasındaki yapıyı bir etki-diyagramı (sebe-sonuç diyagramı) şeklinde modelleyerek, hangi faktörlerin diğerlerini ne ölçüde etkilediğini nicel olarak belirlemeye olanak tanımaktadır (Fontela ve Gabus, 1976). Bu yöntem, graf teorisi temelli bir yaklaşım olup, faktörleri etki güçlerine göre neden (sebe) veya sonuç olarak gruplandırabilmektedir (Fontela ve Gabus, 1976). Başka bir deyişle, DEMATEL analizi sonucunda bazı kriterlerin daha çok diğerlerini etkilediği (neden grubunda olduğu), bazılarının ise daha çok etki altında kaldığı (sonuç grubu) anlaşılır. Bu yöntem özellikle birbirleriyle iç içe geçmiş karmaşık problemler için geliştirilmiştir ve dolaylı ilişki ve geribildirimleri de göz önünde bulundurabilmesi açısından önemli bir avantajıdır (Fontela ve Gabus, 1976; Çelikkilek, 2018).

2.1. Yöntemin uygulanması

Yöntemin uygulamasının ilk adımında üç farklı yapı tipolojisi (AVM, hastane, ofis) için Tablo 1’de tanımlanan yangın riski bileşenleri, AHP yöntemi kullanılarak ağırlıklandırılmıştır. Bu amaçla ilgili alanda uzman kişilerden her bir bina tipolojisi için risk bileşenlerini ikili karşılaştırmalarla değerlendirmeleri istenmiştir. Tüm uzmanlar risk değerlendirmelerini her yapı tipolojisi için ayrı ayrı gerçekleştirmiştir. Uzman grubu, farklı disiplinlerden gelen toplam 15 kişiden oluşmuştur (3 mimar, 3 yangın güvenliği uzmanı, 3 akademisyen, 3

inşaat mühendisi ve 3 makine mühendisi). Farklı uzmanlık alanlarının dâhil edilmesi, yangın riskine bütüncül bir bakış açısıyla yaklaşılmasını sağlamıştır. Uzmanların seçimi, en az 5 yıl deneyime sahip kişiler arasından yapılmış; böylece değerlendirmenin tecrübe ve bilgi birikimine dayanması hedeflenmiştir. Her bir uzmana, ilgili yapı tipolojisi için Tablo 1’de verilen kriterleri ikili olarak karşılaştıracakları bir anket formu uygulanmıştır. Uzmanlar, her bir kriter çiftini yangın riski açısından önem derecesine göre Saaty ölçeğini kullanarak puanlamıştır (eşit önemli ise 1, bir kriter diğerine göre çok önemli ise 7 veya 9 gibi) (Saaty, 1990). Toplanan ikili karşılaştırma verileri, AHP yönteminin standart özvektör hesaplama prosedürüne tabi tutularak her bir kriter için ilgili yapı tipindeki ağırlık değeri elde edilmiştir. Elde edilen kriter ağırlıkları, uzman görüşlerinin tutarlılığı kontrol edildikten sonra nihai hale getirilmiştir. Tutarlılık sağlanamaması durumunda tutarsız çiftler belirlenerek ilgili uzmanla revize edilmesi planlanmıştır.

İkinci aşamada, AHP’den elde edilen bilgiler ışığında DEMATEL analizi gerçekleştirilmiştir. DEMATEL’de amaç, risk bileşenleri arasındaki etkileşim yönlerini ve şiddetlerini belirleyerek hangi kriterlerin önleyici rol oynadığı (neden) ve hangilerinin daha çok etkilenen sonuçlar olduğu konusunda içgörü sağlamaktır. Bu analiz için yine aynı uzmanlardan yararlanılmıştır. Uzman grubu üyeleri, Tablo 1’deki her bir kriterin diğerlerine olan etkisini 0 ile 4 arasında bir ölçekle puanlamıştır (0: “hiç etkisi yok”, 1: “düşük etki”, 2: “orta etki”, 3: “yüksek etki”, 4: “çok yüksek etki”) (Fontela ve Gabus, 1976). Elde edilen puanlar her bir uzman için 10x10 boyutunda bir doğrudan ilişki matrisi oluşturmuştur. Tüm uzmanların matrisleri ortalanarak bir birleşik doğrudan etki matrisi elde edildikten sonra, DEMATEL yöntem adımları izlenmiştir. İlk olarak matris, en büyük satır toplamına bölünerek normlaştırılmış; ardından toplam ilişki matrisi hesaplanmıştır (Fontela ve Gabus, 1976; Aksakal ve Dağdeviren, 2010). Bu toplam ilişki matrisinin her bir satır ve sütun toplamı kullanılarak kriterlerin neden puanı (etki eden) ve sonuç puanı (etki altında kalan) değerleri bulunmuştur. Neden puanı, bir kriterin diğerlerine gönderdiği toplam etkiyi; sonuç puanı ise diğerlerinden aldığı toplam etkiyi gösterir. Buna göre $(di + ri)$ (toplam etki) değeri bir kriterin ağ içerisindeki önemini, $(di - ri)$ (net etki) değeri ise neden-sonuç eksenindeki konumunu belirlemektedir (Fontela ve Gabus, 1976). Pozitif $(di + ri)$ değeri yüksek olan kriterler neden (sebeup) grubunda, negatif $(di - ri)$ değeri yüksek olanlar ise sonuç grubunda yer alır. Bu analiz süreci sonunda, yangın risk bileşenlerinin birbirlerini ne ölçüde etkilediği ortaya konularak, risk yönetiminde hangi faktörlere öncelikle müdahale edilmesi gerektiğine dair önemli bir bakış açısı elde edilmiştir.

3. Bulgular

3.1. AHP analizi sonuçları

AHP analizi sonucunda, AVM, hastane ve ofis binaları için Tablo 2’de belirtilen yangın riski bileşenlerinin ağırlıkları hesaplanmıştır. Yapılan analizlerde tutarlılık oranı (Consistency Ratio- CR), AVM için 0,64, Hastane için 0,072 ve Ofis için 0,081 olarak hesaplanmıştır. Tüm sonuçlar $CR < 0.10$ olmasından dolayı tutarlılık sağlanmıştır. Her bir bina tipolojisi için farklı önceliklere sahip kriterler belirginleşmiştir. AVM’lerde “kullanıcı yoğunluğu” ve “yangın yükü” en yüksek ağırlığı alan risk bileşenleri olmuştur. Bu durum, AVM’lerin çok sayıda insanı barındırması ve içinde bulundurduğu mağaza ile restoranların yüksek miktarda yanıcı malzeme içermesinden kaynaklanmaktadır. Literatürde çeşitli çalışmalarda da AVM yangınlarında en kritik hususlardan birinin kalabalık kitlelerin hızlı tahliyesi ve restoran gibi birimlerden kaynaklanan yangın yükünün kontrolü olduğu belirtilmektedir (Akgün ve Batur, 2019). Çalışma kapsamında elde edilen AHP sonuçları da bunu doğrular nitelikte olup AVM’de yangın riski yönetiminde öncelikle kalabalıkların tahliyesine ve yanıcı yüklerin denetimine odaklanılması gerektiğini göstermektedir.

Hastane yapılarında ise “bina yapısal tasarımı” (mimari planlama, bölümlendirme, yangına dayanıklılık) ve “yangın algılama ve söndürme sistemleri” en öncelikli bileşenler olarak ortaya çıkmıştır. Hastanelerde yatan hastaların tahliyeye ilişkin kısıtları nedeniyle, yangına karşı binanın pasif dayanımı (ör. yangın zonları, duman kontrolü) ve aktif korunum sistemlerinin (dedektörler, sprinkler vb.) kusursuz işlemesi hayati önem taşımaktadır (Çavuş, 2019). Nitekim Tosun ve Yılmaz’ın çalışmasında da hastanelerde mimari tasarım eksikliği, en kritik başarı faktörü olarak saptanmıştır (Tosun ve Yılmaz, 2022). Bu bulgu, bu araştırmada elde

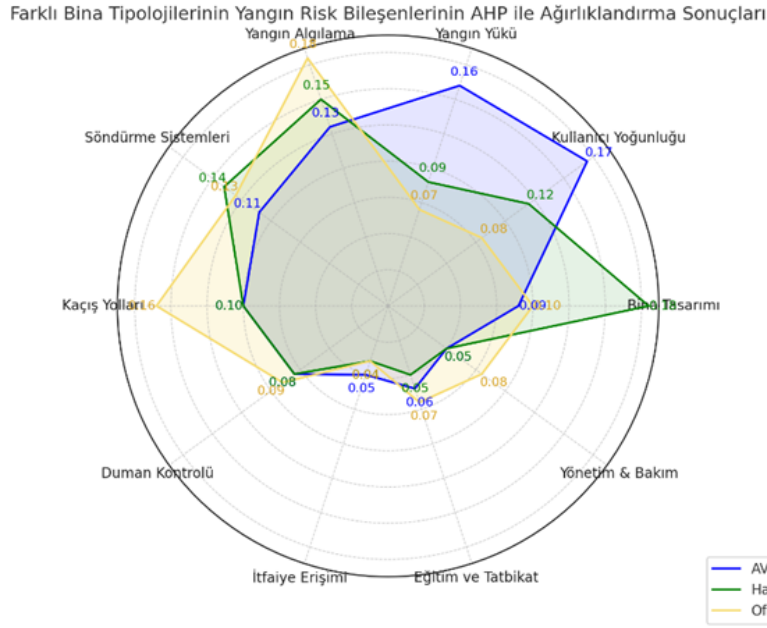
edilen bulgularla paralellik göstermektedir. Ayrıca hastanede “eğitim ve tatbikat” gibi yönetsel faktörlerin ağırlığı da diğer yapılarla kıyaslandığında görece yüksek bulunmuştur. Bu da, hastane personelinin yangın durumunda eğitilmiş ve hazırlıklı olmasının, can kayıplarını önlemede ne denli önemli olduğunu vurgular niteliktedir.

Tablo 2. AHP ağırlıklandırma sonuçları

Yangın Riski Bileşeni	AVM	Hastane	Ofis
1. Bina Tasarımı	0,09	0,18	0,1
2. Kullanıcı Yoğunluğu	0,17	0,12	0,08
3. Yangın Yüğü	0,16	0,09	0,07
4. Yangın Algılama	0,13	0,15	0,18
5. Söndürme Sistemleri	0,11	0,14	0,13
6. Kaçış Yolları	0,1	0,1	0,16
7. Duman Kontrolü	0,08	0,08	0,09
8. İtfaiye Erişimi	0,05	0,04	0,04
9. Eğitim ve Tatbikat	0,06	0,05	0,07
10. Yönetim & Bakım	0,05	0,05	0,08

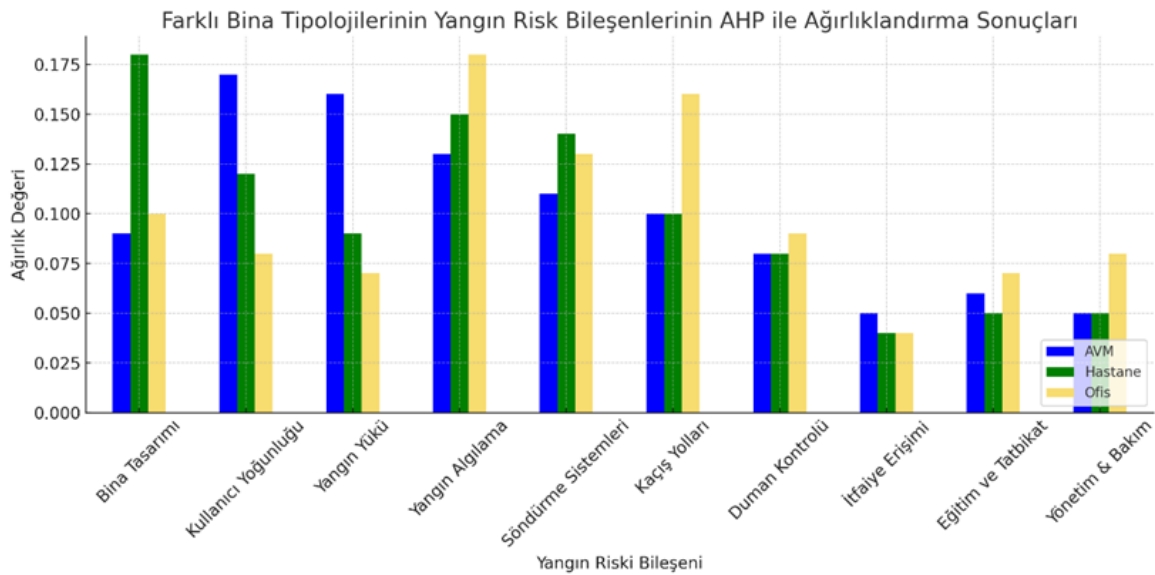
Ofis yapılarında AHP sonuçlarına göre en önemli kriterler “yangın algılama ve alarm” ile “acil çıkışlar ve kaçış yolları” olarak öne çıkmıştır. Özellikle çok katlı ofis binalarında, bir yangın durumunda binayı hızla boşaltabilmek için erken uyarı sistemleri ve yeterli sayıda/kapasitede tahliye yolu bulunması kritik görülmektedir. Bu çalışmada da ofis için algılama sistemleri ile kaçış olanakları, en yüksek ağırlıklı bileşenlerdir. Bina yüksekliği ve kullanıcıların ofis içindeki dağılımı düşünüldüğünde, alarmın hızla herkesi uyarması ve tüm katlardan güvenli çıkış yapılabilmesi ofis yangınlarında birincil önceliktir. Öte yandan ofislerde “yangın yükü” kriterinin ağırlığı, AVM veya hastaneye kıyasla daha düşük bulunmuştur. Bu, tipik bir ofis ortamında yanıcı malzeme miktarının (esas olarak kâğıt, mobilya vb.) sınırlı olması ve tehlikeli maddelerin nispeten az olmasıyla ilişkilendirilebilir. Ayrıca ofis çalışanlarının genel olarak yangın anında kendi kendine tahliye olabilecek durumda olmaları da kullanıcı profili kriterinin önemini düşürmektedir. Dolayısıyla, ofis yapılarında risk azaltma stratejileri daha çok teknolojik sistemler ve tasarım üzerinden şekillenmelidir (örn. dedektör-alarm ağının güvenilirliği, yangın merdivenlerinin kapasitesi, vb.).

Genel olarak üç yapı tipinde de aktif yangın korunum sistemleri (algılama ve söndürme) ile tahliye olanakları yüksek öneme sahip kriterler arasındadır. Tüm yapı tiplerinde bu unsurlar belli bir ağırlığın üzerinde çıkmıştır ki bu, yangın güvenliğinin evrensel olarak bu teknik altyapılara dayandığını göstermektedir. Bununla birlikte, yönetsel faktörler (eğitim, bakım planları vb.) üç yapıda da teknik kriterlerin ardından gelmekte, nispeten daha düşük ağırlık almaktadır. Bu durum, uzman değerlendirmelerinde somut mühendislik önlemlerinin (yapısal ve sistemsel) önleyici tedbirler olarak daha ön planda görüldüğünü, örgütsel tedbirlerin ise destekleyici olarak ikinci planda kaldığını işaret etmektedir. Yine de, her ne kadar ağırlıkları teknik unsurlara göre düşük olsa da, eğitim ve bakım gibi faktörlerin tamamen ihmal edilmesi söz konusu değildir; aksine bu faktörler, teknik sistemlerin başarılı çalışması için gereklidir ve bunların eksikliğinin yangın kayıplarına önemli ölçüde katkı yaptığı bilinmektedir (Yılmaz ve Alkoç, 2018).



Şekil 1. AVM, hastane ve ofis bina tipolojileri için yangın riski bileşenlerinin AHP ile belirlenen göreceli ağırlıklarını gösteren örümcek grafiği

AHP analizinden elde edilen ağırlıkların görsel bir özeti Şekil 1 ve Şekil 2’de verilmektedir. Şekil 1, her bina tipolojisi için kriter ağırlıklarının bir örümcek (radar) grafik üzerinde karşılaştırmasını sunarken, Şekil 2 aynı verileri çubuk grafik olarak göstermektedir. Bu grafikler, farklı bina türleri arasındaki öncelik farklılıklarını daha çarpıcı bir biçimde ortaya koymak üzere hazırlanmıştır. Her bir eğri, ilgili bina tipinde kriterlerin önem düzeylerini yansıtmaktadır. Grafik incelendiğinde, örneğin hastane eğrisinin Bina tasarımı, Algılama ve Söndürme kriterlerinde diğerlerine kıyasla daha dışa çıktığı görülmektedir; bu durum, hastanelerde bu kriterlerin önceliğinin daha yüksek olduğunu gösterir. AVM eğrisinde ise Kullanıcı yoğunluğu ve Yangın yükü eksenlerinde belirgin bir çıkıntı mevcut olup, AVM’lerde yüksek kullanıcı yoğunluğu ve yanıcı madde miktarı kriterlerinin baskın önemini ortaya koymaktadır. Ofis eğrisi ise Algılama ve Kaçış yolları gibi eksenlerde nispeten dışta kalarak, ofis yapılarında erken uyarı ve tahliye imkanlarına verilen önemi göstermektedir. Bu sayede, farklı bina tipleri için hangi risk bileşenlerinin göreceli olarak daha kritik olduğu görsel olarak karşılaştırılabilmektedir.



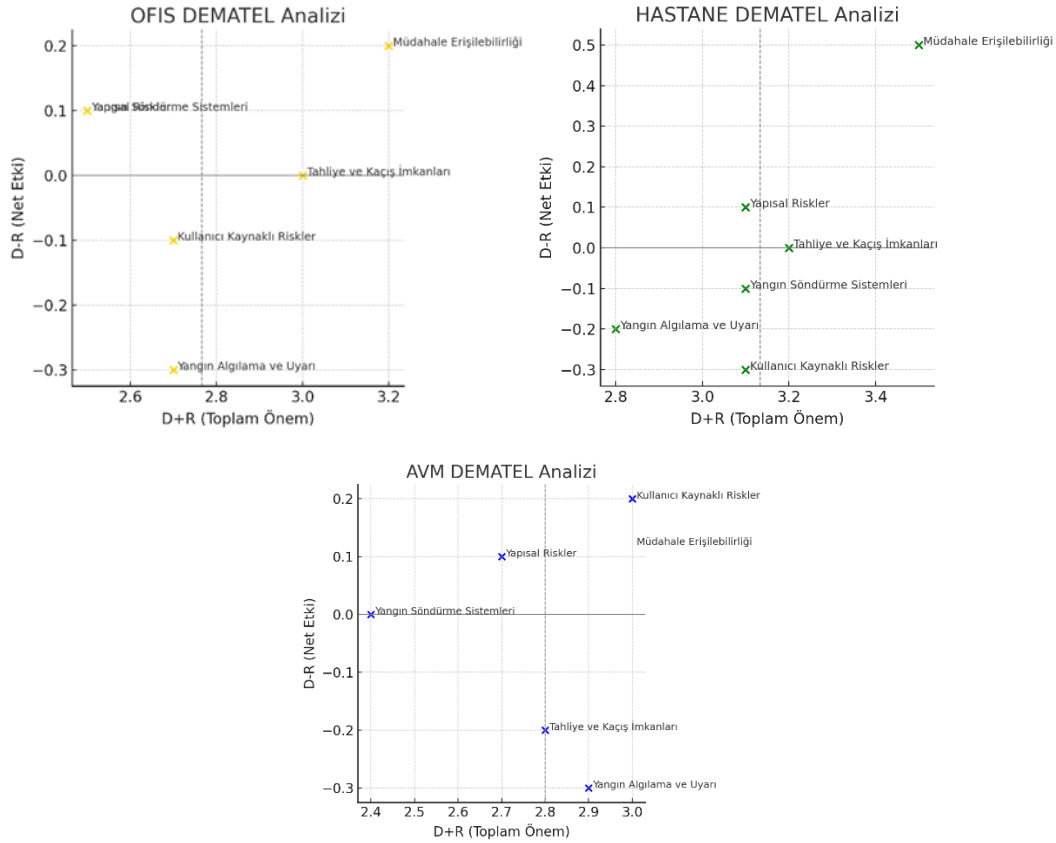
Şekil 2. AVM, hastane ve ofis yapılarında yangın riski bileşenlerinin AHP ağırlıklarını karşılaştıran çubuk grafiği

Şekil 2’de her bir risk kriteri için üç farklı yapıya ait ağırlık değerleri yan yana sütunlar halinde gösterilmiştir. Bu grafik, sayısal sonuçları daha somut biçimde karşılaştırma imkânı sağlamaktadır. Grafikten, örneğin “Yangın yükü” kriterinin AVM’de hastane ve ofise kıyasla belirgin biçimde daha yüksek ağırlığa sahip olduğu görülmektedir. Benzer şekilde “Bina tasarımı” kriteri hastanede en yüksek değere ulaşırken, “Algılama” ve “Kaçış yolları” kriterleri ofis yapılarında diğer tiplere göre daha yüksek ağırlıklara sahiptir. Bu farklılıklar, her bir yapı tipolojisinin özgün risk profilini yansıtmakta ve hangi alanlarda iyileştirme veya dikkat gerektiğine işaret etmektedir. AHP sonuçlarının ortaya koyduğu önemli bir bulgu, ortak kritik unsurlar ile yapıya özgü öncelikler arasındaki dengedir. Tüm yapılarda yangın güvenliğinin vazgeçilmez unsurları olan algılama, söndürme ve tahliye sistemleri, yüksek öneme sahip kriterlerdir. Ancak, örneğin AVM’lerde yüksek kullanıcı yoğunluğu kontrolü ve yanıcı madde yönetimi, hastanelerde yapı tasarımı ve bölümlenme, ofislerde ise erken uyarı ve hızlı tahliye ön plana çıkan risk azaltıcı unsurlar olarak belirlenmiştir. Bu durum, farklı bina tipleri için yangın güvenliği stratejilerinin odak noktalarının farklılaşması gerektiğini göstermektedir. Bir AVM’de yönetim, daha çok yoğun insan trafiğini güvenli şekilde yönlendirmeye ve olası yangın yükü kaynaklarını denetim altında tutmaya odaklanmalıdır. Hastane yönetimi ise mimari düzenlemeler (ör. yangın kapıları, duman kontrol bölgeleri) ve hayati sistemlerin sürekliliği (ör. jeneratör destekli sprinkler, yangın merdiveninde sedye geçişine uygunluk) gibi konulara öncelik vermelidir. Ofis binalarında ise alarm ve tahliye tatbikatları, düzenli bakım ile sistemlerin her an çalışır durumda tutulması kritik olacaktır.

3.2. DEMATEL analizi sonuçları

AHP ile belirlenen kriter ağırlıkları sonrasında gerçekleştirilen DEMATEL analizi, yangın riski bileşenlerinin birbirleriyle olan etkileşim dinamiklerini ortaya koymuştur. Analiz neticesinde, kriterlerin neden (etkileyen) veya sonuç (etkilenen) gruplarına ayrıldığı görülmüştür. Elde edilen net etki ($D - R$) değerlerine göre bazı kriterler pozitif değere sahip olmuş ve sistem içerisinde diğer kriterleri etkileyen birer neden faktör olarak tanımlanmıştır. Buna karşılık, bazı kriterlerin net etki değeri negatif olarak hesaplanmış ve bunlar da daha ziyade etki altında kalan sonuç faktörler olarak belirlenmiştir. DEMATEL grafikleri, kriterler arası etkileşimi görselleştirmek için kullanılır. Grafikte yatay eksen ($D+R$), bir kriterin sistem içindeki toplam önemini gösterir. Bu değer ne kadar yüksekse, kriter sistemde o kadar merkezi bir rol oynar. Dikey eksen ($D-R$) ise kriterin net etkisini ifade eder. Eğer bu değer pozitifse kriter daha çok etki eden, yani neden olan bir unsurdur. Negatifse etkilenen, yani sonuç olan bir kriterdir. Grafiğin sağ üst köşesinde yer alan kriterler, hem yüksek öneme sahip hem de sistemde etkileyici rol oynayan kritik faktörler olarak değerlendirilir.

DEMATEL analizi sonuçları Şekil 3’de yer almaktadır. Neden grubunda yer alan başlıca bileşenler “Bina yapısal tasarımı”, “Yangın algılama ve alarm”, “Yangın söndürme sistemleri” ile yönetsel unsurlardan “Yangın güvenlik yönetimi & bakım” ve “Eğitim & tatbikatlar” olmuştur. Bu kriterler, diğer faktörlerin durumunu doğrudan etkileyebilen, dolayısıyla proaktif şekilde ele alınması gereken alanlardır. Örneğin, bina tasarımının güvenlik açısından yeterli düzeyde olması (yeterli kaçış yolları, duman bölmeleri vb. içermesi) doğrudan doğruya kullanıcıların güvenli tahliyesini kolaylaştıracak ve yangın yükünün etkisini sınırlayacaktır. Algılama ve söndürme sistemlerinin etkinliği, yangının büyümesini önleyerek hem can kaybı riskini azaltacak hem de duman üretimini sınırlayacaktır. Benzer şekilde, düzenli bakım ve denetim sayesinde bu sistemlerin çalışır durumda tutulması sağlanacak, eğitim ve tatbikatlar yoluyla da binadaki kişiler yangına hazırlıklı hale gelecektir. Bu nedenle, söz konusu beş bileşen, diğer risk faktörleri üzerinde baskın etki yaratabilen temel önleyici unsurlar olarak görülmelidir. Yangında gerçekleşen kayıplarının temel sebepleri arasında tasarımın yetersizliği (ör. tahliye için elverişsiz planlama, duman yayılımını önleyememe) ve personel eğitimsizliği önemli yer tutmaktadır. Elde edilen bulgu, bu çalışma kapsamında yapılan DEMATEL analizinin çıktılarıyla örtüşmekte olup yapısal ve yönetsel önlemlerin yangın güvenliğinde “neden” rolü oynadığını desteklemektedir.



Şekil 3. AVM, hastane ve ofis binaları için DEMATEL analizi grafikleri

Sonuç grubundaki kriterler ise ağırlıklı olarak “Kullanıcı yoğunluğu ve profili”, “Yangın yükü” ve kısmen “Acil çıkışlar & kaçış yolları” olarak tespit edilmiştir. Bu faktörler, kendi başlarına diğerlerine etki etmekten ziyade, diğer faktörlerin etkisiyle risk seviyeleri belirlenen unsurlardır. Örneğin, bir binadaki kişi sayısı veya kullanıcı kitlesinin özellikleri (yaş, hareket kabiliyeti vb.), doğrudan diğer kriterleri etkilemez; fakat tam tersine, tasarım, sistemler ve eğitim gibi faktörlerin yeterliliği, yüksek kullanıcı yoğunluğunun yaratacağı tehlikeyi katlanılabilir seviyede tutabilir. Benzer şekilde, binanın içerdiği yanıcı malzeme miktarı kendi kendine diğer değişkenleri değiştirmez, ancak yangın yükünün yaratacağı potansiyel tahribat, algılama-söndürme sistemlerinin etkinliği ve yönetim uygulamaları ile kontrol altına alınabilir. Bu nedenle, DEMATEL analizi göstermektedir ki kullanıcı sayısı veya yanıcı madde varlığı gibi değiştirilemez ya da zor değiştirilebilir özellikler bile, diğer proaktif önlemlerin başarı düzeyine bağlı olarak sonuç tarafında yönetilebilir risklere dönüşebilmektedir.

Örneğin, bir AVM’de kullanıcı yoğunluğu, eğer yeterli sayıda kaçış kapısı varsa ve düzenli tatbikatlarla kalabalık yönetimi sağlanıyorsa, felakete yol açmadan tahliye edilebilir. Ya da bir hastanede oksijen tüplerinin varlığı (yangın yükü), bina tasarımında bu tüplerin yer aldığı odaların yangın güvenlik bölgesi içinde planlanması ve otomatik sprinkler ile korunması sayesinde büyük bir patlama riskine yol açmadan kontrol edilebilir. Dolayısıyla sonuç grubu faktörleri, aslında diğer neden grup faktörler tarafından kontrol edilen değişkenler olarak anlaşılmalıdır. Bu bulgu, risk yönetimi açısından da stratejik bir mesaj vermektedir: Yangın güvenliği yönetiminde, yöneticilerin, tasarımcıların ve mühendislerin müdahale edebilecekleri alanlar (tasarım, sistemler, eğitim, bakım gibi) güçlendirildiğinde, binanın değiştirilemeyen özelliklerinden (kullanıcı sayısı, işlev gereği bulunan yanıcı maddeler gibi) kaynaklanan riskler dahi kabul edilebilir düzeylere indirgenebilecektir.

DEMATEL analizinin bir diğer çıktısı, kriterler arasındaki çift yönlü etkileşimlerin nispi önem sıralamasıdır. Örneğin, analizde “Bina tasarımı” kriterinin hemen tüm diğer kriterler üzerinde anlamlı bir etkisi olduğu, özellikle kaçış yolları, duman kontrolü ve yangın yükü kriterlerini güçlü biçimde etkilediği belirlenmiştir. Bu, mimari tasarım kararlarının (ör. merdiven sayısı, koridor genişliği, malzeme seçimi) yangın riskinin birçok

boyutunu aynı anda şekillendirdiğini göstermektedir. “Yönetim & bakım” kriteri ise hem algılama/söndürme sistemlerinin çalışır kalmasını sağladığı, hem de eğitim faaliyetlerini içerdiği için dolaylı yoldan tüm kriterlere nüfuz eden bir etkiye sahiptir. Bu kriterin yüksek bir neden değeri alması, yangın güvenliğinde insani faktörlerin ve organizasyonel süreçlerin kritik rolünü tekrar ortaya koymaktadır. Son olarak “Algılama” ve “Söndürme sistemleri”, özellikle kullanıcılar ve yangın yükü üzerinde doğrudan etkili bulunmuştur; zira yangının erken tespiti ve otomatik kontrolü sağlandığında, içerideki kişi sayısı veya yanıcı madde miktarı ne olursa olsun zarar minimize edilebilmektedir.

Genel olarak DEMATEL bulguları, AHP’de belirlenen öncelikleri destekler nitelikte olmakla birlikte, bize hangi alanlarda iyileştirme yapmanın daha geniş kapsamlı fayda sağlayacağını da işaret etmektedir. Örneğin, eğitim ve bakım faaliyetleri belki ağırlık olarak orta sıralarda yer almıştır; ancak DEMATEL’de neden faktörler arasında sayıldığı için, bu alandaki bir iyileştirmenin diğer birçoğuna pozitif etki yapacağı anlaşılmaktadır. Benzer şekilde bina tasarımı da gerek AHP’de yüksek önceliği gerekse DEMATEL’de merkezi konumuyla, yangın riskini azaltmada kilit bir değişken olduğunu göstermektedir. Bu tür bütünsel analizler, karar vericilere (ör. bina tasarımcıları, işletmeciler, güvenlik yöneticileri) kaynaklarını ve dikkatlerini nereye yoğunlaştırmaları gerektiği hususunda bilimsel bir temel sunmaktadır.

4. Sonuçlar

Bu araştırmada AVM, hastane ve ofis olmak üzere üç farklı bina tipolojisinde yangın riski bileşenleri çok ölçütlü karar verme yöntemleri ile kapsamlı bir biçimde analiz edilmiş ve karşılaştırılmıştır. Literatürden tespit edilen on adet yangın güvenliği kriteri, uzman görüşlerine dayalı AHP yöntemi ile ağırlıklandırılmış; ardından bu kriterlerin birbiriyle ilişkileri DEMATEL yöntemiyle incelenerek neden-sonuç ağı içinde konumları belirlenmiştir. Elde edilen bulgular, farklı yapı türlerinin yangın güvenliği açısından hem ortak yönleri hem de farklı risk öncelikleri olduğunu göstermiştir.

Karşılaştırmalı değerlendirme sonucunda, AVM’lerin yangın risk profilinde kullanıcı sayısı ve yangın yükü gibi faktörlerin en üst sıralarda yer aldığı, hastanelerde yapısal tasarım ve yangın korunum sistemlerinin belirleyici olduğu, ofis yapılarında ise erken algılama ve etkin tahliye unsurlarının öne çıktığı anlaşılmıştır. Bu durum, her bina tipinin kullanım amacından ve fiziksel özelliklerinden kaynaklanan özgün risk dinamikleri olduğunu ortaya koymaktadır. Bununla birlikte, algılama, söndürme ve tahliye altyapılarının önemi tüm yapılarda ortak bir tema olarak saptanmıştır. Bu üç temel unsur, yangın güvenliğinin evrensel bileşenleridir ve nerede olursa olsun can ve mal emniyeti için vazgeçilmezdir. Dolayısıyla, bir binanın yönetimi için genel kural, yangını erken tespit etmek, hızla müdahale etmek ve insanları güvenli tahliye etmek üzerine kurulmalıdır.

Bu araştırmanın bulguları literatürdeki önceki çalışmalarla da uyum içindedir. Örneğin, hastaneler için yapılan bir araştırmada mimari tasarım eksikliklerinin en kritik sorun olduğu ve ayrı bir yangın güvenliği yönetmeliğine ihtiyaç duyulduğu vurgulanmıştır (Baytemür, 2019). Bu araştırmada da hastane binalarında bina tasarımı kriteri en yüksek önemde çıkmış ve bu sonucu desteklemiştir. Aynı şekilde, AVM’lerde yangın riskinin özellikle restoran sayısı ile arttığı ve yağlı kanal yangınlarına karşı önlem alınması gerektiği daha önce belirtilmiştir (Akgün, 2017). Bu araştırmada da AVM için yangın yükü (ör. mutfaklardaki yanıcı birikimler) en kritik bileşenlerden biri olarak tespit edilmiş, bu da literatürde işaret edilen pratik sorunla paralellik göstermiştir. Ofis yapılarında, özellikle çok katlı binalarda, yangın güvenliğinin odak noktasının zaman yönetimi olduğu literatürde vurgulanmış; yapı yüksekliği arttıkça tahliye süresinin uzadığı, bu nedenle yangına dayanıklılığın ve algılama sistemlerinin performansının artırılması gerektiği ifade edilmiştir (Cowlard, 2013). Bu araştırmada elde edilen bulgularda da ofisler için algılama & alarm kriteri en üst sıralarda yer alarak, hızlı uyarının önemi ortaya konmuştur. Ayrıca ofislerde kaçış yolları kriterinin yüksek ağırlık alması, tahliye kapasitesinin kritik olduğunu göstererek literatürdeki zaman/tahliye problemine işaret etmektedir.

Bu çalışma, AHP ve DEMATEL yöntemlerinin birlikte kullanımı açısından literatürde nadir görülen bir entegrasyondur. AHP ve DEMATEL yöntemlerinin entegrasyonu sayesinde, yalnızca kriterlerin önem dereceleri belirlenmekle kalmamış, aynı zamanda bu kriterlerin kendi aralarındaki etkileşim desenleri de

çözümlemiştir. Böylece, yangın güvenliği alanında hem hiyerarşik öncelikler hem de ağ ilişkileri bir arada değerlendirilerek daha zengin bir analiz elde edilmiştir. Bu tür entegre yaklaşımlar, gerçek hayatta yangın riski yönetiminin çok boyutlu doğasını yansıtmaları bakımından değerlidir. Uygulayıcılar, sadece hangi faktörün daha önemli olduğunu değil, aynı zamanda hangi faktörlerin iyileştirilmesiyle diğerlerinde de iyileşme sağlanabileceğini görme fırsatı bulurlar.

Sonuç olarak, AVM, hastane ve ofis binalarının her biri için yangın güvenliği stratejilerinin kendi önceliklerine göre özelleştirilmesi gerekliliği bu çalışma ile ortaya konmuştur. Örneğin, AVM’lerde kalabalık yönetimi, yangın yükünün kontrolü (özellikle mutfak alanlarında) ve rutin bakım-denetim faaliyetleri ön planda olmalıdır. Hastanelerde mimari tasarım iyileştirmeleri (yangın bölgelendirmesi, kaçış planları) ve kritik sistemlerin yedekliliği ile personel eğitimi en kritik alanlardır. Ofis binalarında ise algılama ve alarm teknolojilerinin güncelliği, düzenli tahliye tatbikatları ve yangın ekipmanlarının bakımı temel odak noktaları olmalıdır. Bu farklı önceliklere rağmen, her üç yapı tipinde de proaktif yangın güvenliği kültürünün oluşturulması gerektiği açıktır. Yöneticilerin, teknik personelin ve kullanıcıların yangın risklerinin farkında olması ve sorumluluklarını yerine getirmesi, alınan mühendislik tedbirlerini tamamlayan ve başarısını belirleyen bir unsurdur.

Bu çalışmanın kısıtları arasında, uzman görüşlerinin sayısal değerlere dayalı olması nedeniyle içerdiği öznel yargılar sayılabilir. Ancak geniş ve çok disiplinli bir uzman grubunun kullanılması, bu öznel etkileri dengelemeye yardımcı olmuştur. Gelecekte, farklı şehirlerden veya ülkelerden daha fazla sayıda uzmanla çalışarak bulguların genellenebilirliği artırılabilir. Ayrıca, AHP ve DEMATEL yöntemlerine ek olarak bulanık mantık veya diğer çok kriterli karar analiz yöntemleriyle çapraz doğrulama yapmak, sonuçların güvenilirliğini pekiştirebilir. Ayrıca çalışmada genel bina tipolojilerinin dikkate alınması çalışmanın bir diğer kısıtıdır. Çalışma seçilen bina tipolojileri için genel bir analiz sunmaktadır. Hastane gibi farklı alt yapı tipolojilerine sahip bina tipolojilerinde sonuçlar farklılık gösterebilir.

Sonuç olarak bu araştırma, farklı bina tipolojilerinde yangın riski bileşenlerini derinlemesine ele alarak, hem teorik hem pratik açıdan önemli çıkarımlar sunmuştur. Elde edilen sonuçlar, literatürdeki mevcut bilgileri destekler nitelikte olmakla birlikte, yangın güvenliği planlamasında yapı tipine özgü yaklaşımların gerekliliğini vurgulamaktadır. Bu çalışma, bina tasarımcıları, işletmecileri, itfaiye ve güvenlik otoriteleri için hangi risk bileşenlerine öncelik verilmesi gerektiği konusunda yol gösterici olabilir. Farklı tipolojiler için geliştirilecek yangın güvenliği politikaları ve iyileştirme planlarında, bu araştırmada ortaya konan önceliklendirmelerin ve nedensellik analizinin dikkate alınması, sınırlı kaynakların en etkin şekilde kullanılmasına ve yangınlardan kaynaklanan can ve mal kayıplarının en aza indirilmesine katkı sağlayacaktır.

Kaynakça

- Akgün, M., & Batur, B. (2019). Alışveriş Merkezlerinin Yangın Riski Açısından Değerlendirilmesi. *Termodinamik Dergisi*, Ekim 2019, 76-85.
- Akgün, M., (2017) Alışveriş Merkezlerindeki Yemek Katlarında bulunan yağlı kanal kaynaklı yangın riski açısından değerlendirilmesi", *TÜYAK 2017*, İstanbul.
- Aksakal, E., & Dağdeviren, M. (2010). ANP ve DEMATEL Yöntemleri İle Personel Seçimi Problemine Bütünleşik Bir Yaklaşım. *Gazi Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 25(4), 905-914.
- Babrauskas, V. (2003). *Ignition Handbook: Principles and Applications to Fire Safety Engineering, Fire Investigation, Risk Management and Forensic Science*, Fire Science Publishers.
- Baytemür, Ö. (2019). Hastanelerde yangın güvenlik önlemlerine ilişkin performans kriterlerinin oluşturulması ve bir örneklem. Yüksek lisans tezi, Gazi Üniversitesi, Mimarlık Bölümü, Ankara.
- BBC, (29 October 2019), Grenfell Fire, <https://www.bbc.com/news/uk-40301289>, Erişim Tarihi: Mayıs 2025

- Cansız, A. U. (3 Şubat 2025), Bolu Kartalkaya Grand Kartal Otel Yangını Değerlendirme Raporu Yayınlandı, <https://www.arkitera.com/haber/bolu-kartalkaya-grand-kartal-otel-yangini-degerlendirme-raporu-yayimlandi/>, Erişim Tarihi: Mayıs 2025
- Cowlard, A. (2013) Fire safety design for tall buildings *Procedia Engineering*. 62.
- Çavuş, E. (2019). Hastanelerde yangın güvenliği ve yangından korunma planlaması. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Rumeli Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Çelikkilek, Y. (2018). Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri. Ankara: Nobel Akademik Yayıncılık
- Drysdale, D. (2011). *An Introduction to Fire Dynamics* (3rd ed.). Wiley.
- Fontela, E.; Gabus, (1976) A. The Dematel Observer, Dematel 1976 Report; Battelle Geneva Research Center: Geneva, Switzerland.
- He, H., Zhou, Z., Sun, Y., & Li, Q. (2025). Fire risk assessment and simulation of multi-functional teaching buildings: A combined application of DEMATEL and PyroSim. *Journal of Engineering Management and Systems Engineering*, 4(1), 1–20. <https://doi.org/10.56578/jemse040101>
- Hurley, M. J. (Ed.). (2015). *SFPE Handbook of Fire Protection Engineering* (5th ed.). Springer.
- Hwang, C. L., & Yoon, K. (1981). *Multiple Attribute Decision Making: Methods and Applications*. Springer.
- Karlsson, B., & Quintiere, J. G. (2000). *Enclosure Fire Dynamics*. CRC Press.
- National Fire Protection Association. (2009). NFPA 101: Life Safety Code. <https://www.nfpa.org/codes-and-standards/all-codes-and-standards/list-of-codes-and-standards/detail?code=101>
- Oruç, P. (2023) “Sürdürülebilir Yapılardaki Yangın Risklerinin L Matris Yöntemi ile Değerlendirilmesi”, Yüksek Lisans Tezi, Bursa Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Bursa.
- Ramachandran, G., and Charters, D. (2011), *Quantitative Risk Assessment in Fire Safety*, Taylor & Francis.
- Saaty, T. L. (1990). How To Make a Decision: The Analytic Hierarchy Process. *European Journal Of Operational Research*. Doi.Org/10.1016/0377-2217(90)90057-I.
- Saaty, T. L. (2001). *Decision Making For Leaders: The Analytic Hierarchy Process For Decisions In A Complex World*. Pittsburgh, USA: Rws Publications.
- Singh, A., & Malik, S. K. (2014). Major MCDM Techniques and their application—A Review. *IOSR Journal of Engineering (IOSRJEN)*, 4(5), 15–25.
- T.C. Resmî Gazete. (2007). Binaların Yangından Korunması Hakkında Yönetmelik. <https://www.mevzuat.gov.tr/MevzuatMetin/21.5.200712937.pdf>
- Tosun, S., & Yılmaz, İ. (2022). Hastanelerde Yangınla Mücadelede Acil Durum Yönetimine İlişkin Kritik Başarı Faktörlerinin Analitik Hiyerarşi Süreci ile Değerlendirilmesi. *BŞEÜ Fen Bilimleri Dergisi*, 9(2), 761-770.
- Yeniay, G. M., (2022). “Yeşil Binalarda Yangın Güvenliği ve Risk Analizi”, Yüksek Lisans Tezi, Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Yılmaz, F., & Alkoç, A. (2018). İmalat Tesislerinde Yangın Tesisatlarından Kaynaklanan Risklerin Sıralama Yöntemi ile Analizi. *Karaelmas İş Sağlığı ve Güvenliği Dergisi*, 2(1), 1-11.
- Zhao, C. M., et al. (2004). A Simulation Approach for Ranking of Fire Safety Attributes of Existing Buildings. *Fire Safety Journal*, 39(7), 557-579.