

Konaklama Yapılarında Asma Tavan Kaplama Malzemelerinin Bulanık Analitik Hiyerarşi Yöntemi ile Seçimi

Merve Betül GÜLER¹, Esin KASAPOĞLU^{2*}

¹ Bağımsız Araştırmacı, İstanbul, Türkiye. ORCID:0000-0001-8346-6946

² İstanbul Kültür Üniversitesi, Mimarlık Fakültesi, Mimarlık Bölümü, 34158, İstanbul, Türkiye. ORCID: 0000-0002-0530-1422

Sorumlu Yazar*: ekasapoglu@iku.edu.tr

Geliş tarihi:12.03.2022

Kabul tarihi:10.06.2022

Özet

Günümüz mimarlığında, iç mekanlarda yaygın olarak kullanılan asma tavanların, malzeme seçenek ve olanaklarının artmasına rağmen, kullanıldığı mekandaki işleve uygun olarak seçilebilmesi için yeterli bilgi bulunmamaktadır. Bu çalışmada konaklama tesisleri konuk odaları için en uygun asma tavan kaplaması seçimi bulanık analitik hiyerarşi yöntemi kullanılarak gerçekleştirilmektedir. Çalışma iki temel aşamaya ayrılmaktadır. Birinci aşamada ilk adım olarak asma tavanlarda kullanılan kaplama malzemeleri ve özellikleri, ikinci adımda ise konaklama yapılarının konuk odalarında asma tavanlardan beklenen konfor koşulları değerlendirilmektedir. Konuk odalarından beklenen konfor koşulları açısından ses yalıtımı ve ısı yalıtımının yüksek düzeyde sağlanması teknik, çevresel ve malzemenin dayanımıyla ilgili özellikler bakımından ön plana çıkmaktadır. Elde edilen sonuçlar, özellikle birden fazla sayıda birbirine yakın malzeme seçeneğinin olduğu durumlarda, bulanık analitik hiyerarşi yönteminin en doğru malzemenin seçilebilmesi için tasarımcının kullanabileceği bir yöntem olduğunu ortaya koymaktadır. Bu çalışmadan elde edilen veriler, beklentileri en iyi karşılayan ilk beş malzeme arasında, akustik alçı levhanın en uygun asma tavan kaplama malzemesi olduğunu göstermektedir.

Anahtar Kelimeler: İç Mekan, Asma Tavan, Kaplama, Malzeme Seçimi, Bulanık Analitik Hiyerarşi Yöntemi

Selection of Suspended Ceiling Coating Materials in Accommodation Buildings with Fuzzy Analytical Hierarchy Process

Abstract

In today's architecture, there is not enough information about the choice of suspended ceilings, which are widely used in interiors, in accordance with the function in the place where they are used, despite the increase in material options and possibilities. In this study, the most suitable suspended ceiling covering was selected using the fuzzy analytical hierarchy method. The research is divided into two main stages. In the first step, the coating materials used in suspended ceilings and their properties are evaluated, and in the second step, the comfort conditions expected from suspended ceilings in guest rooms in accommodation structures are evaluated. In terms of the comfort conditions expected from the guest rooms, providing a high level of sound insulation and heat insulation comes to the fore in terms of technical, environmental, and material strength-related features. The obtained results reveal that the fuzzy analytical hierarchy process method is a method that the designer can use to select the most accurate material, especially in cases where there is more than one close material option. The data obtained from this study show that among the top five materials that best meet expectations, acoustic plasterboard is the most suitable suspended ceiling covering material.

Keywords: Interior Space, Suspended Ceiling, Coating, Material Selection, Fuzzy Analytical Hierarchy Process

1. GİRİŞ

Asma tavanlar, çeşitli amaçlarla kullanılmaları mümkün olan yapı elemanları olarak, doğru fiziksel ortamın yaratılması yanında, iç mekana estetik olarak da önemli katkılar sağlamaktadırlar. Mevcut bir tavana asılan ikinci tavanlar olarak da tanımlanmakta olup, daha iyi bir görünüş elde etmek amacıyla uygulanmaktadırlar [1]. Toydemir vd. [2] tarafından yapılan bir başka tanımlamada ise tavanı sıva yaparak kaplamak dışında, doğrudan bağlamak ya da aralıklı olarak bir başka kaplama malzemesi uygulanmak yoluyla oluşturulan ikinci tavanlar olarak ifade edilmektedir. TSE EN 13964'te [3] asma tavan; 'Yük taşıyıcı yapı elemanına (duvar, çatı, giriş ve döşeme) tespit edilmiş bir askı sistemi veya doğrudan monte edilmiş asma tavan taşıyıcı sistemi veya tavan çevre profili vasıtasıyla, döşeme veya çatıdan belirli bir mesafeden asılmış tavan' olarak açıklanmaktadır. Asma tavanların kullanılmasının en önemli nedenlerinden biri yapının tavanına yakın olup, açıktan geçen çatı elemanları, klima, havalandırma, tesisat borularını kapatarak mekana görsel olarak katkı sağlamaktır. Öte yandan asma tavanlar tasarımcının elinde çok önemli bir araç olup, ses yalıtımı sağlamak, uygun olmayan tavan yüzeylerini düzeltmek, ısı kayıplarını önlenmek, aydınlatma sistemini düzenlenmek gibi amaçlar için kullanılmaktadırlar [4] [5] [6]. Günümüzde, doğru malzeme seçimi projenin başarısını etkileyen en önemli etkenlerden biri olup, en doğru malzemenin seçilmesi kararı niteliksel ve niceliksel etmenleri birlikte içeren bir süreçtir. Bilimsel yöntemler yardımıyla doğru malzemenin seçilmesi projenin başarısı açısından büyük önem taşımaktadır.

Bu çalışmada konaklama tesislerinin konuk odalarında kullanılacak en doğru asma tavan kaplama malzemesinin seçiminde bulanık analitik hiyerarşi (AHP) yöntemi kullanılmıştır. Yapım sektörüne yönelik olarak, çeşitli amaçlarla gerçekleştirilmiş bulanık mantık değerlendirme sisteminin kullanıldığı çalışmalar bulunmaktadır. Chao ve Skibniewski [7], teknolojinin uygulanmasında tutarlı kararlar üretmeyi amaçlayarak, yeni inşaat teknolojilerini değerlendirmek için bulanık mantık tabanlı, risk içeren bir yaklaşım sunmaktadır. Tah ve Carr [8], risk bileşenlerinin bulanık tahminlerine dayalı olarak bir projenin zaman, maliyet, kalite ve güvenlik başarımları ölçütleri açısından riske maruz kalma oranını değerlendirmek için bir metodoloji önermektedir. Zhang vd. [9] yaptıkları çalışmada, yapım sürecinde ortaya çıkan, kaynak talepleri ve inşaat faaliyetlerinin süresindeki belirsizliklerle başa çıkmak için ayrık olay yaklaşımını kullanmaktadır. Nasirzadeh vd. [10], risklerin kesin olmayan ve belirsiz doğası ile bulanık mantık sistemini bütünleştirmektedir. Önerilen yaklaşım çerçevesinde belirsizlik göz önünde bulundurularak risk yönetimi sürecinin farklı aşamaları desteklenmektedir. Poveda ve Fayek [11], tarafından yazılmış olan makale ise, inşaat ustalarının performansını tahmin etme ve değerlendirmede kullanılacak bir bulanık mantık modeli ortaya koymaktadır. Marzouk ve Amin [12], yürüttükleri araştırma çerçevesinde, fiyatlardaki değişime en duyarlı yapı malzemelerini belirlemek için bulanık mantık kullanan bir sistem sunmaktadır. Anbarcı ve Öz [13], yaptıkları çalışmada, personel seçim için bir bulanık mantık değerlendirme modeli önermektedir. Geliştirilen model, gerçek bir inşaat projesi için şantiye şefi seçiminde uygulanmış olup, elde edilen sonuçlar, önerilen yöntemin kullanılmasının etkili ve yararlı olabileceğini göstermektedir. Gajzler ve Zima [14] tarafından bir inşaat projesini değerlendirmek için önerilen karar destek modeli, tanımlanan 11 etkene dayalı olarak çeşitli değişkenleri karşılaştırmayı mümkün kılmaktadır. Bulanık mantığın kullanılması, projenin planlama ve hazırlık aşamasında projenin kesin parametrelerinin bilinmediği durumlarda analiz edilen olgunun daha doğru tanımlanmasını sağlamaktadır. Plebankiewicz vd. [15] sundukları modelde, teknolojik ve inşaat (uygulama) risk etmenlerinin etkilerini değerlendirmek için bulanık kümeler kuramını kullanmaktadır. Sunulan örnekler, bulanık mantığın eksik ve kesin olmayan bilgilerin söz konusu olduğu projelerde sorunları çözmede kullanışlı olduğunu kanıtlamaktadır. Nguyen vd. [16] yaptıkları çalışmada bulanık mantık içeren bir melez (hibrit) model geliştirmişlerdir. Söz konusu yaklaşım ile inşaat projeleri için belirsizliğin süre, maliyet ve kalite üzerindeki etkisinin yönetilmesi mümkün olmaktadır.

Bulanık mantık değerlendirme sisteminin malzeme seçimine yönelik yapılan çalışmalarda da zaman zaman kullanıldığı görülmektedir. Gül vd. [17] tercih sıralaması organizasyon yöntemi kullanarak yaptıkları malzeme seçimine yönelik çalışmada, pratik olarak uygulanabilecek bulanık çok ölçütü bir karar destek sistemi önermektedirler. Obradović ve Pamučar [18] tarafından yazılmış olan makale, bulanık mantığa dayalı yapı malzemelerinin seçimi için yeni bir model sunmaktadır. İnşaat malzemelerinin seçildiği bir binanın inşası ve işletilmesinin değerlendirilmesine yönelik olarak inşaat malzemesinin öncelikleri hakkında karar vermeye yardımcı olmak amacıyla bilgi temelli modüler bir bulanık mantık sistemi önerilmektedir. Özmen -Akyol vd. [19] yaptıkları çalışmada Bulanık İdeal Çözüm Benzerliği Tercih Sıralaması Tekniği (TOPSIS) yöntemi kullanarak denizel ortamlar için malzeme seçilmesine yönelik bir model oluşturmaktadır. Bu çalışma kapsamında ise bulanık mantık değerlendirme sistemi konaklama tesislerinde konuk odaları için asma tavan kaplama malzemesi seçimi sürecine destek olmak amacıyla kullanılmıştır.

2. MATERYAL VE METOD

Araştırma kapsamında öncelikli olarak yanıt aranan temel soru, iç mekan tasarım sürecinde asma tavan kaplama malzemelerinin başarımları ölçütlerinin belirlenerek, doğru seçimler yapılmasına destek olmaktır. Bu kapsamda yapılan kaynak taraması çerçevesinde asma tavan kaplamalarından beklenen başarımları özellikleri belirlenmiş ve elde edilen tüm sonuçlar bir tabloda özetlenmiştir. Konaklama tesislerinde kullanılacak asma tavan kaplama malzemesi seçimine odaklanan bu çalışma kapsamında, konaklama tesislerinde asma tavanlardan beklenen başarımları ölçütleri de araştırılmış ve tablo halinde özetlenmiştir. Çalışmanın ikinci aşamasında ise, elde edilen veriler kapsamında, konaklama tesislerinin konuk odalarında kullanılacak asma tavan kaplama malzemeleri karar destek sistemi yardımıyla değerlendirilmiştir. Elde edilen sonuçlara göre konaklama tesislerinin konuk odalarında kullanılmaya uygun beş malzeme bulanık analitik hiyerarşi yöntemi kullanılarak değerlendirilmiş ve çalışma sonunda bu malzemelerin verimlilik sıralamaları yapılmıştır.

2.1 . Kuramsal Çerçeve

Asma tavan kaplaması, asma tavan sistemi bileşenlerinden biri olup, renk, kalınlık, doku gibi farklı özelliklere sahip olabilmekte, hammadde ve tasarımlardan oluşabilmektedir. Kullanıcı ya da tasarımcının talebi doğrultusunda projede pek çok farklı tipte malzeme kullanılması söz konusu olmaktadır. Bu kapsamda TS EN 13964 'de [3] belirtilen asma tavan gereklerinden yola çıkılarak asma tavan kaplamasından beklenen özellikler teknik özellikler, çevresel özellikler ve dayanımla ilgili özellikler olmak üzere üç ana gruba ayrılmıştır.

2.1.1. Asma tavanlardan beklenen özellikler

Asma tavanlardan beklenen birinci ana özellik ses yutuculuk, ışık yansıtma ve ısı yalıtımından oluşan teknik özelliklerdir. İç mekanda işitsel konfor koşullarının sağlanmasında etkili olan yapı elemanları olan asma tavanlar, ses dalgasının tavan ile asma tavan boşluğu içinde yayılarak, bir mekandan diğerine, yukardaki ve aşağıdaki mekanlara kolaylıkla iletilmesi mümkün olmaktadır. Kullanılan kaplama malzemesinin, mineral yün, akustik levha gibi, birim ağırlığı düşük bir malzeme seçilmesi durumunda iletilen sesin düzeyi de farklılaşmaktadır [20]. Asma tavanlardan beklenen teknik özelliklerden ikinci grubu ışık yansıtma özelliği oluşturmaktadır. Asma tavanda kullanılacak olan kaplamanın yüzeyinde yansıtma özelliği isteniyorsa beklenen yansıtma oranını sağlamaya uygun renkte bir tavan malzemesinin seçilmesi önemlidir. Asma tavanlarda ışık yansıtma oranının yüksek olması, iç mekanlarda uygun düzeylerde aydınlatma sağlanması yanında, elektrik enerjisinin tüketiminin azaltılmasına da yardımcı olmaktadır. Asma tavanlardan beklenen teknik özelliklerin üçüncü grubunu ısı yalıtımı özelliği oluşturmaktadır. Asma tavan kaplama malzemeleri ısı yalıtım malzemeleri olmamakla birlikte, farklı ortamlar arasında ısı kayıplarını engelleyerek, ısı yalıtımına katkıda bulunmaları beklenmektedir. Asma tavan kaplamasının türüne bağlı olarak, arka yüzeye yerleştirilen doğru kalınlıkta ısı yalıtım malzemesi yardımıyla hacmin daha az enerji harcayarak ısıtılması ya da soğutulmasına mümkün olmaktadır [21].

Asma tavanlardan beklenen ikinci ana özellik iç ortam hava kalitesi ile hijyen, küf ve bakteri direncinden oluşan çevresel özelliklerdir. Piyasada satışa sunulmuş olan birçok asma tavan paneli, havadaki kimyasalların veya parçacıkların salınmasıyla iç ortam hava kalitesini olumsuz etkileyebilecek, insan sağlığını riske atacak malzemeler içerebilmektedir [22]. Malzeme seçiminde, asma tavanın hiçbir kısmında asbest açığa çıkmayacak ya da asbest içermeyecek, uçucu organik bileşen salınım oranı düşük olanların tercih edilmesi önemlidir. Özellikle, formaldehit içeren malzeme kullanılması durumunda dikkatli olunması, standartlara uygun davranılması gerekmektedir [3]. Öte yandan, yapılarda iç mekanlarda nemin varlığı küf, mantar, bakteri gibi zararlı mikrobiyolojik oluşumlara neden olabilmekte, iç ortamın hava kalitesini olumsuz etkileyerek, insan sağlığını tehdit edici bir unsur haline gelmektedir. Asma tavanlardan beklenen çevresel özelliklerden ikinci alt grubu hijyen, küf ve bakteri direnci oluşturmaktadır. Asma tavan malzemelerinin seçiminde, mantar ve bakteri oluşmasına dayanımı olan, tavan yüzeyini koruyan ve tavan boşluğunda oluşabilecek olumsuz etkileri ortadan kaldıracak özellikte olmasına özen gösterilmelidir. Hava dolaşımının mümkün olmadığı, havasız, aydınlık olmayan, sıcaklık farklılıklarının yüksek olduğu ortamlar küf oluşmasına ortam sağlamaktadırlar [23]. Küf ve bakterinin oluşumunun engellenmesi için özellikle organik olmayan malzemeler seçilmesine dikkat edilmelidir.

Asma tavanlardan beklenen üçüncü ana özellik yangın dayanımı ve yangın koruması, nem dayanımı, uzun ömür ve kolay sökülebilen özelliklerinden oluşan dayanımla ilgili özelliklerdir. Yangın yapıda çok hızlı ilerleyebilmekte, büyük oranda can ve mal kayıplarına neden olabilmektedir. Asma tavan sisteminin birleşim detayları ile tavan paneller arasında bırakılan boşluk, duman sızdırma oranını belirlemektedir. Tavan boşluğu içinde duman bir mekandan diğerine iletelebilmektedir [24]. Asma tavanların yangına dayanımının artması ile iletişim, havalandırma ve iklimlendirme sistemleri ile elektrik tesisatının da yangına karşı korunması mümkün olmaktadır. Yapısal elemanları yangının etkilerinden korumanın etkili bir yolu ise yanmaz asma tavan malzemelerinin kullanılmasıdır [25]. Asma tavanlardan beklenen dayanım özelliklerinden ikincisi grubu nem dayanımı oluşturmaktadır. Asma tavan bileşenleri ve malzemeleri seçilirken, uzun ömürlü olabilmesi için, uygulandıkları mekanda su ve neme maruz kalma olasılıkları ile neme karşı dayanımları göz önünde bulundurulması önemlidir. Asma tavanlar nem etkisi altında kaldıklarında tehlikeli bileşiklerin gazlarını çıkarabilmekte, kırıldığında veya kesildiğinde sağlığa zararlı havadaki partikülleri salılabilmekte, nem tutma yoluyla küf ve küf oluşumunu teşvik ederek kaplama yüzeyinde leke oluşumuna yol açabilmektedir [22]. Asma tavanlardan beklenen dayanım özelliklerinden üçüncü grubu uzun ömür beklentisi oluşturmaktadır. Binalarda yaygın olarak kullanılan asma tavan sistemleri, deprem sırasında en çok hasar görebilen, tavan arızalarının sık meydana gelebildiği yapısal olmayan bileşenlerdendir [26]. Asma tavanlarda yaşanan en yaygın arızalar, kaplama panellerinin yerinden oynaması veya düşmesi, asma tavan bağlantı elemanlarının kırılmasıdır. Bağlantı noktalarındaki hatalar kaplamanın ve tavanın bitişik kısımlarında domino etkisi ile rayların konumlarından düşmesine neden olur. Asma tavanlarda kullanılan malzemelerin, üretici tarafından önerilen bakımlarının yapılması ve kullanım ömrü boyunca zararlı işlemlerle karşı karşıya kalmamaları koşuluyla, uzun ömürlü ve

dayanıklı olmaları beklenmektedir [27]. Asma tavanlardan beklenen dayanım özelliklerinden dördüncü grubu kolay sökülebilmek beklentisi oluşturmaktadır. Tavan malzemesinin sökülebilir olması, asma tavanın içinden geçen tesisata kolayca ulaşılabilmesini sağlamaktadır. Tavanda olası bir sızıntı, tesisatta kaçak vb. durumlarda, asma tavanın tümüne zarar vermeden, kolayca ilgili yere ulaşılabilmesi mümkün olmaktadır. Tavan kaplama malzemesinin zarar görmesi, kırılması, eskimesi, iç mekan tasarımının yeniden düzenlenmesi, yönetmelikler ve standartlarda olabilecek bir değişiklik karşısında yenileme işlemi, kolay sökülebilenin getirdiği esneklik sayesinde kolaylıkla gerçekleştirilebilmektedir.

2.1.2 Asma tavanlarda kullanılan kaplama malzemeleri

Çalışmanın bu bölümünde asma tavanlarda kullanılan kaplama malzemeleri ile ilgili kaynak taraması yapılmıştır. Asma tavan kaplama malzemeleri kökenlerine göre ele alınmış, her bir malzeme teknik özellikleri, çevresel özellikleri ve dayanımla ilgili özellikleri kapsamında değerlendirilmiştir. Çalışmanın başında da belirtilmiş olduğu gibi günümüzde gelişen teknoloji sayesinde pek çok yeni malzeme üretilmiş, seçenekler artmıştır. Bu durumun tasarımcı için olumlu ve olumsuz etkileri olmaktadır. Seçenek zenginliğinin getirdiği olumlu koşullar, doğru malzeme seçiminin önemini de artırmaktadır. Her malzemenin yukarıda kısaca özetlenmiş olan asma tavan kaplama malzemelerinden beklentileri aynı düzeyde karşılaması mümkün değildir. Yapılan kaynak taramaları sonucu kısaca değerlendirilmiş olan tüm veriler Tablo 1’de özetlenmiş olup, kaplama malzemelerinin özellikleri 3 düzeyde ele alınmaktadır. Asma tavan kaplama malzemeleri sahip oldukları özelliklere göre yüksek (●), orta (○) ve düşük (x) olmak üzere derecelendirilmiştir. Tablo 1’de kaynak taramasının sonuçlarında da görüldüğü gibi, her malzeme bazı özellikleri üst düzeyde gösterirken bazı özellikleri daha düşük düzeyde gösterebilmektedir. Örneğin, ses yutuculuk özelliğinin ana seçim ölçütü olduğu bir asma tavan kaplama malzemesinin seçimi yapılacaksa, yapısında çok küçük boşluklar bulunan alçı, bu boşluklar sayesinde üzerine gelen ses dalgalarının azalarak yansması mümkün olduğu için tercih nedeni olabilmektedir. Alçı kökenli malzemeler, hacim içinde özellikle akustik amaçlarla üretilmiş elemanlar kullanılarak, ses düzenleyici olarak işlev görmektedirler [2]. Estetik beklentilerin öne çıktığı, akustik beklentilerin geride kaldığı mekanlar için malzeme seçimi yapılırken, metal kaplamaların tercih nedeni olduğu durumlarda, ondüle ya da düz sac olarak kullanılması durumunda, kaplamanın arka tarafının ses yutucu malzemeler ile desteklenmesi yoluyla farklı uygulamalara gitmek de mümkün olmaktadır. Metal malzemenin kendisi yansıtıcı olmasına rağmen, yüzeyindeki boşluklar sayesinde, ses dalgası kaplamanın arka tarafındaki ses yutucu tabakaya ulaşmakta ve orada yutulmaktadır [29]. Öte yandan, nem dengesinin arandığı başka bir mekan için malzeme seçimi yapılması durumunda, alçının içindeki boşluk oranının yüksek olmasının iç mekandaki nem dengesinin sağlanmasına yardımcı olması da, alçı kökenli asma tavan kaplama malzemelerinin tercih edilmesine neden olabilmektedir. Alçı, nem oranının yüksek olduğu durumlarda nemi yutar, hava kuruduğunda ise geri vermektedir [28]. Öte yandan, ahşabın ısı iletkenlik katsayısı oldukça düşük olduğu için iyi bir ısı yalıtımı malzemesi olup ısı yalıtımının önem kazandığı yerde tercih edilebilmektedir. Sıcaklık etkisiyle boyut ve hacim değiştirmemekte (genleşmez), rutubet kaybettiği için, kurumakta ve daralmaktadır [30]. İç ortam hava kalitesinin üretiminde yapıstırıcı olarak kullanılan malzemelerin sağlığa zararlı kimyasallar içermemesi de insan sağlığı açısından önemlidir. Ahşap kökenli ürünlerin emisyon salınımı yüksek olduğu için iç ortam hava kalitesini olumsuz etkilemektedir [31].

Mineral kökenli asma tavan kaplama malzemelerinden taş yünü, asma tavan malzemeleri yangın riski olan yapılarda, alevlenmeyen ve yüksek sıcaklıklarda zehirli gaz çıkarmayan bir malzeme olması nedeniyle, yangın yalıtımı amacıyla kullanılmaktadır [32]. Yangına karşı direnci yüksek bir başka malzemede seramiktir [2]. Öte yandan, yangınla dayanımı ile iç ortam hava kalitesinin önem kazandığı bir mekanda taş yünü asma tavan kaplama malzemeleri çok miktarda solunması durumunda insan sağlığını tehdit eden, akciğerlere zararlı sonuçlar doğurabilmektedir [33]. Benzer bir durum, mineral kökenli bir başka asma tavan kaplaması olan, cam yünü için de geçerlidir. Çok miktarda solunması durumunda insan sağlığını tehdit ederek akciğerler için zararlı etkiler doğurabilmektedir. Taş yünü gibi küf tutmayan, çürümeyen, korozyon ve paslanma yapmayan cam yünü, çevre için bir risk oluşturmamaktadır. Bununla birlikte, bu tür malzemeler dokunulduğunda ya da gözlerle temas ettiğinde alerjik reaksiyona neden olabilmektedirler [33].

Malzeme seçiminin bir ya da iki ölçüt üzerinden gerçekleşmesi durumunda kolaylıkla yürütülmesi mümkün olan bu süreç, farklı düzeyde çeşitli ölçütlerin karşılanması beklendiği durumda doğru seçim yapılmasını zorlaştırmaktadır. Bu durumda, asma tavandan hangi özelliğin beklendiğinin öncelikle belirlenmesi ve bu beklentilerin net olarak ortaya konmasından sonra en doğru malzemenin seçilmesi büyük önem taşımaktadır.

Tablo 1. Asma tavan kaplama malzemelerinin özellikleri

Asma tavan kaplama malzemeleri	Teknik özellikler			Çevresel özellikler		Dayanımla ilgili özellikler			
	Ses yutuculuk	Işık yansıtma	Isı yalıtımı	İç ortam hava kalitesi	Hijyen	Yangın	Nem dayanımı	Uzun ömür	Kolay sökülebilmek
Alçı döküm	x	●	○	○	●	●	○	○	x
İki yüzü karton kaplı alçı levha	○	●	○	○	●	●	○	○	●
Akustik alçı levha	●	●	○	●	●	●	○	○	●
Özel alçı plaka	●	●	○	●	●	●	●	○	●
Metal levha	○	●	○	●	○	●	○	●	●
Metal ızgara levha	x	○	○	○	x	●	○	●	●
Metal lamel	x	○	○	○	x	●	○	●	●
Doğal ahşap levha	○	○	●	●	○	○	x	○	●
Ahşap lif levha	○	○	●	○	○	○	x	○	●
Ahşap yonga levha	○	○	●	○	○	○	x	○	●
Ahşap talaş levha	○	○	●	○	○	○	○	○	●
Taş yünü levha	●	●	●	●	○	●	●	○	○
Cam yünü levha	●	●	●	●	x	●	●	○	○
Pleksiglas	x	○	x	○	○	x	●	○	○
Gergi asma tavan	x	x	x	○	○	x	○	○	x
Cam	x	○	x	○	○	x	●	●	●
Kumaş	●	x	x	○	x	x	x	○	○
Seramik	x	x	○	○	●	○	●	●	●

2.1.3. Konaklama Yapıları

Yolcu ve turistlere geceleme, geçici konaklama sağlamak gereksiniminden doğmuş olan konaklama yapılarında kalan müşterilerin evindeki konforu bulabilmesi ve çok yönlü hizmet alabilmesi amaçlanmaktadır [34]. Konaklama yapılarının iç mekanlarını çeşitli açılardan sınıflandırmak mümkündür. Bu çalışma kapsamında kabul yeri ve lobiler, konuk odaları, koridorlar ve kaçış yolları, mutfaklar, soğutma odaları, nemli ve sıhhi alanlar, olarak sınıflandırılmaktadır. Konaklama yapılarında asma tavanlarda, konuk odalarında akustik alçı, ahşap malzemeler, mineral kökenli taş yünü veya cam yünü akustik konfor ve ısı yalıtımlı malzeme olmaları dolayısıyla tercih edilmektedir. Mutfak ve soğutma odalarında oluşabilecek nem nedeniyle, alüminyum kaplama veya nem dayanımlı alçı kullanılması önerilmektedir. Öte yandan esneklik ve kolaylık sağlayacağı için, bu alanlarda sökülebilir özellikli tavan sisteminin kullanılması tavsiye edilmektedir. Kabul yeri ve lobilerde öncelik sıralamasında ilk olarak estetik gelmekte olup, asma tavan kaplama malzemesi olarak, metal, ahşap, alçı ve diğer kaplama malzemelerinin kullanılması mümkündür. Bu alanlarda kullanılan malzemeleri seçerken iç ortam hava kalitesine katkıda bulunanların tercih edilmesi beklenmektedir. Sıhhi ve nemli alanlarda, alüminyum ham maddeli metallerin veya nem dayanımlı alçının kullanılması önerilmektedir. Koridor ve kaçış alanlarında, metal veya yangın dayanımlı ve korumalı alçı malzemeler kullanılmalıdır. Asma tavanlarda, binanın enerji gereksiniminin en alt düzeye indirilmesine katkıda bulunmak [32] [35], uygun malzemenin seçilmesiyle mümkün olmaktadır. Asma tavanların ses yalıtımına katkı sağlayacak şekilde tasarlanması ve uygulanması da önemli bir başka koşuldur. Elde edilen kaynak taramaları çerçevesinde, konaklama mekanlarında konuk odalarından beklenen asma tavan

kaplaması özellikleri de Tablo 2’de değerlendirilmektedir. Konaklama yapılarında belli başlı iç mekanlarda asma tavan kaplama malzemelerinden beklenen konfor koşulları yüksek (●), orta (○) ve düşük (x) olmak üzere derecelendirilmiştir.

Tablo 2. Konaklama yapılarında iç mekanlarda asma tavanlardan beklenen konfor koşulları

Mahaller	Teknik özellikler			Çevresel özellikler		Dayanımla İlgili Özellikler			
	Ses Yutuculuk	Işık Yansıtma	Isı Yalıtımı	İç Ortam Hava Kalitesi	Hijyen	Yangın	Nem Dayanımı	Uzun Ömür	Kolay Sökülebilme
Konuk Odaları	●	○	●	○	○	○	X	○	x
Mutfaklar, Soğutma Odaları	○	○	○	○	○	○	●	○	○
Resepsiyon ve Lobiler	○	○	○	●	○	○	X	○	x
Nemli ve Sıhhi Alanlar	●	x	○	○	○	○	●	○	●
Koridorlar, Kaçış Yolları	x	x	○	○	○	●	X	●	○

Konaklama yapılarının planlamasında en önemli kısmı konuk odaları oluşturduğu için, bu çalışma kapsamında konuk odalarında asma tavan kaplama malzemesinin seçimi bulanık analitik hiyerarşi yöntemi kullanılarak, Tablo 2’deki veriler çerçevesinde yeniden değerlendirilmiştir. Bu çerçevede, konuk odaları teknik özellikler açısından değerlendirildiğinde ses yutuculuk ve ısı yalıtımı açısından yüksek konfor koşulları [36], ışık yansıtma açısından ortalama düzeyde konfor koşulları aranmaktadır. Konuk odaları çevresel özellikler açısından değerlendirildiğinde, asma tavanlardan iç ortam hava kalitesi ve hijyen açısından ortalama düzeyde başarımlı göstermesi beklenmektedir [37]. Malzemenin dayanımıyla ilgili özellikler açısından değerlendirildiğinde yangın [38] ve uzun ömür açısından ortalama düzeyde, nem dayanımı ile kolay sökülebilmek açısından düşük düzeyde başarımlı yeterlidir.

2.2 Bulanık Analitik Hiyerarşi Yöntemi

Analitik Hiyerarşi Yöntemi çok amaçlı karar verme yöntemi olup, Thomas L. Saaty tarafından geliştirilmiştir. Bir karar verme problemi olup, seçenek kümesinden en az bir etmen veya amaca göre en uygununun seçimi olarak tanımlanabilmektedir. Bu karar verme problemi, seçenekler arasında en iyisinin, bir hedef ve bu hedefi etkileyen etkenler dikkate alınarak, seçilmesi olarak düşünülebilir. Analitik Hiyerarşi Yöntemi karar almada, matematiksel bir yöntem olup, nitel ve nicel değişkenleri bir arada değerlendiren bir süreç içermektedir [39].

2.2.1 Bulanık mantık ve bulanık kümeler kuramı

Lotfi Zadeh tarafından ilk olarak kullanılmış olan bulanık mantık belirsizliği açıklama açısından önemli üstünlüğe sahip bir yöntem olarak ön plana çıkmıştır [40]. Kuram, matematiksel işlemleri ve programlamayı bulanık alanda uygulamaya uygun olup, etmenler ve ölçütler kesin sınırlamalar olmadan sınıflandırılabilir [41]. Gerçek yaşam problemlerinin tanımlanması ve çözülmesi için uygun bir yöntem olup, kesin olmayan ve belirsizliğin söz konusu olduğu durumlar için kullanışlı bir teknik olarak tanımlanmaktadır [42]. “Evet” ya da “hayır”, “doğru” ya da “yanlış” gibi klasik değişkenler yerine ortalama değerlerin, “orta”, “yüksek”, “düşük” gibi, kullanıldığı çok değişkenli bir kuramdır [43]. Bulanık kümeler, üyelik fonksiyonları ile tanımlanmakta olup, A bulanık kümesi üyelik fonksiyonu $\mu_A(x)$ ile gösterilmektedir. Bir etmenin bir kümeye üyeliği 0 ile 1 arasında değişen bir sayı ile belirlenmektedir. Bir x etmeninin A kümesine kesinlikle ait olması $\mu_A(x)=1$, kesinlikle ait olmaması ise $\mu_A(x)=0$ ile tanımlanmaktadır. Üyelik derecesi değerinin daha yüksek olduğu durumda, x etmeninin A kümesine ait olma derecesinin daha yüksek olduğu anlamına gelmektedir. Bulanık kümelerde işlem kolaylığı sağlamak amacıyla bulanık sayılar kullanılmaktadır. Üçgen bulanık sayılar bulanık sayıların özel bir sınıfı olup yapılan çalışmalarda yaygın olarak kullanıldığı görülmektedir [44]. Üç gerçek sayı ($l \leq m \leq u$) ile ifade edilmekte olup üyelik fonksiyonu bu üçgen bulanık sayılar kullanılarak tanımlanır. Bulanık bir olayda l, m, u ifadeleri

sırasıyla en düşük olasılık, net değer ve en yüksek olasılık anlamına gelir. Alt ve üst sınırları gösteren l ve u değerleri bulanıklığın kapsamını da ifade etmektedir. Üçgen bulanık sayının üyelik fonksiyonu Eş. 1'de ifade edildiği gibidir [45]:

$$\mu_A(x) = \begin{cases} (x-l)/(m-l), & l \leq x \leq m \\ (u-x)/(u-m), & m \leq x \leq u \\ 0, & \text{diğer durumlarda} \end{cases} \quad (1)$$

$\tilde{A} = (l_a, m_a, u_a)$ ve $\tilde{B} = (l_b, m_b, u_b)$ iki üçgen bulanık sayı olup, bulanık sayılar üzerindeki temel bulanık aritmetik işlemler Eş. 2 – Eş.7 gibi tanımlanır:

$$\text{Toplama: } \tilde{A} \oplus \tilde{B} = (l_a + l_b, m_a + m_b, u_a + u_b) \quad (2)$$

$$\text{Çıkarma: } \tilde{A} - \tilde{B} = (l_a - u_b, m_a - m_b, u_a - l_b) \quad (3)$$

$$\text{Çarpma: } \tilde{A} \otimes \tilde{B} = (l_a l_b, m_a m_b, u_a u_b) \quad (4)$$

$$\text{Bölme: } \tilde{A} / \tilde{B} = (l_a / u_b, m_a / m_b, u_a / l_b) \quad (5)$$

$$\text{Negatif: } -\tilde{A} = (-l_a, -m_a, -u_a) \quad (6)$$

$$\text{Tersini Alma: } \tilde{A}^{-1} = (1/u_a, 1/m_a, 1/l_a) \quad (7)$$

Hiyerarşik modelin oluşturulmasından sonraki adım, her bir etmen temelinde seçeneklerin değerlendirilerek ve etmenlerin kendi aralarındaki önem derecelerinin belirlenmesine yönelik olarak, ikili karşılaştırma matrisleri oluşturulmasıdır. Saaty [39] tarafından önerilen 1-9 önem skalası (Tablo 3), bu matrislerin oluşturulmasında kullanılmaktadır.

Tablo 3. Önem skalası değerleri

Değer	Tanım	Açıklama
1	Eşit önemli	İki seçenekte eşit derecede öneme sahip
3	Biraz önemli	Tecrübe ve yargı bir ölçütü diğerine karşı biraz üstün kılmakta
5	Fazla önemli	Tecrübe ve yargı bir ölçütü diğerine karşı oldukça üstün kılmakta
7	Çok fazla önemli	Bir ölçüt diğerine göre üstün sayılmıştır
9	Aşırı derece önemli	Bir ölçütün diğerinden üstün olduğunu gösteren kanıt çok büyük güvenilirliğe sahiptir
2 4 6 8	Ara değerler	Uzlaşma durumunda iki ardışık yargı arasındaki değerler

Karşılaştırmalar için Tablo 4 'de verilen üçgen bulanık sayılar kullanılmış olup, Prakash [46] tarafından Saaty'nin 1-9 önem skalası (Tablo 3) temel alınarak oluşturulmuştur. Bu aşamayı etmenler ve alt etmenler için belirlenen bulanık ağırlıkların kullanılarak alt etmenler için global bulanık ağırlıkların belirlenmesi takip etmektedir. Global bulanık ağırlıklar alt etmenin ait olduğu ana etmenin bulanık ağırlığı ile alt etmenin kendi bulanık ağırlığının çarpılması ile hesaplanmaktadır.

Tablo 4. Etmenlerin karşılaştırılmasında kullanılan bulanık sayılar

1-9 Skala değeri sayılar	Bulanık sayılar	1-9 Skala değeri	Bulanık sayılar
1	(1 1 1)	1/1	(1/1 1/1 1/1)
2	(1 2 4)	1/2	(1/4 1/2 1/1)
3	(1 3 5)	1/3	(1/5 1/3 1/1)
5	(3 5 7)	1/5	(1/7 1/5 1/3)
7	(5 7 9)	1/7	(1/9 1/7 1/5)
9	(7 9 11)	1/9	(1/11 1/9 1/7)

Elde edilen global ağırlıklar yardımıyla malzemeler değerlendirilmekte; her bir malzemenin bulanık öncelikleri hesaplanmaktadır. Malzemelerin, alt etmenler düzeyinde değerlendirilmesi Chan vd. [47] tarafından önerilmiş olan dilsel değişkenler ve bu dilsel değişkenler için tanımlanan üçgen bulanık sayılar kullanılarak yapılmaktadır (Tablo 4). Her malzemenin bulanık öncelik değeri, alt etmen bulanık ağırlıklarının toplanması yoluyla bulunmaktadır (Tablo 5). Bulanık öncelik değerleri, dilsel değişkenlerin sayısal karşılıklarının üçgen bulanık sayılarla ifade edilmesidir.

Tablo 5. Bulanık değerlendirme skalası

Dilsel Değişken	Üçgen Bulanık Sayı
Çok İyi (Çİ)	(3 5 5)
İyi (İ)	(1 3 5)
Orta (O)	(1 1 1)
Düşük (D)	(1/5 1/3 1)
Çok Düşük (ÇD)	(1/5 1/5 1/3)

2.2.2 Bulanık AHP ile konaklama yapılarında konuk odalarının asma tavan kaplaması seçilmesi

1. Adım: Asma tavan malzemelerinin fiziksel özelliklerinin anlatımı için gerekli bilgiler, derlenip amaca uygun olabilecek şekilde özetlenmiştir. Araştırmanın yanıt aradığı temel soru, asma tavan kaplama malzemelerinin başarımlarının belirlenmesi yoluyla, doğru malzeme seçimlerinin yapılarak, asma tavan kaplamalarından yeterli oranda verim alınmasının sağlanmasıdır. Bir kaynak taraması yapılmış elde edilen sonuçlar ile TS EN 13964 [3] kapsamında sıralanmış olan asma tavan gerekleri çerçevesinde, asma tavan kaplamalarından beklenen özellikler belirlenmiştir. Bir sonraki aşamada ise, asma tavan kaplaması olarak kullanılan malzemelere yönelik başarımların belirlenmesi ve elde edilen tüm sonuçlar bir Tablo 1’de özetlenmiştir. Gerçekleştirilmiş kaynak taramaları sonucunda asma tavan kaplama malzemelerinin seçim sürecinde kullanılacak olan ana etmen ve alt etmenler Tablo 6’da görüldüğü gibidir.

Tablo 6. Asma tavan kaplama malzemelerinin seçiminde kullanılacak ana etmen ve alt etmenler

Teknik özellikler	Çevresel özellikler	Dayanımla ilgili özellikler
Ses yutuculuk	İç ortam hava kalitesi	Nem dayanımı
Işık yansıtma	Hijyen	Uzun ömür
Isı yalıtımı		Kolay sökülme

2. Adım: Asma tavan kaplama malzemelerinin seçiminde kullanılacak olan ana ve alt etmenlerin belirlenmesinden sonra ağırlık tanımlama aşamasına geçilmiş, Tablo 4’te verilen üçgen bulanık sayılar kullanılarak ana etmen ve alt etmenlerin karşılaştırması yapılmıştır. Karşılaştırma çalışmanın ilk aşamasında ana ve alt etmenlerin belirlenmesine yönelik yapılan görüşmeler ve kaynak taraması sürecinde hazırlanmış olan Tablo 1’deki veriler kullanılarak yapılmıştır (Tablo 7).

Tablo 7. Ana etmenler için oluşturulan ikili karşılaştırma matrisi ve bulanık ağırlıklar

Etmenler	Teknik	Çevresel	Dayanım	Bulanık Ağırlıklar
Teknik	(1 1 1)	(3 5 7)	(1 3 5)	(0,38 0,61 0,99)
Çevresel	(1/7 1/5 1/3)	(1 1 1)	(3 5 7)	(0,12 0,27 0,57)
Dayanım	(1/5 1/3 1)	(1/7 1/5 1/3)	(1 1 1)	(0,07 0,12 0,18)

Ana etmenler ikili karşılaştırmalar ile değerlendirilmiş, ikili karşılaştırma matrislerinden bulanık ağırlıkların belirlenmesi için bulanık geometrik ortalama yöntemi kullanılmıştır. Tablo 7’de ana etmenlerin ağırlıklarının belirlenmesi için oluşturulan ikili karşılaştırma matrisi verilmiştir. Bulanık geometrik ortalama yöntemi ile yapılan hesaplamaların gösterildiği çizelgede, elde edilen bulanık ağırlıklara son sütununda yer verilmiştir.

3. Adım: Ana etmen ağırlıklarının belirlenmesinden sonra alt etmen ağırlıklarının belirlenmesine geçilmiş, benzer şekilde alt etmen ağırlıkları da belirlenmiştir. Alt etmenler ikili karşılaştırmalar ile değerlendirilmiş, ana etmenlerde olduğu gibi, alt etmenlerde de ikili karşılaştırma matrislerinden bulanık ağırlıkların belirlenmesi için bulanık geometrik ortalama yöntemi kullanılmıştır. Alt etmenlerin bulanık önem ağırlıkları hesaplanmıştır. İlk olarak, teknik etmenlere ait ikili karşılaştırma matrisi hazırlanmış ve bulanık ağırlıklar hesaplanmıştır. Ses

yutuculuk, ışık yansıtma ve ısı yalıtımı alt etmenlerinin ağırlıklarının belirlenmesi için oluşturulan ikili karşılaştırma matrisi Tablo 8'de verilmiştir.

Tablo 8. Teknik alt etmenler için oluşturulan ikili karşılaştırma matrisi ve bulanık ağırlıklar

Teknik Etmenler	Ses yutuculuk	Işık yansıtma	Isı yalıtımı	Bulanık ağırlıklar
Ses Yutuculuk	(1 1 1)	(3 5 7)	(1 1 1)	(0,50 0,57 0,62)
Işık Yansıtma	(1/7 1/5 1/3)	(1 1 1)	(1 3 5)	(0,13 0,23 0,40)
Isı Yalıtımı	(1 1 1)	(1/5 1/3 1)	(1 1 1)	(0,18 0,20 0,22)

İkinci olarak, çevresel etmenlere ait ikili karşılaştırma matrisi hazırlanmış ve bulanık ağırlıklar hesaplanmıştır. İç ortam hava kalitesi ve hijyen alt etmenlerinin ağırlıklarının belirlenmesi için oluşturulan ikili karşılaştırma matrisi Tablo 9'da verilmiştir.

Tablo 9. Çevresel alt etmenler için oluşturulan ikili karşılaştırma matrisi ve bulanık ağırlıklar

Çevresel etmenler	İç ortam hava kalitesi	Hijyen	Bulanık ağırlıklar
İç ortam hava kalitesi	(1 1 1)	(1 3 5)	(0,34 0,63 1,3)
Hijyen	(1/5 1/3 1)	(1 1 1)	(0,17 0,37 0,66)

Son olarak, dayanım etmenlerine ait ikili karşılaştırma matrisi hazırlanmış ve bulanık ağırlıklar hesaplanmıştır. Yangın, nem dayanımı, uzun ömür ve kolay sökülme alt etmenlerinin ağırlıklarının belirlenmesi için oluşturulan ikili karşılaştırma matrisi Tablo 10'da verilmiştir. Bulanık geometrik ortalama yöntemi ile yapılan hesaplamaların gösterildiği tablolarda, alt etmenlerine ait elde edilen bulanık ağırlıklara son sütunlarda yer verilmiştir.

Tablo 10. Dayanım alt etmenleri için oluşturulan ikili karşılaştırma matrisi ve bulanık ağırlıklar

Dayanım etmenleri	Yangın	Nem dayanımı	Uzun ömür	Kolay sökülme	Bulanık ağırlıklar
Yangın	(1 1 1)	(3 5 7)	(1 1 1)	(3 5 7)	(0,30 0,42 0,59)
Nem dayanımı	(1/7 1/5 1/3)	(1 1 1)	(1/7 1/5 1/3)	(1/5 1/3 1)	(0,06 0,07 0,10)
Uzun ömür	(1 1 1)	(3 5 7)	(1 1 1)	(1 3 5)	(0,27 0,36 0,48)
Kolay sökülme	(1/7 1/5 1/3)	(1 3 5)	(1/5 1/3 1)	(1 1 1)	(0,11 0,15 0,21)

4. Adım: Ana etmenler ile alt etmenler için belirlenen bulanık ağırlıklar kullanılarak alt etmenler için global bulanık ağırlıklar hesaplanmıştır (Tablo 11). Global bulanık ağırlıklar alt etmenlerin ait olduğu ana etmenin bulanık ağırlığı ile alt etmenin kendi bulanık ağırlığının çarpılması ile hesaplanmaktadır. Alt etmenlerin global bulanık ağırlıkları sonraki adımda kaplama malzemelerinin toplam bulanık önceliğinin hesaplanmasında kullanılmaktadır.

Tablo 11. Alt etmenler için global bulanık ağırlıklar

Etmenler ve Bulanık Ağırlıklar	Alt Etmenler ve Bulanık Ağırlıklar	Alt Etmenler Global Bulanık Ağırlıkları
Teknik Etmenler (0,38 0,61 0,99)	Ses Yutuculuk (0,50 0,57 0,62) Işık Yansıtma (0,13 0,23 0,40) Isı Yalıtımı (0,18 0,20 0,22)	(0,192 0,348 0,611) (0,051 0,142 0,397) (0,067 0,122 0,214)
Çevresel Etmenler (0,12 0,27 0,57)	İç Ortam Hava Kalitesi (0,34 0,63 1,3) Hijyen (0,17 0,37 0,66)	(0,040 0,170 0,744) (0,020 0,100 0,378)
Dayanım Etmenleri (0,07 0,12 0,18)	Yangın (0,30 0,42 0,59) Nem Dayanımı (0,06 0,07 0,10) Uzun Ömür (0,27 0,36 0,48) Kolay Sökülme (0,11 0,15 0,21)	(0,021 0,050 0,104) (0,004 0,008 0,018) (0,019 0,043 0,084) (0,008 0,018 0,037)

5. Adım: Global bulanık ağırlıkların belirlenmesinin ardından asma tavan kaplama malzemelerinin değerlendirilmesi aşamasına geçilmiştir. Elde edilen veriler çerçevesinde, asma tavan kaplamalarının özellikleri ile konaklama tesislerindeki konuk odalarında kullanılacak asma tavan kaplamasından beklenen başarımların özellikleri karşılaştırıldığında akustik alçı, taş yünü, cam yünü, doğal ahşap ve ahşap lif levha asma tavan kaplama malzemelerinin kullanımının uygun olduğu sonucuna varılmıştır. Beş kaplama malzemesi, Tablo 1’de kaynak taraması sonucunda elde edilen veriler, Tablo 5’teki dilsel değişkenler kullanılarak, her malzemeye alt etmenler temelinde değerlendirilmiştir. Asma tavan kaplama malzemelerinin, toplam bulanık öncelikleri hesaplanmıştır (Tablo12-16).

Tablo 12. Akustik alçı levha asma tavan için toplam bulanık öncelik

Alt etmenler	Global bulanık ağırlıklar	Akustik alçı levha asma tavan		
		Oran	Puan	Ağırlık
Ses yutuculuk	(0,192 0,348 0,611)	Çİ	(3 5 5)	(0,577 1,740 3,056)
Işık yansıtıcılık	(0,051 0,142 0,397)	İ	(1 3 5)	(0,051 0,425 1,985)
Isı yalıtımı	(0,067 0,122 0,24)	D	(0,20 0,33 1)	(0,013 0,041 0,214)
İç ortam hava kalitesi	(0,040 0,170 0,744)	Çİ	(3 5 5)	(0,121 0,849 3,721)
Hijyen	(0,020 0,100 0,378)	İ	(1 3 5)	(0,020 0,299 1,889)
Yangın	(0,021 0,050 0,104)	Çİ	(3 5 5)	(0,063 0,249 0,519)
Nem dayanımı	(0,004 0,008 0,018)	D	(0,20 0,33 1)	(0,001 0,003 0,018)
Uzun ömür	(0,019 0,043 0,084)	O	(1 1 1)	(0,019 0,043 0,084)
Kolay sökülme	(0,008 0,018 0,037)	İ	(1 3 5)	(0,008 0,053 0,185)
Toplam Bulanık Öncelik				(0,873 3,703 11,671)

Her malzemeye ait toplam bulanık öncelikler sonraki aşamada yapılan karşılaştırmalarda kullanılmak üzere hesaplanan ve malzemelerin beklenen özellikleri hangi düzeyde sağladığını simgeleyen değer aralığını göstermektedir. İlk olarak akustik alçı levha değerlendirilmiş ve sonuçlar Tablo 12’de özetlenmiştir. Tablonun en alt satırında akustik alçı levhaya ait toplam bulanık öncelik değeri hesaplanmıştır.

Tablo 13. Taş yünü levha asma tavan için toplam bulanık öncelik

Alt Etmenler	Global Bulanık Ağırlıklar	Taş Yünü Levha Asma Tavan		
		Oran	Puan	Ağırlık
Ses Yutuculuk	(0,192 0,348 0,611)	Çİ	(3 5 5)	(0,577 1,740 3,056)
Işık Yansıtma	(0,051 0,142 0,397)	İ	(1 3 5)	(0,051 0,425 1,985)
Isı Yalıtımı	(0,067 0,122 0,214)	Çİ	(3 5 5)	(0,202 0,610 1,071)
İç Ortam Hava Kalitesi	(0,040 0,170 0,744)	İ	(1 3 5)	(0,040 0,509 3,721)
Hijyen	(0,020 0,100 0,378)	O	(1 1 1)	(0,020 0,100 0,378)
Yangın	(0,021 0,050 0,104)	Çİ	(3 5 5)	(0,063 0,249 0,519)
Nem Dayanımı	(0,004 0,008 0,018)	İ	(1 3 5)	(0,004 0,025 0,088)
Uzun Ömür	(0,019 0,043 0,084)	O	(1 1 1)	(0,019 0,043 0,084)
Kolay Sökülme	(0,008 0,018 0,037)	O	(1 1 1)	(0,008 0,018 0,037)
Toplam Bulanık Öncelik				(0,984 3,719 10,939)

İkinci olarak taş yünü levha değerlendirilmiş ve sonuçlar Tablo 13’de özetlenmiştir. Tablonun en alt satırında taş yünü levhaya ait toplam bulanık öncelik değeri hesaplanmıştır.

Tablo 14. Cam yünü levha asma tavan için toplam bulanık öncelik

Alt Etmenler	Global Bulanık Ağırlıklar	Cam Yünü Levha Asma Tavan		
		Oran	Puan	Ağırlık
Ses Yutuculuk	(0,192 0,348 0,611)	Çİ	(3 5 5)	(0,577 1,740 3,056)
Işık Yansıtıcılık	(0,051 0,142 0,397)	O	(1 1 1)	(0,051 0,142 0,397)
Isı Yalıtımı	(0,067 0,122 0,214)	Çİ	(3 5 5)	(0,202 0,610 1,071)
İç Ortam Hava Kalitesi	(0,040 0,170 0,744)	İ	(1 3 5)	(0,040 0,509 3,721)
Hijyen	(0,020 0,100 0,378)	D	(0,20 0,33 1)	(0,004 0,033 0,378)
Yangın	(0,021 0,050 0,104)	İ	(1 3 5)	(0,021 0,149 0,519)
Nem Dayanımı	(0,004 0,008 0,018)	İ	(1 3 5)	(0,004 0,025 0,088)
Uzun Ömür	(0,019 0,043 0,084)	O	(1 1 1)	(0,019 0,043 0,084)
Kolay Sökülme	(0,008 0,018 0,037)	O	(1 1 1)	(0,008 0,018 0,037)
Toplam Bulanık Öncelik				(0,926 3,270 9,351)

Sonraki aşamalarda benzer şekilde cam yünü, doğal ahşap ve ahşap lif levha asma tavan kaplama malzemelerinin her birine ait Tablo 1'deki veriler, dilsel değişkenler kullanılarak, alt etmenler temelinde değerlendirilmiştir (Tablo 14 -16). Tablonun en alt satırında her bir malzemeye ait toplam bulanık öncelik değeri hesaplanmıştır. Toplam bulanık öncelikler, bir önceki aşamada hesaplanmış olan her bir alt etmene ait global bulanık ağırlıklar kullanılarak, sonraki aşamada yapılan karşılaştırmalarda kullanılmak üzere hesaplanan ve her bir malzemenin beklenen özellikleri hangi düzeyde sağladığını simgeleyen değer aralığını göstermektedir.

Tablo 15. Doğal ahşap asma tavan için toplam bulanık öncelik

Alt Etmenler	Global Bulanık Ağırlıklar	Doğal Ahşap Asma Tavan		
		Oran	Puan	Ağırlık
Ses Yutuculuk	(0,192 0,348 0,611)	D	(0,20 0,33 1)	(0,038 0,116 0,611)
Işık Yansıtıcılık	(0,051 0,142 0,397)	O	(1 1 1)	(0,051 0,142 0,397)
Isı Yalıtımı	(0,067 0,122 0,214)	O	(1 1 1)	(0,067 0,122 0,214)
İç Ortam Hava Kalitesi	(0,040 0,170 0,744)	Çİ	(3 5 5)	(0,121 0,849 3,721)
Hijyen	(0,020 0,100 0,378)	O	(1 1 1)	(0,020 0,100 0,378)
Yangın	(0,021 0,050 0,104)	D	(0,20 0,33 1)	(0,004 0,017 0,104)
Nem Dayanımı	(0,004 0,008 0,018)	D	(0,20 0,33 1)	(0,001 0,003 0,018)
Uzun Ömür	(0,019 0,043 0,084)	O	(1 1 1)	(0,019 0,043 0,084)
Kolay Sökülme	(0,008 0,018 0,037)	Çİ	(3 5 5)	(0,023 0,089 0,185)
Toplam Bulanık Öncelik				(0,345, 1,480, 5,711)

Tablo 16. Ahşap lif levha asma tavan için toplam bulanık öncelik

Alt Etmenler	Global Bulanık Ağırlıklar	Ahşap Lif Levha Asma Tavan		
		Oran	Puan	Ağırlık
Ses Yutuculuk	(0,192 0,348 0,611)	İ	(1 3 5)	(0,192 1,044 3,056)
Işık Yansıtıcılık	(0,051 0,142 0,397)	O	(1 1 1)	(0,051 0,142 0,397)
Isı Yalıtımı	(0,067 0,122 0,214)	İ	(1 3 5)	(0,067 0,366 1,071)
İç Ortam Hava Kalitesi	(0,040 0,170 0,744)	O	(1 1 1)	(0,040 0,170 0,744)
Hijyen	(0,020 0,100 0,378)	O	(1 1 1)	(0,020 0,100 0,378)
Yangın	(0,021 0,050 0,104)	D	(0,20 0,33 1)	(0,004 0,017 0,104)
Nem Dayanımı	(0,004 0,008 0,018)	D	(0,20 0,33 1)	(0,001 0,003 0,018)
Uzun Ömür	(0,019 0,043 0,084)	O	(1 1 1)	(0,019 0,043 0,084)
Kolay Sökülme	(0,008 0,018 0,037)	Çİ	(3 5 5)	(0,023 0,089 0,185)
Toplam Bulanık Öncelik				(0,418 1,973 6,037)

6. Adım: Bu adımda asma tavan kaplama malzemeleri için belirlenen toplam bulanık önceliklerin durulaştırma işlemi gerçekleştirilmiştir. Durulaştırma için ağırlık merkezi yöntemi pratik ve basit bir yöntemdir. Her bir seçeneğin genel başarımlar değerleri Opricovic [48] de yer alan ağırlık merkezi yöntemi kullanılarak durulaştırılmıştır (Tablo 17).

7. Adım: Durulaştırma işlemi sonrasında ağırlık merkezi değerleri en yüksekten en düşüğe doğru sıralanması ile verimlilik sıralaması yapılmaktadır. Asma tavan kaplama malzemesi seçeneklerinin konaklama tesisleri konuk odaları için verimlilik sıralaması yapılmıştır (Tablo 17).

Tablo 17. Asma tavan malzemelerinin aldığı toplam bulanık puanın durulaştırılması ve verimlilik sıralaması

Asma Tavan Malzemesi	Toplam Bulanık Öncelikler			Ağırlık Merkezi Değeri	Başarı Sırası
Akustik Alçı Levha Asma Tavan	0,0873	3,703	11,671	5,415356613	1
Taş Yünü Levha Asma Tavan	0,984	3,719	10,939	5,214226995	2
Cam Yünü Levha Asma Tavan	0,926	3,27	9,351	4,515733176	3
Ahşap Lif Levha Asma Tavan	0,418	1,973	6,037	2,809151929	4
Doğal Ahşap Levha Asma Tavan	0,345	1,48	5,711	2,511964663	5

3. TARTIŞMA

Bu çalışma kapsamında, konaklama yapılarında kullanılacak asma tavanlar için doğru kaplama malzemesi seçimi bulanık AHP yöntemi kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Birinci aşamada ilk adım olarak asma tavanlarda kullanılan kaplama malzemeleri ve özellikleri, ikinci adımda ise konaklama yapılarında konuk odalarında asma tavanlardan beklenen konfor koşulları değerlendirilmektedir. Asma tavanlarda kullanılan kaplama malzemeleri ve özellikleri üç temel özellik, teknik, çevresel ve dayanım özellikleri çerçevesinde ele alınmıştır. Malzemelerin özellikleri karşılaştırıldığında açık bir biçimde görüldüğü gibi her malzeme bazı özellikleriyle öne çıkmakta (Tablo 1), bu nedenle mekanın işlevine uygun olarak, doğru malzeme seçimi önem kazanmaktadır. Bu kapsamda, istenen özelliği karşılayan malzeme seçilmediği takdirde kullanım aşamasında, mekandan beklenen verimin elde edilmesi de mümkün olmamaktadır. Çevresel özelliklerden biri olan hijyenin önem kazandığı bir mekanda, alçı kökenli asma tavan kaplamaları ve seramik kökenli kaplamaların seçilmesi gerekmektedir. İç ortam hava kalitesi insan sağlığı ile doğrudan ilişkili olup, yapı malzemelerinin içeriğinde bulunan kirleticiler çeşitli hastalıklara neden olabilmektedir [49]. Teknik özelliklerden biri olan ısı yalıtımının önem kazandığı bir mekan için ise ahşap kökenli asma tavan kaplamaları ile taş yünü ve cam yünü asma tavan kaplamalar arasında seçim yapılması gerekmektedir. Ses yalıtımının öne çıktığı bir mekanda, örneğin akustığı yetersiz bir sınıfta öğrencilerin öğrenme düzeylerinin düşmesine neden olduğu [50], konutlarda düşük frekanstaki baskın ses enerjisine sahip olan çarpma seslerinin en rahatsız edici gürültü olarak algılandığı ve çeşitli sosyal sorunlara neden olduğunu yapılan araştırmalar göstermektedir [29]. Işık yansıtmanın öne çıktığı bir mekanda, aydınlatma düzeyi mekanın kullanıcılarının ruh hallerini, davranış ve duygularını etkileyebilmektedir [51]. Malzemenin dayanımıyla ilgili özelliklerden biri olan kolay sökülebilir olmanın ön plana çıktığı bir asma tavanında ise metal kökenli asma kaplamalar, doğal ahşap levha kaplamalar ile cam asma tavanlardan birinin seçilmesi mekandan beklenen verimin elde edilmesini sağlamaktadır. İki, üç ya da daha fazla özelliğin arandığı asma tavanlar için ise seçenek sayısı azalmaktadır. Bazı durumlarda, öncelik sırasına göre, beklenen koşulları ikinci düzeyde sağlayan kaplama malzemelerinin seçilmesi gerekebilmektedir. Örneğin, ısı yalıtımıyla birlikte malzemenin hijyenik olması beklendiğinde, ısı yalıtımının öncelik kazandığı durumda, hijyenik olma koşulu ikincil düzeyde karşılanabilmektedir. Tam tersi durumda, hijyenik olma koşulu ön plana çıktığında ise ısı yalıtımı ikinci düzeyde sağlanabilmektedir.

Bir mekan için malzeme seçilirken öncelikle o mekandan beklenen konfor koşullarının doğru olarak belirlenmesi gerekmektedir. Doğru malzeme seçilmemesinin getirdiği sonuçlar, zaman zaman, kullanıcının farkında olmadığı, ayırımına varmadığı ancak, mekandan sağlayacağı konforu doğrudan etkileyecek durumlara yol açabilmektedir. Konaklama yapılarının konuk odalarına yönelik asma tavan kaplama malzemesi seçiminin yapıldığı bu çalışma çerçevesinde, konuk odalarında, özellikle ses yutuculuk ve ısı yalıtımının yüksek düzeyde sağlanması, ışık yansıtma, iç ortam hava kalitesi, hijyen, yangın ve uzun ömür etkenlerinin ise ortalama düzeyde sağlanmasının beklendiği sonucu elde edilmiştir. En üst düzeyde beklenen konfor koşullarından biri olan ses yutuculuk koşulunun sağlanmadığını düşündüğümüzde, bina içinden gelebilecek her türlü gürültünün asma tavan vasıtasıyla konuk odasının içine kadar iletilebileceği, konaklama tesisleri gibi yirmi dört saat yaşayan yapılarda bina içinde günün her saati gürültü olabileceği düşünüldüğünde, bu durum odasında dinlenmek isteyen konukların olumsuz etkilenmesine neden olabilecektir. Öte yandan ısı yalıtımının istendiği düzeyde sağlanamaması durumunda, ısınan havanın yükselerek, asma tavan ve tavan arasındaki boşluğa geçebileceği, bu durumda odayı ısıtmak için daha çok enerji harcanmasını gerektireceği, bir başka olumsuz sonuç olarak ortaya çıkmaktadır. Konaklama yapılarında genel olarak ısıtma sistemleri merkezi sisteme bağlı olmamakta, odalar kullanıldıkları sürece ısıtılmaktadır. Bu nedenle odalarda kullanılan asma tavanın ısı yalıtım değeri daha fazla ön plana çıkmaktadır. Malzemenin ışık yansıtma değeri ile aydınlatma düzeyi birlikte düşünüldüğünde, iç mekanda ışık

yansıtıcı malzemeler kullanılarak mekanın konforlu bir biçimde kullanılmasını sağlayacak koşullar yaratılması mümkün olabilmektedir. Bu durumda daha az enerji kullanarak, kullanıcının konfor koşullarından ödün vermeden istenen koşulların yaratılması olanaklı olmaktadır.

Çalışmanın birinci aşamasının ikinci adımı olarak konaklama yapıları için beklenen konfor koşulları değerlendirilmektedir. Bu çalışma kapsamında konaklama yapılarında ana mekanlar konuk odaları, mutfaklar ve soğutma odaları, resepsiyon ve lobiler, nemli ve sıhhi alanlar ile koridor ve kaçış yolları olmak üzere beş ana gruba ayrılmaktadır. Asma tavanlardan beklenen konfor koşulları, bahsi geçen beş ana mekan açısından değerlendirilmektedir (Tablo 2). Bu verilere göre, konuk odalarından beklenen konfor koşulları, teknik, çevresel ve malzemenin dayanımıyla ilgili özellikler çerçevesinde değerlendirildiğinde, ses yalıtımı ve ısı yalıtımının yüksek düzeyde sağlanmasının ön plana çıkmakta olduğu görülmektedir. Ortalama düzeyde konfor koşulu sağlanması, teknik özellikler açısından ışık yansıtma, çevresel özellikler açısından iç ortam hava kalitesi ve hijyen ile malzemenin dayanımı açısından yangın ve uzun ömür için yeterli olmaktadır. Düşük düzeyde konfor koşulu malzeme dayanımıyla ilgili özellikler içinde nem dayanımı ve kolay sökülebilmek için yeterli olmaktadır.

Günümüzde tasarımcıların ellerinde çok fazla malzeme seçeneği olduğu düşünülürse, doğru seçeneğin belirlenmesinin kolay bir süreç olmayacağı görülmektedir. Bu çalışma kapsamında bir karar destek sistemi yardımıyla malzeme seçiminin tamamlanmasının, tasarımcıya önemli bir kolaylık sağlayacağı düşüncesinden yola çıkılarak, örnek olarak konaklama yapılarındaki konuk odaları için asma tavan seçimi için bulanık AHP yöntemi kullanılmaktadır. Eldeki sonuçlar konuk odalarında özellikle ses ve ısı yalıtımının en önemli konfor koşulları olduğunu ortaya koymaktadır. Yapılan araştırma birbirine yakın birden fazla malzeme seçeneğini olduğunu ortaya çıkarmaktadır. Bu nedenle, ele alınan kaplama malzemeleri içinde en uygun olduğu belirlenen beş kaplama malzemesi, akustik alçı levha, taş yünü levha, cam yünü levha, doğal ahşap ve ahşap lif levha, seçilmiş ve bulanık AHP yöntemi yardımıyla yeniden değerlendirilmektedir. Bu çerçevede, ilk aşamada konuk odalarında asma tavanlardan beklentiler bulanık sayılarla tanımlanarak, bu değerler yardımıyla ikili karşılaştırma matrisi ve bulanık ağırlıklar hesaplanmaktadır (Tablo 6). Sonraki adımı ise teknik, çevresel ve dayanımla ilgili ana etmenlerin ikili karşılaştırma matrisi ve bulanık ağırlıklarının hesaplanması izlemektedir (Tablo 7). Daha sonraki aşamada ana etmenlerin alt etmenleri arasında karşılaştırma matrisleri ve bulanık ağırlıkları hesaplanmaktadır (Tablo 8-10). Bulanık ağırlıklara, bir sonraki adımda global bulanık ağırlıkların hesaplanmasında kullanıldıkları için gereksinim duyulmaktadır (Tablo 11). Bu değerlerin sonuç için önemi olup, elde edilen tüm veriler sonuçlar çerçevesinde bir anlam kazanmaktadır. Bir sonraki adımda ise asma tavan kaplama malzemeleri içinde beklentileri karşılayan beşi arasında bir değerlendirmeye gidilmektedir. Bir önceki adımda alt etmenler için hesaplanmış olan global bulanık ağırlıklar kullanılarak her malzemenin toplam bulanık öncelikleri bulunmaktadır. Akustik alçı levha, taş yünü levha, cam yünü levha, doğal ahşap ve ahşap lif levhadan oluşan beş kaplama malzemesi için toplam bulanık öncelikler bir önceki adımda hesaplanmış olan alt etmenlerin global bulanık ağırlıkları yardımıyla hesaplanmaktadır (Tablo 12-16). Toplam bulanık öncelik değeri her bir malzemenin konaklama yapılarında konuk odalarında kullanılmaları durumunda beklentiyi hangi aralıkta karşılamakta olduğunu göstermektedir. Bu değerlerin anlaşılabilir hale getirmek için durulaştırma işlemi yapılmaktadır. Bu çalışma kapsamında, en yaygın kullanılan durulaştırma yöntemi olan ağırlık merkezi kullanılmaktadır. Her bir malzemenin ağırlık merkezi değerleri büyüktür küçüğe doğru, en yüksek değer birinci sırada olacak biçimde sıralanmaktadır (Tablo 17). Elde edilen sonuçlar akustik alçı levhanın en uygun asma tavan kaplama malzemesi olduğunu göstermiştir. Öte yandan, beklentileri en az karşılayan kaplama malzemesinin, değerlendirmeye alınan beş malzeme içinde, doğal ahşap levha olduğu görülmektedir. Doğal ahşap levha ve ahşap lif levhanın diğer üç kaplama malzemesinden belirgin bir biçimde düşük ağırlık merkezi değerine sahip olduğu elde edilen diğer sonuçlar arasındadır. Bu noktada her iki malzemenin de yeterli düzeyde ses yutuculuk yapmamasının bu sonuçların ortaya çıkmasına katkıda olduğu düşünülmektedir. Akustik alçı levhanın ise ısı yalıtımını yeteri kadar yerine getirmemiş olmasına rağmen diğer yönlerden sahip olduğu üst düzey özelliklerinin, en yüksek değere ulaşmasına katkıda bulunduğu sonucuna varılabilir. Öte yandan, taş yünü ve cam yünü levhaların üst düzeyde ısı ve ses yalıtımı yapmalarının ikinci ve üçüncü sıraya yerleşmelerinde etkili olduğu, ancak taş yünü'nün sahip olduğu özelliklerle konaklama yapılarının konuk odalarında akustik alçı levhanın arkasından, ona yakın bir değerle ikinci seçenek olarak ön plana çıktığı görülmektedir.

Bu çalışma kaynak taramasına dayandığı için ekonomik yön göz ardı edilmiş ve malzemelerin teknik, çevresel ve dayanımla ilgili özellikleri çerçevesinde bir değerlendirme tercih edilmiştir. Malzemelerin ekonomik yönü tasarım, boyut gibi farklılıkların etkisiyle değişiklik gösterebileceği için, piyasada yapılacak görüşmeler gibi farklı bir araştırma yöntemiyle değerlendirilmesinin daha doğru olduğu varsayımından yola çıkılmıştır. Bununla birlikte birim fiyatlar üzerinden yapılan karşılaştırmalarda, akustik alçı levha ve taş yünü levha asma tavanın ekonomik olarak da ön plana çıktıkları görülmektedir.

4. SONUÇ

Günümüzde mimar ve iç mimarların, çok sayıda malzeme seçeneğinin ortaya çıkmasıyla, doğru malzeme seçimi yapabilmesi giderek zor bir süreç haline almaktadır. Bir tasarımın başarısı, mekandan beklenen tüm başarımların özelliklerinin olabildiğince yüksek düzeyde sağlanmasıyla mümkün olmaktadır. Bu süreçte doğru malzeme seçimi önemli bir yer tutmaktadır. Bir mekanda doğru asma tavan kaplama malzemesinin seçilmesinin, mekandan beklenen verimin elde edilmesinde önemli ölçütlerden biri olduğu bu makale kapsamında vurgulanmaya çalışılmaktadır. Mekânı oluşturan tüm kaplama malzemelerinin seçiminde olduğu gibi, asma tavan kaplama malzemelerinin de mekandan beklenen işlevleri karşılayacak özelliklere sahip olduklarında, verim sağlamak mümkün olmaktadır. Bu çalışma çerçevesinde, asma tavan kaplama malzemelerinin özelliklerinin iyi bilinmesinin, malzeme seçeneklerinin çoğalmasıyla, doğru malzeme seçimi yapabilmek açısından yeterli olmayacağı, farklı yöntemlerle malzeme seçiminin yapılmasının projenin başarısı içinde önemli olduğu düşüncesinden yola çıkılmaktadır. Bu noktada, malzeme seçimine destek olacak karar destek sistemlerinin kullanılmasının tasarımcının daha kolay ve doğru seçimler yapabileceği düşüncesinin desteklenmesi amaçlanmaktadır. Elde edilen sonuçlar, asma tavanlar için kaplama malzemesinin seçiminde bulanık AHP karar destek sisteminin kullanılmasının tasarımcıya kolaylık sağlayacağı düşüncesini desteklemektedir.

Çalışmanın getirdiği en önemli kısıtlamanın, sürecin yürütülmesindeki adımların çokluğu olduğu düşünülmektedir. Bununla birlikte, bu sürecin bilgisayar ortamında yürütülmesinin hızlı sonuç alınmasını sağlayacağı ve tasarımcının işini kolaylaştıracağı öngörülmektedir. Benzer çalışmaların konaklama yapıları ya da farklı mekanlar için yinelenmesinin, yöntemin tasarım bürolarındaki işlerliğinin sınanması açısından yararlı olacağı düşünülmektedir.

KAYNAKLAR

- Luigi F., Shakeel S., Raffaele L., Seismic behaviour of a bracing system for LWS suspended ceilings: Preliminary experimental evaluation through cyclic tests, *Thin-Walled Structures*, 155 106956, 2020.
- Toydemir N., Gürdal E., Tanaçan L., Yapı Elemanı Tasarımında Malzeme, Literatür Yayınları, İstanbul, Türkiye, 2000.
- TS EN 13964., Asma Tavanlar Gereklere ve Deney Yöntemleri. Türk Standartları Enstitüsü, Ankara, Türkiye, 2008.
- Dhakal R. P., Pourali A., Saha S. K., Simplified seismic loss functions for suspended ceilings and drywall partitions, *Bulletin of the New Zealand Society for Earthquake Engineering*, 49(1) 64-78, 2016.
- Brandolese S., Fiorin L., Scotta R., Seismic demand and capacity assessment of suspended ceiling systems, *Engineering Structures*, 193 219-237, 2019.
- Więckowski A., Ryż K., Sikora W., Failures of suspended ceilings and execution errors, *Technical Transactions*, 12 107–116, 2018.
- Chao L.-C., Skibniewski M. J., Fuzzy logic for evaluating alternative construction technology, *Journal of Construction Engineering and Management*, 124 4 297-304, 1998.
- Tah J. H. M., Carr V., A proposal for construction project risk assessment using fuzzy logic, *Construction Management and Economics*, 18 4 491-500, 2000.
- Zhang H., Tam C. M., Shi J.J., Application of fuzzy logic to simulation for construction operations, *Journal of Computing in Civil Engineering*, 17 1 38-45, 2003.
- Nasirzadeh F., Afshar A., Khanzadi M., Howick S., Integrating system dynamics and fuzzy logic modelling for construction risk management, *Construction Management and Economics*, 26 11 1197-1212, 2008.
- Poveda, C. A., Fayek A. R., Predicting and evaluating construction trades foremen performance: fuzzy logic approach, *Journal of Construction Engineering and Management*, 9 1 920-929, 2009.
- MarzoukM., Amin A., Predicting construction materials prices using fuzzy logic and neural networks, *Journal of Construction Engineering and Management*, 139 9 1190-1198, 2013.
- Anbarcı M., Öz B., İnşaat projeleri için şantiye şefinin seçiminde bir bulanık mantık değerlendirme modeli, *Marmara Fen Bilimleri Dergisi*, 4 30344 104-113, 2015.
- Gazjler M., Zima K., Evaluation of planned construction projects using fuzzy logic, *International Journal of Civil Engineering*, 15 4 641–652, 2017.
- Plebankiewicz E., Zima K., Wieczorek D., Modelling of time, cost and risk of construction with using fuzzy logic, *Journal of Civil Engineering and Management*, 27 6 412-426, 2021.
- Nguyen D.-T., Le-Hoai L., Tariğan P. B., Tran D.-H., Tradeoff time cost quality in repetitive construction project using fuzzy logic approach and symbiotic organism search algorithm, *Alexandria Engineering Journal*, 61 2 1499–1518, 2022.
- Gül M., Celik E., Gumus A. T., Guneri A. F., A fuzzy logic based PROMETHEE method for material selection problems, *Beni-Suef University Journal of Basic and Applied Sciences*, 7 1 168-79, 2018.
- Obradović R., Pamučar D., Multi-criteria model for the selection of construction materials: an approach based on fuzzy logic, *Technical Gazette*, 27 5 1531-1543, 2020.
- Ozmen-Akyol S., Baba A. F., Salman S., Selection of material for marine environments using fuzzy TOPSIS approach, *Bilişim Teknolojileri Dergisi*, 14 1 11-22, 2021.
- Asakura T., Numerical investigation of the sound-insulation effect of a suspended ceiling structure with arrayed Helmholtz resonators by the finite-difference time-domain method, *Applied Acoustics*, 172 107601, 2021.
- Hung Anh, L. D., Pásztor, Z., An overview of factors influencing thermal conductivity of building insulation materials, *Journal of Building Engineering*, 44 102604, 2021.

22. Yıldırım N., Design of adhesive-free bio-based suspended ceiling tiles using nanocellulose, *BioResources*, 13 4 7360-7370, 2018.
23. Ginestet S., Aschan-Leygonie C., Bayeux T., Keirsbulck M., Mould in indoor environments: The role of heating, ventilation, and fuel poverty. A French perspective, *Building and Environment*, 169 106577, 2020.
24. Chou T., Tang C., Chuang Y., Lin, C., Study on Smoke Leakage Performance of Suspended Ceiling System, *Sustainability*, 12 18 7244, 2020.
25. Gravit M.V. ve Golub E.V. Fireproof suspended ceilings with high fire resistance limits, *Magazine of Civil Engineering*, 84 8 75-85, 2018.
26. Luo Z., Xue J., Zhou T., Qi L., Zhao X., Shaking table tests and seismic design suggestions for innovative suspended ceiling systems with detachable metal panels, *Engineering Structures*, 232 111830, 2021.
27. Zhou T., Wang X., Liu W., Zhang Z., Ma B., Tan W., Shaking table tests on seismic response of discontinuous suspended ceilings, *Journal of Building Engineering*, 43 102916, 2021.
28. Krusaa M. R., Hviid C. A., Combining suspended radiant ceiling with diffuse ventilation – Numerical performance analysis of low-energy office space in a temperate climate, *Journal of Building Engineering*, 38 102161, 2021.
29. Ryua J., Hansol S., Yonghee K., Effect of the suspended ceiling with low-frequency resonant panel absorber on heavyweight floor impact sound in the building, *Building and Environment*, 139 1-7, 2018.
30. Allen E. ve Iano J., *Fundamentals of Building Construction, Materials and Methods*, John Wiley and Sons, New Jersey, U.S.A., 2019.
31. Zorlu K. ve Karadayı T. T., İç mekan hava kalitesinde yapı malzemelerinin rolü, *Sinop Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 5 2 193-211, 2020.
32. Chen Y.-Y., Chuang Y.-J., Huang C.H., Lin C.-Y., Chien S.-W., The adoption of fire safety management for upgrading the fire safety level of existing hotel buildings, *Building and Environment*, 51 12.001 311-319, 2012.
33. Roaf, S., Fuentes, M., Thomas, S., *Ecohouse2, a Design Guide*, Architectural Press, Elsevier, Oxford, England, 2012.
34. Asadi E., Costa J. J., Gameiro da Silva M., Indoor air quality audit implementation in a hotel building in Portugal, *Building and Environment*, 46 (8), 1617-1623, 2011.
35. Cheung M., Fan J., Carbon reduction in a high-density city: A case study of Langham Place Hotel Mongkok Hong Kong, *Renewable Energy*, 50 06.060 433-440, 2013.
36. Puig R., Kılıç E., Navarro A., Alberti J., Chacon L., Fullana-i-Palmer P., Inventory analysis and carbon footprint of coastland-hotel services: A Spanish case study, *Science of the Total Environment*, 595 03245 244-254, 2017.
37. Baruti B., Malollari I., Lajci N., Sadiku M., Nikshiq-Kadriu S., Aliu M., Syla, B., Hoxha P., Assessment of noise pollution risk at hotels in Mitrovica – Kosovo, *Journal of Environmental Protection and Ecology*, 15 4 1519-1525, 2014.
38. Buso T., Dell'Anna F., Bechio C., Bottero M. C., Of comfort and cost: Examining indoors comfort conditions and guests' valuations in Italian hotel rooms, *Energy, Research and Social Science*, 32 01.006 94-111, 2017.
39. Saaty T. L., *The Analytic Hierarchy Process*, Mc-Graww Hill, New York, U.S.A., 1980.
40. Zadeh L. A., Fuzzy sets, *Information and Control*, 8 3, 338-353, 1965.
41. Hendiani S., Bagherpour M., Developing an integrated index to assess social sustainability in construction industry using fuzzy logic, *Journal of Cleaner Production*, 230 05.055 647-662, 2019.
42. Plebankiewicz E., Zima K., Wieczorek D., Modelling of time, cost, and risk of construction with using fuzzy logic, *Journal of Civil Engineering and Management*, 27 6 412-426, 2021.
43. Dağdeviren M., Bulanık analitik hiyerarşi prosesi ile personel seçimi ve bir uygulama. *Journal of the Faculty of Engineering and Architecture of Gazi University*, 22 4 791-799, 2007.
44. Nguyen D.-T., Le-Hoai L., Basenda Tarigan P., Tran D.-H., Tradeoff time cost quality in repetitive construction project using fuzzy logic approach and symbiotic organism search algorithm, *Alexandria Engineering Journal*, 61 2 1499-1518, 2022.
45. Zimmermann H. J., *Fuzzy set theory and its application*, Kluwer Academic Publishers, Boston, U.S.A., 1990.
46. Prakash, T. N., Land suitability analysis for agricultural crops: a fuzzy multicriteria decision making approach (Yayınlanmamış yüksek lisans tezi), *International Institute for Geo-Information Science and Earth Observation, ITC, Enschede, Holland*, 2003.
47. Chan F. T. S., Chan M. H., Tang, N. K. H., Evaluation methodologies for technology selection, *Journal of Materials Processing Technology*, 107 1-3 330-337, 2000.
48. Opricovic S., ve Tseng G. H., Defuzzification within a multicriteria decision model, *International Journal of Uncertainty, Fuzziness and Knowledge-Based Systems*, 115 635-652, 2003.
49. Celadyn M., Environmental activation of inner space components in sustainable interior design, *Sustainability*, 10 1945, 2018.
50. Bulunuz N., Bulunuz N., Orbak A. Y., Mulu N., Tavşanlı Ö. F., An evaluation of primary school students' views about noise levels in school, *International Electronic Journal of Elementary Education*, 9 (4) 725-740, 2017.
51. Pracki P., Dziedzicki M., Komorzycza P., Ceiling, and wall illumination, utiliance, and power in interior lighting, *Energies*, 13 18 4744, 2020.