Journal of the Faculty of Engineering and Architecture of Gazi University 41:2 (2026) 1411-1427

Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi
Journal of The Faculty of Engineering and Architecture of Gazi University
Elektronik / Online ISSN : 1304 - 4915
Basılı / Printed ISSN : 1300 - 1884

Analytical assessment of biophilic spatial performance in post-earthquake school buildings: A fuzzy TOPSIS-based model in the case of Hatay, Türkiye

Betül İrem Tarakçı*
Department of Architecture, Faculty of Engineering and Architecture, Recep Tayyip Erdoğan University, 53020, Rize, Türkiye

Highlights:

- The critical role of biophilic design in post-earthquake school environments
- Developing a scientific and quantitative model for biophilic performance assessment
- Providing a practical decision-support framework for improving educational buildings in earthquake-affected regions

Keywords:

- Biophilic design
- Interior design
- Fuzzy TOPSIS
- Post-earthquake school buildings
- Multi-criteria decision-making

Article Info:

Research Article
Received: 02.12.2025
Accepted: 07.06.2026

DOI:

10.17341/gazimmfd.1834725

Correspondence:

Author: Betül İrem Tarakçı
e-mail: betuliremtemiz@outlook.com
phone: +90 464 223 7518/4416

Graphical/Tabular Abstract

The general framework of the study and the research workflow are shown in Figure A.

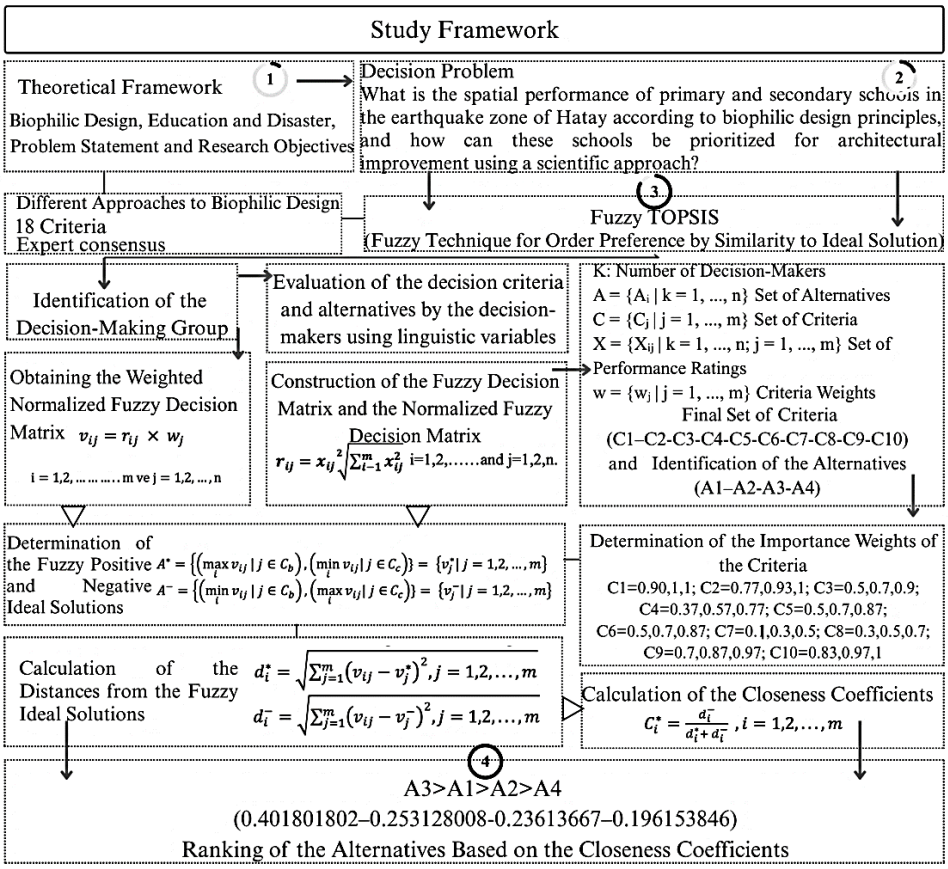


Figure A. Study framework

Purpose: This study proposes an analytical approach to identify elementary and middle schools in Hatay that require improvement by evaluating interior space characteristics based on biophilic design principles.

Theory and Methods: The selected primary and lower secondary schools in Hatay were evaluated according to biophilic design criteria, and the Fuzzy TOPSIS method was applied within the framework of a multi-criteria decision-making (MCDM) approach to identify the school's requiring improvement.

Results: The results indicate that characteristics related to natural light, spatial openness, and vegetation are the most effective biophilic criteria in post-disaster learning environments. Fuzzy TOPSIS analysis reveals significant differences in the biophilic performance of schools and their improvement priorities.

Conclusion: The study provides a systematic decision-support model for evaluating and prioritizing school buildings based on biophilic design principles in post-disaster contexts. The proposed framework offers practical guidance for policymakers and designers aiming to enhance the restorative quality of educational environments.

Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi
Journal of The Faculty of Engineering and Architecture of Gazi University
Elektronik / Online ISSN : 1304 - 4915
Basılı / Printed ISSN : 1300 - 1884

Deprem sonrası okul binalarında biyofilik mekânsal performansın analitik değerlendirilmesi: Hatay, Türkiye örneğinde bulanık TOPSIS tabanlı model

Betül İrem Tarakçı*
Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi, Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi, Mimarlık Bölümü, 53020, Rize, Türkiye

Ö N E Ç I K A N L A R

- Deprem sonrası okul mekânlarında biyofilik tasarımın kritik rolünün ortaya konulması
- Biyofilik performans değerlendirmesi için bilimsel ve sayısal bir model geliştirilmesi
- Deprem bölgesindeki eğitim yapılarının iyileştirilmesine için uygulanabilir karar destek çerçevesi sağlanması

Makale Bilgileri
Araştırma Makalesi
Geliş: 02.12.2025
Kabul: 07.06.2026

DOI:
10.17341/gazimmfd.1834725

Anahtar Kelimeler:
Biyofilik tasarım,
iç mekân tasarımı,
bulanık TOPSIS,
deprem sonrası okul binaları,
çok kriterli karar verme

ÖZ

Deprem sonrası yeniden yapılanmanın yoğun yaşandığı bölgelerde yer alan okullar, çocukların yalnızca fiziksel güvenliği için değil, aynı zamanda psikolojik iyileşmesi açısından da kritik mekânlardır. Bu mekânların tasarımında öğrencilerin bilişsel yükünü dengeleyen, öğrenme süreçlerini destekleyen ve doğayla temas üzerinden iyileştirici deneyimler sunan çözümler gereklidir. Biyofilik tasarım, çocukların ruh sağlığı ve öğrenme performansı üzerindeki olumlu etkileri kanıtlanmış bir yaklaşım olmasına karşın, afet bölgelerinde uygulanabilirliği büyük ölçüde göz ardı edilmiştir. Oysa ilkokul ve ortaokul mekânlarının biyofilik tasarım ilkeleri doğrultusunda değerlendirilmesi ve iyileştirilmesi, Türkiye bağlamında yalnızca mimari bir tercih değil, aynı zamanda toplumsal bir gerekliliktir. Bu çalışma, Kahramanmaraş merkezli depremlerden ağır şekilde etkilenen Hatay ilindeki ilkokul ve ortaokulların iç mekânsal niteliklerini biyofilik tasarım ilkeleri doğrultusunda değerlendirerek, hangi okulların iyileştirme gerektirdiğinin belirlenmesine yönelik bilimsel bir yöntem ortaya koymakta; mekânsal performanslarını analiz ederek okulları Bulanık TOPSIS yöntemiyle sıralamayı amaçlamaktadır. Deprem öncesi ve sonrasında aktif kullanılan okullar örneklem olarak seçilmiş; biyofilik kriterler uzmanlar tarafından dilsel değişkenlerle değerlendirilmiş ve üçgensel bulanık sayılar kullanılarak Bulanık TOPSIS yöntemiyle analiz edilmiştir. Sonuçlar, doğal ışık, mekânsal açıklık ve bitkisel unsurların afet sonrası öğrenme ortamlarında belirleyici olduğunu göstermektedir. Çalışma, kamu kurumları ve tasarımcılara iyileştirme süreçlerinde kullanılabilecek bütüncül bir karar destek modeli sunarak deprem bölgesindeki eğitim yapılarının biyofilik performansına yönelik özgün bir katkı sağlamaktadır.

Analytical assessment of biophilic spatial performance in post-earthquake school buildings: A fuzzy TOPSIS-based model in the case of Hatay, Türkiye

H I G H L I G H T S

- To determine the use of universal design principles in mosques
- To question the order of importance of the use of universal design principles in mosques
- To investigate universal design principles in mosques using the designer-oriented SWARA method

Article Info
Research Article
Received: 02.12.2025
Accepted: 07.06.2026

DOI:
10.17341/gazimmfd.1834725

Keywords:
Biophilic design,
interior design,
fuzzy TOPSIS,
post-earthquake school buildings,
multi-criteria decision-making

ABSTRACT

Schools located in regions where post-earthquake reconstruction is intense are critical environments not only for the physical safety of children but also for their psychological recovery. The design of these spaces must provide solutions that balance students' cognitive load, support learning processes, and offer restorative experiences through contact with nature. Although biophilic design is a proven approach with positive effects on children's mental health and learning performance, its applicability in disaster-affected areas has been largely overlooked. Yet, evaluating and improving primary and secondary school environments in line with biophilic design principles is not only an architectural choice in the Turkish context but also a social necessity. This study proposes a scientific method to determine which schools require improvement by evaluating the interior spatial qualities of primary and secondary schools in Hatay a province severely affected by the Kahramanmaraş earthquakes based on biophilic design principles and ranking them using the Fuzzy TOPSIS method. Schools that remained operational before and after the earthquake were selected as the sample; biophilic criteria were assessed by experts using linguistic variables, and these evaluations were analyzed with the Fuzzy TOPSIS approach using triangular fuzzy numbers. The schools in the sample were examined and comparatively ranked according to the level of integration of biophilic elements. The results indicate that criteria such as natural light, spatial openness, and vegetative elements are decisive in post-disaster learning environments. The study provides a comprehensive decision-support model for public institutions and designers to guide improvement processes and offers an original contribution to evaluating the biophilic performance of educational buildings in the earthquake-affected region.

*Sorumlu Yazar / Yazarlar / *Corresponding Author / Authors: *betuliremtemiz@outlook.com / Tel: +90 464 223 7518/4416

1. Giriş (Introduction)

Türkiye'nin güneyinde yer alan Hatay ili, 6 Şubat 2023 Kahramanmaraş depremleri sonrasında ciddi fiziksel yıkım yaşamış ve özellikle eğitim yapıları ağır hasar almıştır. Deprem sonrası travmanın çocuklar üzerindeki psikolojik etkileri göz önünde bulundurulduğunda, okul mekânlarının yalnızca güvenli değil aynı zamanda iyileştirici niteliğe sahip olması gerekmektedir. Bu bağlamda biyofilik tasarım ilkeleri, doğa temelli mekânsal çözümler aracılığıyla hem öğrenmeyi destekleme hem de deprem sonrası psikolojik iyileşmeye katkı sunma potansiyeline sahiptir. Literatürde eğitim yapılarında biyofilik tasarıma odaklanan çalışmalar bulunmakla birlikte deprem sonrası yeniden yapılanma bağlamında ilkokul ve ortaokul mekânlarının nicel ve karşılaştırmalı bir analiz yöntemiyle değerlendirilmesine yönelik bir boşluk bulunmaktadır. Ayrıca pek çok çalışma nitel veriye dayandığı için karar vericilerin hangi okulların mekânsal açıdan öncelikli iyileştirilmesi gerektiğini belirlemesi güçleşmektedir. Bu çalışma, söz konusu boşluğu gidermek amacıyla 6 Şubat 2023 Kahramanmaraş depremleri sonrası en büyük hasarlara sahip illerden olan Hatay'daki okulları biyofilik tasarım kriterleri çerçevesinde, bulanık çok kriterli karar verme yaklaşımı kapsamında, Bulanık TOPSIS (Bulanık Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution) yöntemi kullanılarak değerlendirmektedir.

Bulanık TOPSIS yöntemi, mekânsal değerlendirmelerde sıklıkla karşılaşılan belirsizlikleri dilsel ifadelerle modellemesi nedeniyle bu araştırma için uygun bir metodolojik araçtır. Çalışma şu probleme odaklanmaktadır: "Deprem bölgesi Hatay'daki ilkokul ve ortaokulların biyofilik tasarım ilkelerine göre mekânsal performansları nedir ve bu okullar bilimsel bir yaklaşım kullanılarak mimari açıdan iyileştirilme için nasıl önceliklendirilebilir?" Bu çalışma, Hatay ilindeki ilkokul ve ortaokulların mekânsal performansını biyofilik tasarım kriterleri doğrultusunda değerlendirmektedir. Araştırma kapsamında, iyileştirme gereksinimi taşıyan okulların belirlenmesi amacıyla alternatifler Bulanık TOPSIS yöntemi kullanılarak analiz edilmiş ve önceliklendirilmiştir. Bu amaçla, öncelikle okullardaki biyofilik kriterler kapsamlı bir literatür taraması doğrultusunda belirlenmiştir. Tanımlanan kriterler, alan uzmanlarına üçlü Likert ölçeği aracılığıyla sunulmuş; ilk aşamada kriterlerin çalışma kapsamındaki önem düzeyleri, ikinci aşamada ise belirlenen okulların bu kriterler doğrultusundaki performansları değerlendirilmiştir. Uzman görüşleri temel alınarak kriterlerin göreli ağırlıkları hesaplanmış ve alternatif okullar Bulanık TOPSIS yöntemi kullanılarak önceliklendirilmiştir. Makale bu çerçevede yapılandırılmıştır. İlk bölümde biyofili, eğitim mekânları ve afet bağlamına ilişkin kuramsal çerçeve sunulmuş; ardından karar problemi doğrultusunda araştırma yöntemi açıklanmış ve alternatif okullar değerlendirilmiştir. Son bölümde ise elde edilen bulgular tartışılarak sonuçlar ortaya konmuştur. Bu çerçevede çalışma, literatüre aşağıdaki özgün katkıları sunmaktadır:

- Afet sonrası aktif kullanımını sürdüren eğitim yapılarının biyofilik tasarım kriterleri üzerinden nicel ve karşılaştırmalı olarak değerlendirilmesine yönelik uygulanabilir bir karar modeli ortaya koymaktadır.
- Eğitim yapılarında biyofilik tasarım ilkelerini çocukların afet sonrası fizyolojik ve psikolojik iyileşme gereksinimleri doğrultusunda yeniden ele alarak, kriterleri bağlamsal olarak önceliklendirmektedir.
- Biyofilik kriterleri literatür temelli olarak derleyip, afet sonrası çocuk odaklı gereksinimler doğrultusunda uzman yargılarıyla önceliklendirerek karar problemine kriter seti ve ağırlıklar üzerinden analitik bir yapı kazandırmaktadır.
- Mekânsal değerlendirmelerde kaçınılmaz olan öznel yargı ve belirsizliği, dilsel değişkenler–üçgensel bulanık sayılar aracılığıyla analitik sürece entegre ederek grup karar verme koşullarında tutarlı bir sıralama üretmektedir.
- Önerilen model, kriter ağırlıkları ve alternatif seti yeniden tanımlanarak farklı afet türleri ve farklı yerel koşullara uyarlanabilir biçimde kurgulanmış; böylece Hatay örneği üzerinden genişletilebilir bir yöntem şablonu sunmuştur.

Bu doğrultuda, çalışmanın kuramsal çerçevesi ve literatürdeki konumlandırması bir sonraki bölümde açıklanmıştır.

2. Kuramsal Çerçeve (Theoretical Framework)

Harvard'lı biyolog E. O. Wilson, Biophilia (1984) adlı eserinde insanların doğaya ve diğer canlı türlerine yönelim gösteren doğuştan bir eğilime sahip olduğunu ileri sürmektedir [1,2]. "Biophilia'' kavramı, 'bio' (yaşam) ve 'philia' (sevgi) terimlerinin birleşiminden türetilmiştir. Fromm, biyofiliyi canlılığa yönelik olumlu yönelim ve yaşama duyulan çekim olarak tanımlarken, Wilson 1980'lerde bu yaklaşımı geliştirerek insanın doğaya ve diğer yaşam biçimlerine içsel bir bağlılık taşıdığını öne sürmüştür [3]. Bu kavramın mimarlık alanındaki karşılığı ise, söz konusu içsel bağlılığı mekânsal deneyime aktarmayı amaçlayan biyofilik tasarım anlayışıdır.

Biyofilik mimarlık, biyofili kavramının mekânsal tasarıma uyarlanmasıyla ortaya çıkmış olup, doğal sistem ve süreçlerle olumlu etkileşimlerin yapılı çevrede yeniden kurulmasını amaçlar [4]. Günlük yaşamın büyük ölçüde kapalı mekânlarda geçmesi, yapılı çevrenin insan sağlığı üzerindeki etkisini daha görünür hâle getirmiştir. Biyofilik tasarım, doğal çevre ile insan sağlığı arasındaki olumlu ilişkiye odaklanır. Bitkiler, doğal havalandırma ve manzara gibi unsurların iç mekâna entegrasyonu; hava kalitesini artırmakta ve stresi azaltmaktadır [5]. Bu yaklaşım, doğal malzeme ve biçimlerin yaşam alanlarına yansıtılması yoluyla insan–doğa etkileşimini güçlendiren bütüncül bir tasarım anlayışı sunmaktadır. Mimarlık, iç mekân tasarımı, peyzaj mimarlığı, çevre psikolojisi, sağlık, eğitim ve şehir planlaması gibi birçok alanda, farklı mekân türlerinde uygulama bulan disiplinler arası bir yaklaşımdır. Literatürde bu yaklaşımın sağlık, stres yönetimi, dikkat, yaratıcılık ve sürdürülebilirlik bilinci üzerindeki olumlu etkilerini ortaya koyan çok sayıda çalışma bulunmaktadır. Sürdürülebilir yapılar [6], konutlar [7], kafeler [8], üniversite binaları [9], ofisler [10], sağlık yapıları [11] ve hastaneler [12] üzerine yapılan araştırmalar, biyofilik tasarımın kullanıcı deneyimi ve refahını etkilediğini ortaya koymaktadır. Bu tasarım anlayışı yalnızca yapı ölçeğinde değil, kentsel planlama düzeyinde de ele alınmaktadır. Singapur'un "City in a Garden" yaklaşımı kapsamında yeşil altyapı ve yapı–peyzaj entegrasyonunu kent ölçeğinde sistematik biçimde uygulaması, biyofilik tasarımın makro ölçekteki önemli örneklerinden biri olarak değerlendirilmektedir [13]. Tüm bu geniş kullanım alanı, yaklaşımın olumlu etkilerinin farklı bağlamlarda yaygınlaşmasını sağlamaktadır.

2000 sonrası literatürde, biyofilik tasarım yaklaşımının çalışma alanlarında stresi azalttığı, eğitim yapılarında performansı artırdığı ve sağlık yapılarında iyileşme sürecini desteklediği yönünde bulgular raporlanmaktadır [14]. Doğadan uzaklaşmanın yarattığı yapay çevresel baskı, stres düzeylerini artırarak iş verimliliği ve yaşam kalitesini olumsuz etkilemektedir. Doğa temelli bir öğrenme ortamına maruz kalan çocukların, geleneksel sınıflardakilere kıyasla daha iyi performans gösterme eğiliminde olduğu görülmüştür. Araştırmalar, öfke ve saldırganlığın doğal ortamlarda azaldığını, kentsel çevrelerde ise arttığını göstermektedir [15, 16]. Çocuklarda stres ve kaygı gibi zihinsel sağlık sorunları artmakta; bu durum dikkat ve odaklanma gibi bilişsel süreçleri olumsuz etkilemektedir [17]. Bu nedenle doğanın çocuklar üzerindeki olumlu etkileri, son yıllarda giderek daha fazla önem taşımaktadır [18, 19]. Hızlı kentleşme, çocukların özellikle

doğrudan doğa deneyimlerini önemli ölçüde azaltmıştır [20]. Çocukların ev ortamında doğayla etkileşimlerinin sınırlanması, doğayla yeniden bağlantının okul gibi yarı kamusal mekânlarda biyofilik tasarım yoluyla sağlanmasını gerekli kılmaktadır [21]. Çocukların zamanlarının büyük bölümünü geçirdikleri okul ortamlarında biyofilik tasarım yoluyla doğayla yeniden bağlantı kurmalarını sağlamak önemlidir [21]. Biyofilik açıdan zengin mekânlarda yapılan çalışmalar, bu ortamların kullanıcıların fizyolojik ve psikolojik tepkilerini olumlu etkilediğini ve genel sağlık durumunu iyileştirdiğini göstermektedir [22-24].

Bu bağlamda, biyofilinin özellikle öğrenme ortamlarında nasıl bir dönüşüm yaratabileceği öncelikli bir araştırma alanı olarak öne çıkmaktadır. Okullarda biyofilik tasarımın kullanımı, öğrencilerde kan basıncının düzenlenmesi ve hastalık belirtilerinin azalmasına katkı sağlamaktadır [22]. Doğal havalandırma, nem ve CO_2 düzeylerini düşürerek solunum konforunu artırmaktadır [25]. Ayrıca pencereler aracılığıyla doğaya maruz kalma, stres sonrası kalp atış hızı toparlanmasını hızlandırmaktadır [23].

Terblanche ve Khumalo, biyofilik tasarımın üniversite çalışma alanlarında uygulanmasının öğrencilerin üretkenliği, akademik performansı ve çevresel algıları üzerindeki etkilerini incelemiş; sürdürülebilir biyofilik yaklaşımların öğrencilerin zihinsel ve fizyolojik iyilik hâline anlamlı düzeyde katkı sağladığını ortaya koymuştur [26]. Sayed ve Nagy ise Mısır'daki ilkokullarda biyofilik tasarım stratejilerinin sınıf içi mekânlara entegrasyonuna yönelik bir model geliştirmiş ve biyofilik unsurların öğrenme ortamlarını daha konforlu, ilgi çekici ve motive edici hale getirdiğini ileri sürmüştür [22]. Mustapa vd. tarafından yürütülen çalışma, çocukların iç ve dış mekân öğrenme alanlarındaki biyofilik unsurlara yönelik tercihlerini ve bu unsurların psikolojik etkilerini değerlendirmiş; biyofilik öğelerin çocuklar tarafından çoğunlukla olumlu algılandığını ve pozitif duygular geliştirdiğini göstermiştir [21]. Malek vd., Malezya, Endonezya ve Tayland'daki ilkokul öğrencilerinin biyofilik tasarım öğelerine yönelik mekânsal tercihlerine odaklanarak doğa temelli öğrenme ortamlarının çocuklar açısından önemini ortaya koymuştur [27]. Yaseen ve Mustafa ise mevcut biyofilik tasarım çerçevelerinin ağırlıklı olarak yetişkin kullanıcıları temel aldığını vurgulamakta; okul öncesi ve ilkokul gibi çocuk mekânlarına özgü gereksinimlere yanıt verebilecek biyofilik tasarım desenlerini tanımlayarak bu alandaki boşluğu gidermeye yönelik bir model önerisi geliştirmektedir [28]. Taha tarafından 2023 yılında yürütülen çalışma, eğitim yapılarında biyofilik tasarım ilkelerinin kullanıcı verimliliği ve iyi oluşu üzerindeki etkilerini inceleyerek, etkisi yüksek tasarım niteliklerini belirlemeyi amaçlamıştır [29]. Lee ve Park ise biyofilik tasarım desenlerine dayalı doğal öğelerin çocuk kütüphanelerindeki mekânsal algı ve kullanıcı deneyimine katkılarını değerlendirmiştir [30]. Chabok vd., İran'daki ilkokulları biyofilik ölçütler kapsamında doğrultusunda inceleyerek iyileştirmeye en fazla ihtiyaç duyan okulları belirlemiş ve analizlerinde TOPSIS yöntemini kullanarak literatüre yöntemsel açıdan farklı bir katkı sağlamıştır [31]. Browning ve Determan ise ilkokullarda biyofilik tasarımın sonuçlarını değerlendirerek bu yaklaşımın öğrenme çevreleri üzerindeki etkilerini kapsamlı biçimde ortaya koymuştur [32]. Ghaziani ve arkadaşları, pandemi sonrası çocukların iyi oluşunu desteklemek amacıyla ilkokul tasarımında kullanılabilecek on biyofilik tasarım örüntüsüne ilişkin bir çerçeve geliştirmiş ve bu örüntülerin çocuklarla birlikte değerlendirilmesine yönelik bir eş-tasarım yaklaşımı önermiştir [33]. Ghaziani'nin 2025 yılında gerçekleştirdiği çalışma ise, çocukların doğayla bağlantı gereksiniminden hareketle biyofilik tasarımın ilkokul mekânlarına nasıl entegre edilebileceğini incelemiş; 88 çocukla yürütülen araştırma, doğrudan ve dolaylı doğa deneyimi sağlayan biyofilik örüntülerin çocukların mutluluk ve iyi oluşunu anlamlı biçimde artırdığını göstermiştir [34]. Watchman vd., ise okullar için kapsamlı bir görsel biyofilik tasarım sözlüğü oluşturarak tasarımcılar için referans niteliğinde bir araç sunmuştur [35]. Atmodiwirjo vd., afet sonrası yeniden inşa edilen ilkokullarda doğa temelli tasarım öğelerinin çocukların refahına katkısını araştırmış ve Lombok ile Chiang Rai'deki üç okulda yürüttükleri karma yöntemli çalışmada çocukların mekânsal memnuniyetini anketler yoluyla değerlendirmiştir [36]. Lanzaro ve Ucci ise ilkokullar için biyofilik tasarım özelliklerini değerlendirmeye yönelik bir çerçeve geliştirmiş; İngiltere'de iki okulda yerinde inceleme yaparak öğretmen ve ebeveynlerin görüşlerini toplamış ve biyofilik unsurların çocukların performansı ile davranışları üzerindeki algılanan etkilerini analiz etmiştir [37]. Mevcut literatürde eğitim yapılarında biyofilik tasarım sınıflandırmalarına ilişkin farklı yaklaşımlar bulunmakta olup, bu çalışma kapsamında kullanılan sınıflamalar Tablo 1'de özetlenmektedir.

Literatürde biyofili ve eğitim mekânları üzerine kapsamlı bir birikim bulunmasına karşın, afet bağlamında biyofilik tasarımı ele alan çalışmalar sınırlı düzeydedir.

Tablo 1. Eğitim Yapılarında Biyofilik Tasarım Sınıflamalarına İlişkin Literatürdeki Yaklaşımlar
(Literature-Based Approaches to Biophilic Design Classifications in Educational Buildings)

Sınıflamalar	
Gerçek doğa özellikleri (hava, su vb.); doğal şekiller ve formlar, doğal desenler ve süreçler, renk ve ışık; ekoloji ve insan–doğa ilişkisi.	[26]
Doğal havalandırma, gün ışığı, bitkiler, manzaralar ve ekosistemler, Doğal Renkler, Doğal Malzemeler, Doğanın Görüntüsü, Doğal şekiller ve formlar, Hareketlilik ve Yön Bulma " Mekân Düzeni"	[22]
Doğayla görsel bağlantı, doğayla görsel olmayan bağlantı, ritmik olmayan duyusal uyaranlar, termal ve hava akımı değişkenliği, su öğesinin varlığı, dinamik ve yaygın ışık, doğal sistemlerle bağlantı, biyomorfik biçimler ve desenler, doğa ile materyal bağlantısı ve karmaşıklık ile düzen.	[21]
Görsel olmayan bağlantı, su öğesinin varlığı, görsel bağlantı, ışık ve mekân, doğal desenler	[27]
Doğayla görsel bağlantı, karmaşıklık ve düzen, görüş alanı (açık ufuk hissi), hareketlilik ve yön bulma, parçaların bütüne entegrasyonu.	[28]
Gün ışığı, su, hava, bitkiler, hayvanlar, manzara, hava durumu, ateş, görüntüler, renk ve doku, şekil ve formlar, bilgi zenginliği, yaş, değişim ve zamanın izleri, doğal geometriler, simüle edilmiş doğal ışık ve hava, biyomimetik tasarım, görüş alanı ve sığınma organize karmaşıklık, hareketlilik, geçiş alanları, yer (mekânsal aidiyet) ve parçaların bir araya gelerek bütünü oluşturması	[29]
Doğal ışık, su, bitkiler, hava durumu, doğal manzara, ekosistemler, doğa imgesi, doğal malzemeler, doğanın geometrisi, görüş ve barınak, kültürel ve ekolojik alanlara bağlılık	[30]
Renk, Işık, Bitki, Ekoloji, Görünüm, Temiz Hava, Su, Hayvan, Şekiller	[31]
Doğa ile Görsel Bağlantı, Doğa ile Görsel Olmayan Bağlantı, Ritmik Olmayan Duyusal Uyarımlar, Isısal ve Hava Akışı Değişkenliği, Suyun Varlığı, Dinamik ve Yaygın Işık, Doğal Sistemlerle Bağlantı, Biyomorfik Formlar ve Örüntüler, Doğayla Malzeme Bağlantısı, Karmaşıklık ve Düzen	[33] [34]
Doğal ışık, temiz hava, su, bitkiler, hayvanlar, doğal malzemeler, Doğa görüntüleri, dokular ve desenler, renk paleti, şekiller ve formlar.	[37]

Oysa afetler, öngörülemezlikleri ve ani etkileri nedeniyle bireylerin yaşamını etkilemekte; afet sonrası toparlanma süreci ise özellikle çocuklar açısından daha kırılgan bir nitelik taşımaktadır. Doğal afetlere karşı daha dayanıklı ve uyumlu yapılı çevreler geliştirmeyi amaçlayan biyofilik tasarım [38] yeşil altyapı ve doğal bariyerlerin kullanımı yoluyla afet riskini azaltmakta ve toplulukların çevresel değişimlere uyum kapasitesini güçlendirmektedir [39]. Çocukların günün büyük bir bölümünü geçirdiği eğitim mekânlarında biyofilik unsurların kullanılması, afet sonrası dönemde hem fizyolojik hem de psikolojik iyileşmeyi destekleyebilir. Buna rağmen, afet sonrası okul ortamlarında biyofilik tasarım ilkelerinin kullanımına yönelik çalışmaların son derece sınırlı olması, alanda önemli bir araştırma boşluğu bulunduğunu göstermektedir. Bu çalışma, söz konusu boşluğu ele alarak afet sonrası koşullarda çocukların iyileşme ve yeniden uyum süreçlerini destekleyebilecek biyofilik tasarım ilkelerinin eğitim mekânlarına entegrasyonunu sistematik biçimde değerlendirmektedir.

Afetler, yalnızca Türkiye'de değil, küresel ölçekte mekânsal ve sosyal yapıyı derinden etkileyen çok boyutlu olaylardır. Bu bağlamda iç mimarlık, estetik ve işlevselliğin ötesine geçerek afet sonrası yaşam koşullarının iyileştirilmesine ve toplumsal iyileşme süreçlerine katkı sağlayan bir disiplin niteliği kazanmıştır [40]. Türkiye, aktif sismik kuşakta konumlanması nedeniyle tarihsel süreç boyunca çok sayıda yıkıcı depreme maruz kalmış bir ülkedir. 1900–2023 döneminde can kaybına veya yapısal hasara neden olan toplam 269 yıkıcı deprem kaydedilmiştir. Bu depremler arasında 1939 Erzincan, 1999 Gölcük ve 2023 Kahramanmaraş depremleri, etki büyüklüğü ve yol açtıkları sosyo-ekonomik sonuçlar bakımından en yıkıcı olaylar olarak öne çıkmaktadır [41-43].

Türkiye'de yakın dönemin en yıkıcı sismik olaylarından biri 6 Şubat 2023'te meydana gelen Kahramanmaraş merkezli depremlerdir. AFAD verilerine göre, saat 04:17'de Pazarcık'ta Mw 7.7 büyüklüğünde ilk deprem, aynı gün 13:24'te Elbistan'da Mw 7.6 büyüklüğünde ikinci büyük deprem gerçekleşmiştir. Bu iki ana şok, Hatay, Gaziantep, Malatya, Diyarbakır, Kilis, Şanlıurfa, Adıyaman, Kahramanmaraş, Osmaniye, Adana ve Elazığ illerinde geniş çaplı yıkıma ve can kayıplarına yol açmıştır. Kahramanmaraş merkezli bu depremler, afetin çocuklar üzerindeki etkilerini yeniden biçimde gündeme taşımıştır. Deprem yalnızca fiziki yapıları yıkmakla kalmamış, aynı zamanda milyonlarca öğrencinin eğitim sürecini kesintiye uğratmış ve güvenli, destekleyici öğrenme ortamlarının yeniden inşasını acil bir ihtiyaç hâline getirmiştir. Bu nedenle afet sonrası eğitim mekânlarının niteliği, eğitime erişim kadar, çocukların refah hâlinin desteklenmesi açısından da kritik öneme sahiptir. Türkiye'de ilkokul ve ortaokul düzeyindeki öğrenci, öğretmen, derslik ve okul sayılarına ilişkin güncel istatistikler, bu mekânların kapsayıcılığının ve niteliğinin ne denli geniş bir öğrenci kitlesini etkilediğini açıkça göstermektedir. Nitekim Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK) veri portalında yer alan verilere göre, 2024–2025 döneminde ilkokullarda 5,7 milyondan fazla öğrenci, 322 bini aşkın öğretmen ve 25 binden fazla okul; ortaokullarda ise 5,1 milyonu aşkın öğrenci, 381 binden fazla öğretmen ve 18 bini aşkın okul bulunmaktadır [44], (Tablo 2). Bu büyüklükteki bir eğitim sistemi içerisinde, afet sonrası yeniden yapılanma sürecinde alınacak mekânsal kararlar milyonlarca çocuğun akademik, sosyal ve psikolojik gelişimini doğrudan etkileyecektir. Dolayısıyla, ilkokulların ve ortaokulların biyofilik kriterler çerçevesinde değerlendirilmesi ve iyileştirilmesi, Türkiye özelinde yalnızca mimari bir tercih değil, aynı zamanda toplumsal ölçekte bir gerekliliktir.

Tablo 2. Türkiye'de İlkokul Düzeyine İlişkin Temel Göstergeler [44] (Key Indicators Related to Primary Education in Türkiye)

İlkokul/ Primary School									
Yıl	Okullaşma oranı (%) (%)	Okul / Birim	Öğretmen	Öğrenci	Sınıf	Şube	Okul başına düşen öğrenci	Şube başına düşen öğrenci	Öğretmen başına düşen öğrenci
2012-2013	98,9	29169	282403	5593910	234920	251027	192	22	20
2013-2014	99,6	28532	288442	5574916	243305	251801	195	22	19
2014-2015	96,3	27544	295582	5434150	237760	255461	197	21	18
2015-2016	94,9	26522	302961	5360730	236490	253714	202	21	18
2016-2017	91,2	25479	292878	4972430	241270	245724	195	20	17
2017-2018	91,7	24967	300739	5277398	258356	243131	213	22	17
2018-2019	93,8	24793	309247	5273945	268675	245240	213	22	17
2019-2020	93,6	24790	309797	5254925	269452	244840	212	22	17
2020-2021	93,2	24519	310477	5433991	269291	249147	222	22	17
2021-2022	93,5	25182	299697	5535311	271396	258250	221	21	18
2022-2023	95	25182	309357	5533531	271839	258639	222	22	18
2023-2024	95	25445	308636	5644386	275221	262753	227	22	18
2024-2025	95,4	25099	322305	5704483	275221	262753	227	22	18
Ortaokul/ Lower Secondary School									
Yıl	Okullaşma oranı (%) (%)	Okul / Birim	Öğretmen	Öğrenci	Sınıf	Şube	Okul başına düşen öğrenci	Şube başına düşen öğrenci	Öğretmen başına düşen öğrenci
2012-2013	93,1	16 987	269 759	5566986	124584	193079	306	27	19
2013-2014	94,5	17 019	280 804	5478399	128551	195273	304	27	18
2014-2015	94,4	16 969	296 065	5278107	147693	201220	292	25	17
2015-2016	94,4	17 343	322 680	5211506	164943	205981	281	24	15
2016-2017	95,7	17 879	324 350	5554415	177136	223529	300	24	17
2017-2018	94,5	18 745	339 850	5590134	185672	224169	288	24	16
2018-2019	93,3	18 935	354 198	5627075	187572	228069	287	24	15
2019-2020	95,9	19 268	371 590	5701564	195134	233168	284	23	15
2020-2021	88,9	19 025	370 798	5212969	196534	226500	267	22	14
2021-2022	89,8	18 936	376 747	5293067	198366	230004	270	22	14
2022-2023	91,2	18 907	372 536	5524117	198642	226938	274	23	14
2023-2024	91,5	18 850	378 203	5314796	198434	233653	282	23	14
2024-2025	89,1	18 878	381 012	5181914	199892	232488	269	22	13

Türkiye'de afetlerden en fazla etkilenen illerin ilkokul ve ortaokul verileri, bölgedeki eğitim altyapısının büyüklüğünü ve öğrenci kitlesinin kapsamını açık biçimde göstermektedir. Millî Eğitim Bakanlığı verilerine göre, bu illerdeki toplam okul sayısı hem resmî hem özel okullar dikkate alındığında 3435'in üzerindedir. En yüksek okul sayısı 1334 ilkokul ile Şanlıurfa'da, en düşük okul sayısı ise 41 okul ile Kilis'te görülmektedir. Öğrenci sayıları açısından bakıldığında, bölgedeki toplam öğrenci nüfusu 1,4 milyonun üzerindedir. Bu iller içinde en fazla ilkokul öğrencisine sahip il 275.012 öğrenci ile Şanlıurfa, ardından 246.290 öğrenci ile Gaziantep ve 171.289 öğrenci ile Diyarbakır'dır. Hatay'da ise toplam 143.181 ilkokul öğrencisi bulunmaktadır. En fazla ortaokul öğrencisine sahip il ise 190.930 öğrenci ile Gaziantep'tir. 14.410 öğrenci sayısı ile en az öğrenci ise Kilis'te yer almaktadır. Veriler afet sonrası yeniden yapılanma süreçlerinde eğitim mekânlarının niteliğini artırmaya yönelik biyofilik tasarım yaklaşımlarının uygulanabilirliğini ve gerekliliğini açıkça ortaya koymaktadır (Tablo 3).

Deprem bölgesi olan Hatay'da okullar, çocuklar için kritik eğitim mekânlarıdır; ancak bu okulların iç mekânlarının biyofilik tasarım ilkeleri açısından sistematik ve nicel olarak değerlendirilmesine yönelik bir çalışma bulunmamaktadır. Bu araştırmanın temel amacı, Hatay'daki ilkokulların ve ortaokulların iç mekânsal niteliklerini biyofilik tasarım kriterleri doğrultusunda analiz ederek, iyileştirme gerektiren okulların belirlenmesine bilimsel bir çerçeve sunmaktır. Bu kapsamda, Kahramanmaraş merkezli depremlerden en fazla etkilenen illerden biri olan Hatay'daki farklı etkilenim düzeylerine sahip okullar Bulanık TOPSIS yöntemi kullanılarak karşılaştırılmış ve biyofilik tasarım kriterlerine göre önceliklendirilmiştir.

3. Deneysel Metot (Experimental Method)

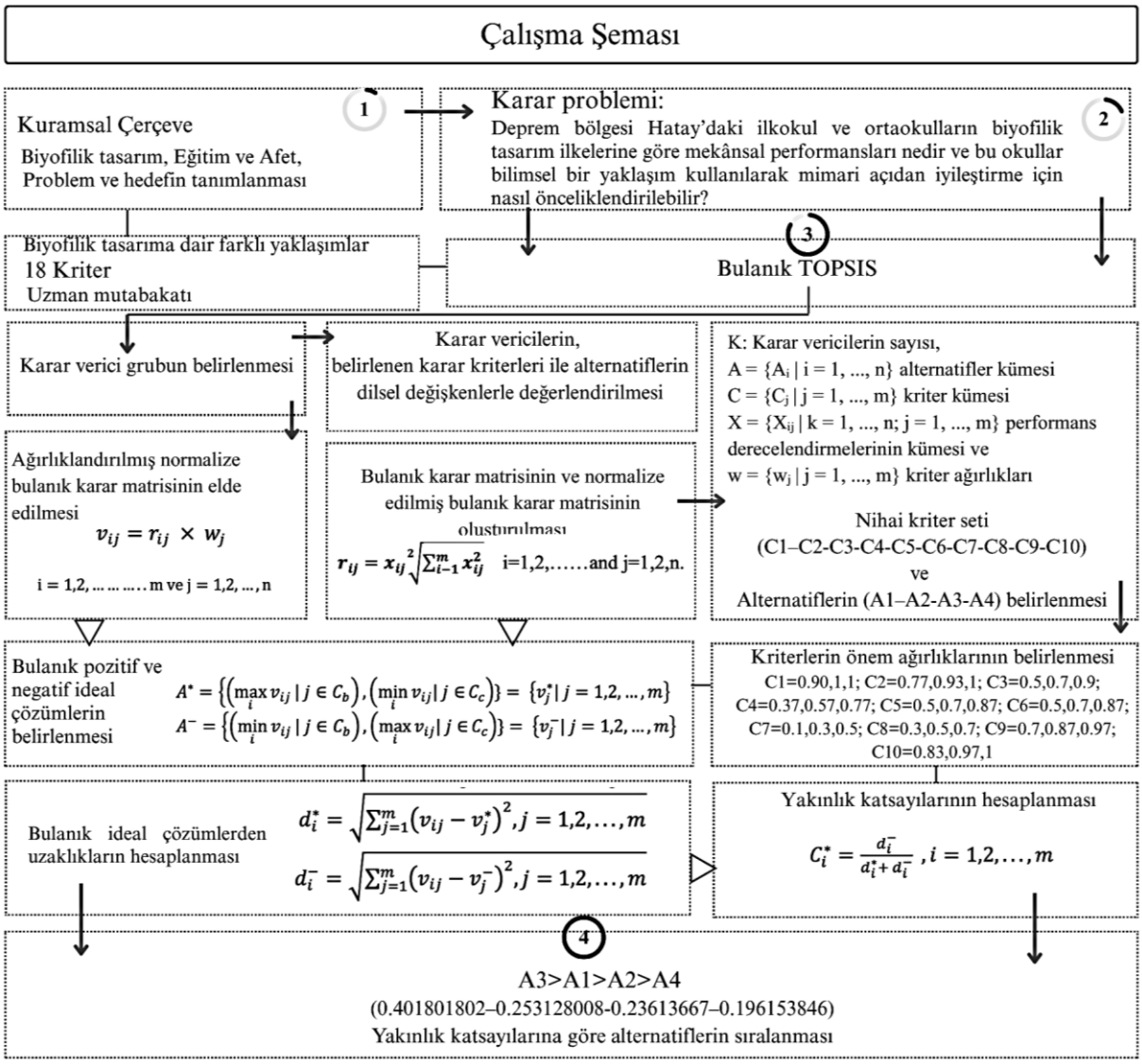
Deprem sonrası eğitime devam eden okulların, çocukların fizyolojik ve psikolojik iyileşmesini destekleyebilecek biyofilik tasarım unsurlarını hangi düzeyde karşıladığını belirlemek ve bu unsurların mimari açıdan önceliklendirilmesini ortaya koymak amacıyla, Hatay'da seçilen ilkokul ve ortaokullar biyofilik kriterler doğrultusunda değerlendirilmiştir. İyileştirme önceliklerinin belirlenmesi için çok kriterli karar verme yaklaşımı kapsamında Bulanık TOPSIS yöntemi uygulanmıştır. Bulanık TOPSIS, çok kriterli karar verme problemlerinde karar vericilerin belirsizlik içeren değerlendirmelerini bulanık mantık aracılığıyla modele dâhil eden ve alternatifleri ideal çözüme yakınlıklarına göre sıralayan bir yöntemdir [46]. Yöntemin tercih edilmesinde, afet sonrası eğitim yapılarının biyofilik tasarım kriterleri açısından değerlendirilmesinin çok kriterli bir karar problemi oluşturması ve bu tür problemlerde alternatiflerin ideal çözüme göre sıralanmasına olanak tanıyan bir yaklaşım sunması belirleyici olmuştur. Ayrıca, uzman yargılarındaki belirsizliği analitik sürece dâhil edebilmesi ve alternatifleri hem pozitif hem negatif ideal çözümlere olan uzaklıkları üzerinden bütüncül biçimde karşılaştırabilmesi yöntemin seçimini desteklemektedir [47]. Böylece okulların biyofilik performansları yalnızca nitel betimlemelerle değil, nicel ve karşılaştırılabilir bir önceliklendirme yaklaşımıyla analiz edilmiştir. Süreçte uzmanlar tarafından yapılan dilsel değerlendirmeler bulanık sayılara dönüştürülmüş ve analiz süreci ilgili algoritmanın adımları izlenerek yürütülmüştür. Bu çalışma, yöntemsel açıdan yeni bir model önermekten ziyade, biyofilik tasarım kriterlerini afet sonrası eğitim yapıları bağlamında sistematik ve ölçülebilir bir yapıya dönüştürerek çok kriterli karar verme sürecine entegre etmektedir. Bu açıdan çalışma, biyofilik tasarım yaklaşımını nicel bir değerlendirme çerçevesine taşıyarak alternatiflerin karşılaştırmalı analizine olanak sağlayan ve literatürde sınırlı olarak ele alınan bir araştırma alanına yöntemsel ve uygulamaya dönük katkı sunmaktadır. Uzman görüşmelerinden önce katılımcılara çalışma hakkında bilgilendirme yapılmış ve gönüllü katılım için sözlü onam sağlanmıştır. Şekil 1'de çalışmanın genel iş akışı sunulmaktadır.

Bulanık TOPSIS'in temel yaklaşımı, alternatiflerin Bulanık Pozitif İdeal Çözüm'e (BPİÇ) en yakın ve Bulanık Negatif İdeal Çözüm'den (BNİÇ) en uzak konumda değerlendirilmesine dayanmakta [48, 49]; bu çerçevede pozitif ideal çözüm fayda kriterlerinin en yüksek, maliyet kriterlerinin en düşük olduğu noktayı, negatif ideal çözüm ise bunun tersini temsil etmektedir [50, 51].

- K: Karar vericilerin sayısı,
- $A = \{A_i \mid i = 1, ..., n\}$ alternatifler kümesini gösterir.
- $C = \{C_j \mid j = 1, ..., m\}$ kriter kümesini temsil eder.
- $X = \{X_{ij} \mid i = 1, ..., n; j = 1, ..., m\}$ performans derecelendirmelerinin kümesini belirtir ve $w = \{w_j \mid j = 1, ..., m\}$ kriter ağırlıklarını gösterir.

Tablo 3. 2024-2025 yılları ilkokul ve ortaokul verileri [45] (Primary and Lower Secondary School Data for 2024–2025)

İller	Okul Sayısı			Öğrenci Sayısı						
	Resmi	Özel	Toplam	R Erkek	R Kadın	R Toplam	Ö Erkek	Ö Kadın	Ö Toplam	Toplam
İlkokul										
Adana	518	34	552	89519	85121	174640	3640	3390	7030	181670
Adıyaman	357	7	364	26014	24298	50312	442	306	748	51060
Diyarbakır	869	34	903	84961	79779	164740	3445	3104	6549	171289
Elazığ	177	10	187	18562	17357	35919	801	737	1538	37457
Gaziantep	589	37	626	123152	117074	240226	3188	2876	6064	246290
Hatay	574	27	601	71652	67851	139503	1972	1706	3678	143181
Malatya	256	20	276	23944	22417	46361	1260	1159	2419	48780
Kahramanmaraş	431	12	443	47059	44454	91513	1069	945	2014	93527
Şanlıurfa	1305	29	1334	139488	131709	271197	2128	1687	3815	275012
Kilis	104	4	108	10093	9524	19617	156	149	305	19922
Osmaniye	167	14	181	23227	21415	44642	592	504	1096	45738
Ortaokul										
Adana	302	37	339	69530	65460	134990	4830	4537	9367	144357
Adıyaman	178	10	188	18339	16998	35337	421	312	733	36070
Diyarbakır	306	35	341	56300	53555	109855	3598	2980	6578	116433
Elazığ	111	11	122	15020	14107	29127	839	708	1547	30674
Gaziantep	341	38	379	95039	89418	184457	3408	3065	6473	190930
Hatay	390	32	422	56952	53029	109981	1890	1655	3545	113526
Malatya	179	22	201	17774	16811	34585	1414	1208	2622	37207
Kahramanmaraş	279	16	295	38090	35133	73223	1195	1110	2305	75528
Şanlıurfa	579	32	611	90719	84010	174729	2408	1864	4272	179001
Kilis	37	4	41	7425	6701	14126	166	118	284	14410
Osmaniye	104	14	118	18011	16644	34655	660	550	1210	35865



Şekil 1. Çalışma şeması (Study framework)

Tablo 4. Dilsel ifadeler ve üçgen bulanık sayı karşılıkları (Linguistic Terms and Their Corresponding Triangular Fuzzy Numbers)

Karar Kriterinin Önem Ağırlıkları İçin Dilsel Değişkenler		Alternatifler Değerlendirilirken Kullanılan Dilsel Değişkenler	
Dilsel Değişken	Bulanık Üçgensel Sayılar	Dilsel Değişken	Bulanık Üçgensel Sayılar
Çok Düşük (ÇD)	(0.0, 0.0, 0.1)	Çok Kötü (ÇK)	(0, 0, 1)
Düşük (D)	(0.0, 0.1, 0.3)	Kötü (K)	(0, 1, 3)
Biraz Düşük (BD)	(0.1, 0.3, 0.5)	Biraz Kötü (BK)	(1, 3, 5)
Ortalama (O)	(0.3, 0.5, 0.7)	Ortalama (O)	(3, 5, 7)
Biraz Yüksek (BY)	(0.5, 0.7, 0.9)	Biraz İyi (Bİ)	(5, 7, 9)
Yüksek (Y)	(0.7, 0.9, 1.0)	İyi (İ)	(7, 9, 10)
Çok Yüksek (ÇY)	(0.9, 1.0, 1.0)	Çok İyi (Çİ)	(9, 10, 10)

Bu doğrultuda, karar verme sürecinde alternatiflerin kriterler ve önem ağırlıkları temelinde değerlendirilmesinde, sayısal değerler yerine dilsel değişkenlerin (linguistic variables) kullanılmasının literatürde yaygın bir yaklaşım olduğu görülmektedir [46]. Dilsel değişkenler, kesin sayısal değerler yerine sözel ifadelerle (örneğin, "yüksek", "orta", "düşük") temsil edilen ve bu ifadelerin üçgensel bulanık sayılar aracılığıyla nicel forma dönüştürüldüğü değişkenlerdir. Bu yaklaşım, karar vericilerin öznel yargılarındaki belirsizliği modele entegre etmeye olanak tanımakta ve böylece Bulanık TOPSIS yönteminin daha esnek ve gerçekçi sonuçlar üretmesini sağlamaktadır (Tablo 4).

Çalışmada uygulanan Bulanık TOPSIS yöntemi adımları ve her bir adıma ait formüller Tablo 5'te sunulmaktadır.

Çalışmada analiz süreci, Chen (2000) [46] tarafından önerilen algoritma çerçevesinde, yöntemin tanımladığı sistematik adımlar izlenerek uygulanmıştır. Bu kapsamda süreç; karar verici grubun belirlenmesi, kriter ve alternatiflerin dilsel değişkenlerle değerlendirilmesi, kriter ağırlıklarının hesaplanması, bulanık karar matrisinin oluşturulması ve normalize edilmesi, ağırlıklandırma işlemleri ile ideal çözümlerin ve bu çözümlere olan uzaklıkların hesaplanması aşamalarını içermekte; son olarak yakınlık katsayıları

elde edilerek alternatifler bu katsayılara göre sıralanmaktadır. Kahramanmaraş merkezli depremlerin hem fiziksel yıkım hem de demografik ve ekonomik etkiler açısından en yoğun hissedildiği illerden biri olan Hatay, afet sonrası çok boyutlu değerlendirme yapılmasına olanak sağlaması nedeniyle bu araştırmada temel çalışma alanı olarak seçilmiştir. Deprem öncesi ve sonrasında kullanılabilir durumda kalan; etkilenim düzeyleri ve fiziksel kapasite özellikleri birbirinden farklı ilkokul ve ortaokullar araştırmanın alternatif kümesini oluşturmaktadır. Analize dâhil edilen bu okullara ilişkin ayrıntılı bilgiler Tablo 6'da sunulmaktadır.

Çalışmada değerlendirilen okul yapılarının yalnızca iç mekânsal özellikleri değil, aynı zamanda bulundukları çevresel ve mekânsal bağlam da biyofilik performans açısından önem taşımaktadır. Bu doğrultuda, seçilen okulların yerleşim düzenini, çevresel ilişkilerini ve açık alan kullanımını ortaya koymak amacıyla yerleşim planları analize dâhil edilmiştir. Bu planlar, okul çevresindeki yapılaşma yoğunluğu, açık ve yeşil alan varlığı ile mekânsal organizasyonun bütüncül olarak değerlendirilmesine olanak sağlamaktadır (Şekil 2).

Şekil 2 incelendiğinde, alternatif okul yapılarının farklı yoğunluk ve mekânsal organizasyon özelliklerine sahip kentsel dokular içerisinde konumlandığı görülmektedir. A1 ve A3 alternatiflerinin daha yoğun yapılaşma içerisinde yer aldığı, buna karşılık A2 alternatifinin daha düşük yoğunluklu ve açık alan sürekliliğinin daha belirgin olduğu bir çevresel bağlama sahip olduğu dikkat çekmektedir. A4 alternatifinde ise karma bir yapılaşma düzeni ve sınırlı açık alan sürekliliği gözlemlenmektedir. **Söz konusu** mekânsal farklılıklar, okulların biyofilik performanslarının değerlendirilmesinde önemli bir çevresel girdi olarak ele alınmıştır. Uzman görüşmeleri öncesinde katılımcılara araştırmanın amacı, kapsamı ve süreçleri hakkında bilgilendirme yapılmış ve gönüllü katılım için bilgilendirilmiş onamları sözlü olarak alınmıştır. Araştırma E.22398675-050.04-212894 sayılı etik kurul onayı ile yürütülmüştür.

4. Sonuçlar ve Tartışmalar (Results and Discussions)

4.1. Sonuçlar (Results)

Bu bölümde, çalışma kapsamında seçilen okulların biyofilik tasarım unsurlarını hangi düzeyde karşıladığına ilişkin değerlendirmeler sunulmakta ve Bulanık TOPSIS analizinden elde edilen bulgular paylaşılmaktadır. Analiz, yöntem bölümünde açıklanan adımlar izlenerek sistematik biçimde gerçekleştirilmiştir.

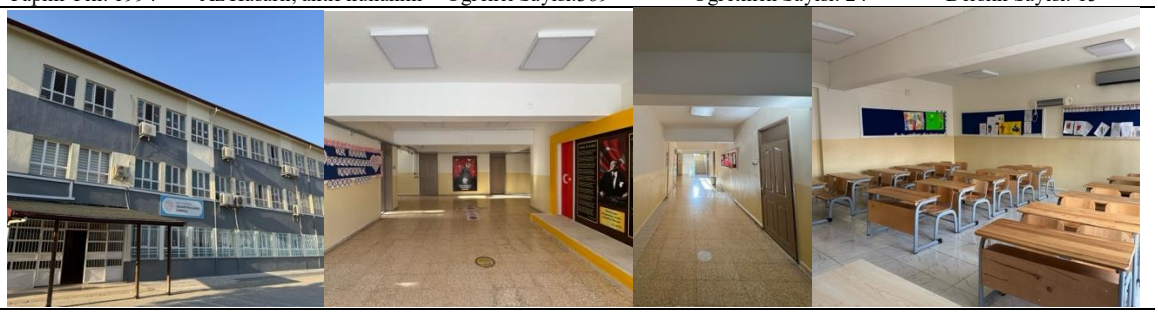
Adım 1. Karar verici grubun belirlenme sürecidir. Grup karar verme yaklaşımına dayanan TOPSIS uygulamalarında, farklı uzman görüşlerinin bütünleştirilmesi yöntemin analitik gücünü artıran temel unsurlardan biridir. Literatürde benzer TOPSIS çalışmalarında karar komitelerinin çoğunlukla üç uzmandan oluşturulduğu ve bu sayının hem görüş çeşitliliğini sağlamak hem de değerlendirme tutarlılığını korumak açısından yeterli olduğu görülmektedir [52-55]. Bu doğrultuda araştırmada karar verici ekip, afet bağlamına hâkimiyet, araştırma problemiyle doğrudan ilişkili uzmanlık alanı ve mesleki/akademik kıdem kriterleri esas alınarak deprem bölgesinde aktif olarak görev yapan toplam üç uzmandan oluşturulmuştur. Grup; Hatay'da 31 yılı aşkın yönetsel deneyime sahip bir eğitim yöneticisi, Hatay'da 10 yılı aşkın akademik deneyime sahip bir iç mimarlık uzmanı ve Adana'da 30 yılı aşkın akademik deneyime sahip bir iç mimarlık uzmanından meydana gelmektedir. Bu yapı sayesinde, karar verme sürecinde hem uygulamaya dayalı yönetim deneyimi hem de tasarım alanına ilişkin akademik uzmanlık bir araya getirilerek disiplinler arası nitelikte kapsamlı bir değerlendirme ortamı sağlanmıştır.

Literatürde tanımlanan biyofilik tasarım ölçütleri kapsamlı bir tarama sonucunda belirlenmiş ve başlangıçta toplam 18 kriterden oluşan bir aday kriter havuzu oluşturulmuştur. Bu kriterler, uzman değerlendirmesine sunulmak üzere yapılandırılmış bir Google Form aracılığıyla üçlü Likert ölçeğinde (3 = çok önemli, 2 = orta düzeyde önemli, 1 = az önemli) puanlandırılmıştır (Tablo 7). Bu kriter puanlama süreci sistematik ve nicel bir yaklaşımla yürütülmüştür.

Tablo 5. Bulanık TOPSIS yöntemi adımları ve formüller (Steps and Formulas of the Fuzzy TOPSIS Method)

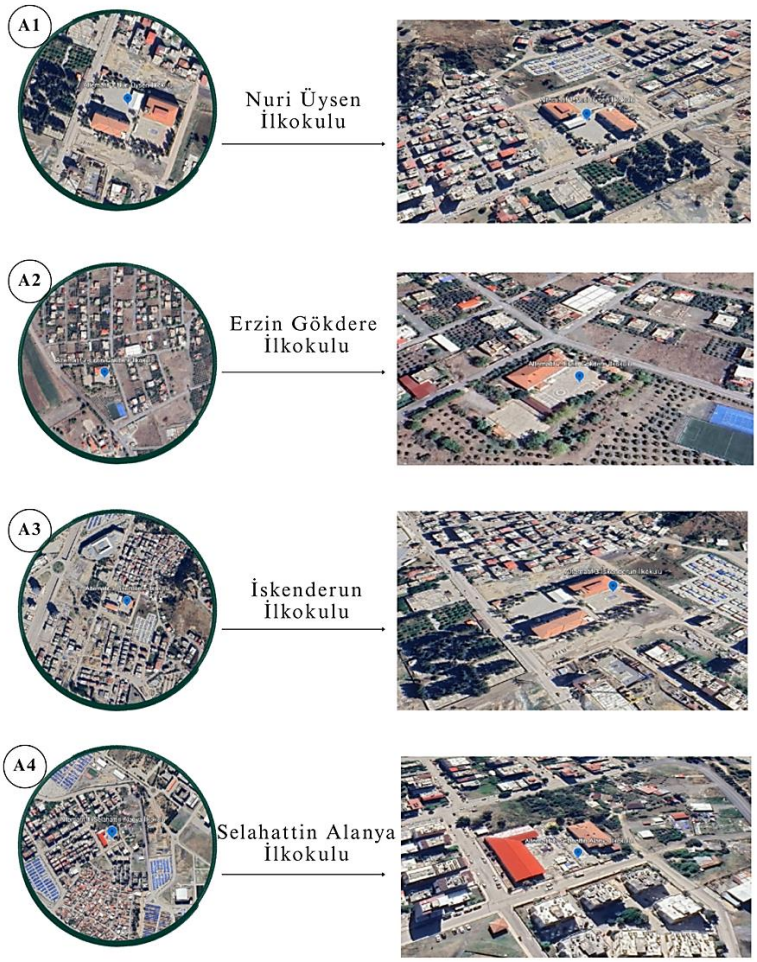
Alternatifler ve kriterlerden oluşan karar matrisi oluşturulur. $r_{ij} = x_{ij} \Big/ \sqrt[2]{\sum_{i-1}^{m} x_{ij}^2}$ i=1,2,……m ve j=1,2,n. (1)
Ağırlıklandırılmış normalize matris hesaplanır. Normalize değerler kriter ağırlıkları (w_j) ile çarpılır. $v_{ij} = r_{ij} \times w_j$ $i = 1,2, \dots \dots \dots .m$ ve $j = 1,2, \dots, n$ (2)
Pozitif ideal çözüm belirlenir (A*). Fayda kriterleri maksimize, maliyet kriterleri minimize edilir. $A^* = \left\{\left(\max_i v_{ij} \mid j \in C_b\right), \left(\min_i v_{ij} \mid j \in C_c\right)\right\} = \left\{v_j^* \mid j = 1,2, \dots, m\right\}$ (3)
Negatif ideal çözüm belirlenir (A^-). Fayda kriterleri minimize, maliyet kriterleri maksimize edilir. $A^- = \left\{\left(\min_i v_{ij} \mid j \in C_b\right), \left(\max_i v_{ij} \mid j \in C_c\right)\right\} = \left\{v_j^- \mid j = 1,2, \dots, m\right\}$ (4)
Pozitif ve negatif ideal çözümlere uzaklıklar hesaplanır. Her alternatifin A*'ya/ A^- Öklid uzaklığı hesaplanır. $d_i^* = \sqrt{\sum_{j=1}^{m}\left(v_{ij} - v_j^*\right)^2, j = 1,2, \dots, m}$ $d_i^- = \sqrt{\sum_{j=1}^{m}\left(v_{ij} - v_j^-\right)^2, j = 1,2, \dots, m}$ (5), (6)
İdeal çözüme göreli yakınlık hesaplanır. Alternatiflerin performans değeri hesaplanır ve sıralama yapılır. $C_i^* = \frac{d_i^-}{d_i^* + d_i^-}, i = 1,2, \dots, m$ (7)

Tablo 6. Seçilen alternatif küme (Görseller yazar tarafından çekilmiştir) (Selected Alternative Set), (Photographs by the author)

A1	Alternatif 1: Nuri Üysen İlkokulu				
Genel Özellikler	Yapım Yılı: 2017	Hasarsız, aktif kullanım	Öğrenci Sayısı:1088	Öğretmen Sayısı:69	Derslik Sayısı: 32
	Konferans Salonu:1	Fen Laboratuvarı :1	Müzik Sınıfı :1	Kütüphane :1	Spor Salonu :1
					
A2	Alternatif 2: Erzin Gökdere İlkokulu				
Genel Özellikler	Yapım Yılı: 2006	Hasarsız, aktif kullanım	Öğrenci Sayısı: 72	Öğretmen Sayısı:7	Derslik Sayısı: 5
	Fen Laboratuvarı :1	Kütüphane :1	Oyun Odası :1		
					
A3	Alternatif 3: İskenderun İlkokulu				
Genel Özellikler	Yapım Yılı: 2019	Hasarsız, aktif kullanım	Öğrenci Sayısı:763	Öğretmen Sayısı: 34	Derslik Sayısı: 26
	Çok Amaçlı Salon:1	Kütüphane: 1	Resim Sınıfı: 1		
					
A4	Alternatif 4: Selahattin Alanya İlkokulu				
Genel Özellikler	Yapım Yılı: 1994	Az Hasarlı, aktif kullanım	Öğrenci Sayısı:369	Öğretmen Sayısı: 24	Derslik Sayısı: 15
					

İlk aşamada, her bir kriter için uzman puanlarının aritmetik ortalaması hesaplanmış ve göreli önem düzeyleri belirlenmiştir. Nihai kriter setinin oluşturulmasında, maksimum puan üzerinden yüksek önem düzeyini temsil eden 2.50 ve üzeri ortalama değeri eşik olarak kabul edilmiştir. Bu eşik değerin altında kalan kriterler değerlendirme dışı bırakılmış; bu kapsamda 'Zaman, Yaş ve Değişimin İzleri', 'Şekiller ve Formlar', 'Doğa ile Görsel Olmayan Bağlantı' ve 'Hayvanlara veya Doğal Varlıklara Dair Öğeler' kriterleri elenmiştir. İkinci aşamada, kalan 14 kriter afet sonrası eğitim yapıları bağlamında yeniden değerlendirilmiş; çocukların fizyolojik ve psikolojik gereksinimleri ile doğrudan ilişkili, yüksek önem ve uzlaşı gösteren kriterler belirlenmiştir. Bu aşamalı eleme süreçleri sonucunda, analizde kullanılmak üzere en yüksek öneme sahip 10 kriterden oluşan nihai kriter seti belirlenmiştir. Belirlenen bu öncelikli kriterler Tablo 8'de sunulmaktadır.

Tablo 7'de yer alan referanslar, biyofilik tasarım kriterlerinin literatürdeki karşılıklarını göstermektedir. Deprem bağlamındaki açıklamalar ise, afet sonrası mekânsal performans değerlendirmesi kapsamında uzman görüşlerine dayanan ve bu çalışmaya özgü analitik yorumları yansıtmaktadır. Uzman grubun görüşleri doğrultusunda okulların seçiminde kullanılacak 10 karar kriteri C_i = (C1, C2, C3, C4, C5, C6, C7, C8, C9, C10) ile 4 okul alternatifi A_i= (A1, A2, A3, A4) değerlendirilmiştir. Bu karar kriterleri; Doğa ile Görsel Bağlantı (C1), Dinamik ve Yaygın Işık / Gün Işığı (C2), Bitkiler ve Yeşil Unsurlar (C3) Termal ve Hava Akışı Değişkenliği (C4), Doğayla Malzeme Bağlantısı (C5), Doğal Sistemlerle Bağlantı (C6), Ritmik Olmayan Duyusal Uyaranlar (C7), Suyun Varlığı (C8), Karmaşıklık ve Düzen (C9) ve Görüş Alanı ve Sığınma (C10)'dır. Alternatifler ise Nuri Üysen Ortaokulu (A1), Erzin Gökdere Ortaokulu (A2), İskenderun İlkokulu (A3) ve Selahattin Alanya İlkokulu (A4)'dur. Bu noktada



Şekil 2. Seçilen okul yapılarına ait yerleşim planları ve çevresel bağlamları (Google Earth görüntüleri yazar tarafından düzenlenmiştir), (Layout plans and environmental context for selected school buildings)

Tablo 7. Biyofilik Kriterler için Likert Puanlaması (Likert Scoring for Biophilic Criteria)

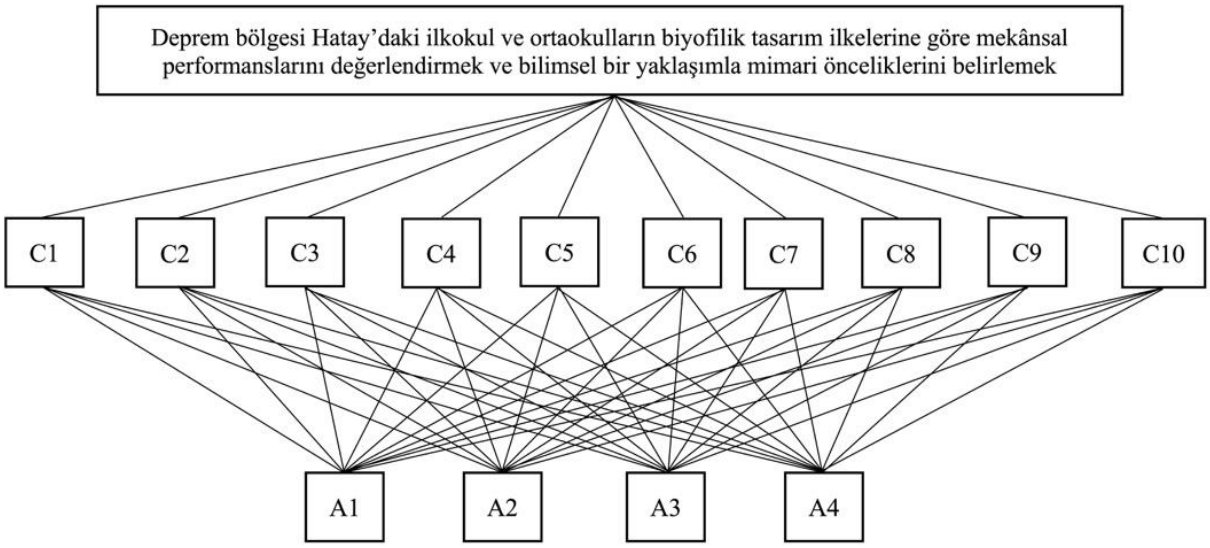
Literatürde Yer Alan Biyofilik Tasarım Kriterleri	Çok	Orta	Az
	3	***2***	***1***
1.Doğa ile Görsel Bağlantı (Manzara, doğa görüntüleri, doğal peyzaj, ekosistem görünümü)			
2.Doğa ile Görsel Olmayan Bağlantı (Koku, ses, dokunsal his, hava akımı, nem gibi duyusal temaslar)			
3.Ritmik Olmayan Duyusal Uyaranlar (Doğal sesler, rüzgâr hareketi, yaprak hışırtısı, hafif değişken doğa sesleri)			
4.Termal ve Hava Akışı Değişkenliği (Doğal havalandırma, hava hareketi, sıcaklık değişimleri)			
5.Suyun Varlığı (Görsel veya işitsel su öğesi, suya erişim, su imgesi)			
6.Dinamik ve Yaygın Işık / Gün Işığı (Doğal ışık, ışık değişkenliği, gün ışığının mekâna entegrasyonu)			
7.Doğal Sistemlerle Bağlantı (Ekosistemler, hava durumu, mevsimsellik, doğa süreçleri)			
8.Biyomorfik Formlar ve Örüntüler (doğayı taklit eden şekiller, doğal geometriler, organik formlar)			
9.Doğayla Malzeme Bağlantısı (ahşap, taş, doğal lifler, doğal dokular, renk paleti)			
10.Karmaşıklık ve Düzen / Organize Karmaşıklık (doğaya özgü ritim, hiyerarşi, bilgi zenginliği, desen bütünlüğü)			
11.Bitkiler ve Yeşil Unsurlar (canlı bitkiler, iç mekân bitkilendirme, yeşil alanlar)			
12.Hayvanlara veya Doğal Varlıklara Dair Öğeler (hayvan varlığı, kuş sesleri, doğal yaşam izleri, ekolojik etkileşim)			
13.Renk ve Doku (doğal renkler, toprak tonları, doğa temelli dokular)			
14.Şekiller ve Formlar (doğayı çağrıştıran mekânsal biçimler, kıvrımlar, organik çizgiler)			
15.Hareketlilik ve Yön Bulma / Mekân Düzeni (açık görüş hattı, yönlendirme, hareket hissi, ulaşılabilirlik)			
16.Görüş Alanı ve Sığınma (açık ufuk hissi + güvenli ve korunaklı alanların dengesi)			
17.Geçiş Alanları ve Mekânsal Aidiyet (iç–dış bağlantısı, eşikler, mekâna aidiyet duygusu)			
18.Zaman, Yaş ve Değişimin İzleri (mevsimsel değişimin izlenmesi)			

Bulanık TOPSIS'in en önemli aşamalarından biri hiyerarşik yapının doğru belirlenmesidir. Şekil 3'te karar probleminin hiyerarşik yapısı gösterilmektedir.

Adım 2. Her bir kriterin göreli önemi ve alternatiflerin, karar vericiler tarafından dilsel değişkenler aracılığıyla değerlendirilmiştir. Karar vericilerin kriter değerlendirmeleri Tablo 9'da gösterilmektedir.

Tablo 8. Afet Sonrası Eğitim Yapılarında Öncelikli Biyofilik Kriterler ve Referansları
(Prioritized Biophilic Criteria for Post-Disaster Educational Buildings and Their References)

Kriterler	Referanslar	Çalışma Odağında, Deprem Bağlamında Uzman Değerlendirmesi
1.Doğa ile Görsel Bağlantı	[21, 27, 28, 31, 33, 34, 37, 26]	Travma sonrası kaygıyı azaltır, çocuklarda psikolojik iyileşmeyi destekleyen güven verici bir çevresel etki oluşturur.
2.Dinamik ve Yaygın Işık / Gün Işığı	[22, 21, 27, 29, 31, 33, 34, 37]	Deprem sonrası mekânlarda ruh sağlığını destekler, biyolojik ritmi düzenleyerek eğitim verimliliğini artırır.
3.Bitkiler ve Yeşil Unsurlar	[22, 29, 30, 31, 37]	Yeşil öğeler stres azaltıcı ve sakinleştirici etkiye sahiptir; afet sonrası psikolojik toparlanmayı doğrudan güçlendirir.
4.Termal ve Hava Akışı Değişkenliği	[21, 31, 33, 34]	Havalandırma, çocukların sağlık ve konfor koşullarını iyileştirir.
5.Doğayla Malzeme Bağlantısı	[21, 22, 31, 37, 29, 30]	Ahşap gibi doğal malzemelerin sıcak dokusu güven hissi yaratır; travma sonrası huzur ve mekânsal aidiyeti güçlendirir.
6.Doğal Sistemlerle Bağlantı	[21, 22, 29, 30, 31]	Mevsimsel döngüler ve doğa süreçleriyle temas, çocukların değişen çevreye adaptasyonunu ve duygusal dengelerini destekler.
7. Ritmik Olmayan Duyusal Uyaranlar	[21, 27, 31, 33, 34]	Rüzgâr, yaprak sesi ve doğal sesler, deprem sonrası çocuklarda görülen aşırı uyarılmışlık durumunu azaltır.
8. Suyun Varlığı	[26, 21, 27, 30, 31, 33,34]	Su öğesi yatıştırıcı etkiye sahiptir; afet kaynaklı stres ve kaygı düzeylerini düşürerek duygu düzenlemeyi destekler.
9. Karmaşıklık ve Düzen / Organize Karmaşıklık	[21, 26, 28, 29, 33,34]	Düzenli fakat doğal bir mekânsal kompozisyon, belirsizlik yaşayan çocuklar için güvenlik hissini ve mekânsal netliği artırır.
10. Görüş Alanı ve Sığınma	[28, 29, 30]	Hem açık görüş alanı hem de güvenli niş bölgelerin bir arada bulunması, deprem sonrası tetikte olma hâlini azaltır ve çocuklara güven verir.



Şekil 3. Karar probleminin hiyerarşik yapısı (Hierarchical Structure of the Decision Problem)

Tablo 9. Karar vericilerin kriter değerlendirmeleri (Decision Makers Criterion Evaluations)

	Karar Vericiler		
Kriterler	KV_1	KV_2	KV_3
C1	(0.9, 1.0, 1.0)	(0.9, 1.0, 1.0)	(0.9, 1.0, 1.0)
C2	(0.9, 1.0, 1.0)	(0.7, 0.9, 1.0)	(0.7, 0.9, 1.0)
C3	(0.5, 0.7, 0.9)	(0.5, 0.7, 0.9)	(0.5, 0.7, 0.9)
C4	(0.3, 0.5, 0.7)	(0.3, 0.5, 0.7)	(0.5, 0.7, 0.9)
C5	(0.7, 0.9, 1.0)	(0.5, 0.7, 0.9)	(0.5, 0.7, 0.9)
C6	(0.3, 0.5, 0.7)	(0.5, 0.7, 0.9)	(0.7, 0.9, 1.0)
C7	(0.1, 0.3, 0.5)	(0.1, 0.3, 0.5)	(0.1, 0.3, 0.5)
C8	(0.3, 0.5, 0.7)	(0.3, 0.5, 0.7)	(0.5, 0.7, 0.9)
C9	(0.9, 1.0, 1.0)	(0.5, 0.7, 0.9)	(0.7, 0.9, 1.0)
C10	(0.9, 1.0, 1.0)	(0.7, 0.9, 1.0)	(0.9, 1.0, 1.0)

Karar vericilerin alternatifleri dilsel değişkenlerle değerlendirmesi Tablo 10'da gösterilmektedir

Adım 3. Kriterlerin önem ağırlıklarının belirlenmesidir. Karar kriterlerine ait önem ağırlıkları, Tablo 11'de yer alan uzman değerlendirmeleri esas alınarak hesaplanmıştır. Bu işlem sonucunda her bir kriter için bulanık ağırlıklar elde edilmiştir.

Adım 4. Karar matrisinin ve normalize edilmiş karar matrisinin oluşturulmasıdır. Bulanık karar matrisi, Tablo 12'de verilen

alternatiflere ve kriterlere yönelik uzman değerlendirmelerinin bütünleştirilmesiyle oluşturulmuştur. Bu aşamada her bir uzman tarafından yapılan puanlamalar bir araya getirilmiş ve alternatiflere ait bulanık değerler türetilmiştir. Böylece karar matrisi, farklı uzman görüşlerinin ortalamasını yansıtan üçgensel bulanık sayılar biçiminde ifade edilmiştir.

Normalize edilmiş bulanık karar matrisi, ilgili hesaplamalar yapılarak elde edilmiştir. Buna göre, fayda türündeki kriterlerde her bir üçgensel bulanık değerin bileşenleri, ilgili kriter için gözlenen en yüksek üst sınır (c_j^*) değeri esas alınarak ölçeklendirilmiştir. Maliyet türündeki kriterlerde ise, normalizasyon işlemi üçgensel sayının alt bileşeni için kriter bazında en düşük değer (a_j^-) referans alınarak gerçekleştirilmiştir. Bu işlem sonucunda, tüm kriterler ortak bir karşılaştırma düzeyine taşınmış ve elde edilen değerler "Normalize Bulanık Karar Matrisi" olarak Tablo 13'te sunulmuştur.

Adım 5. Ağırlıklandırılmış normalize bulanık karar matrisi oluşturulmasıdır. Kriterlerin farklı önem düzeyleri dikkate alınarak Ağırlıklandırılmış Normalize Edilmiş Bulanık Karar Matrisi, (1) ve (2) numaralı formüller kullanılarak oluşturulmuştur. Bu kapsamda normalize edilmiş bulanık karar matrisi, kriterlerin bulanık ağırlıkları ile çarpılarak yeniden ölçeklendirilmiştir. Elde edilen matris Tablo 14'te sunulmaktadır.

Adım 6. Bulanık pozitif ve negatif ideal çözümlerin belirlenmesidir. Chen (2000) modeline [46] dayanarak, kriter sayısı (n) esas alınmak suretiyle bulanık pozitif ve negatif ideal çözümler (3) ve (4) numaralı

Tablo 10. Alternatif değerlendirmeleri (Alternative Evaluations)

		Karar Vericiler					Karar Vericiler		
Kriterler	Alternatifler	KV_1	KV_2	KV_3	Kriterler	Alternatifler	KV_1	KV_2	KV_3
C1	A1	(3, 5, 7)	(5, 7, 9)	(3, 5, 7)	C6	A1	(3, 5, 7)	(3, 5, 7)	(3, 5, 7)
	A2	(1, 3, 5)	(1, 3, 5)	(3, 5, 7)		A2	(3, 5, 7)	(1, 3, 5)	(3, 5, 7)
	A3	(5, 7, 9)	(5, 7, 9)	(7, 9, 10)		A3	(7, 9, 10)	(7, 9, 10)	(7, 9, 10)
	A4	(1, 3, 5)	(1, 3, 5)	(0, 1, 3)		A4	(1, 3, 5)	(3, 5, 7)	(1, 3, 5)
C2	A1	(5, 7, 9)	(3, 5, 7)	(5, 7, 9)	C7	A1	(0, 1, 3)	(0, 0, 1)	(0, 1, 3)
	A2	(5, 7, 9)	(3, 5, 7)	(3, 5, 7)		A2	(0, 0, 1)	(0, 1, 3)	(0, 1, 3)
	A3	(7, 9, 10)	(7, 9, 10)	(9, 10, 10)		A3	(0, 1, 3)	(0, 1, 3)	(0, 0, 1)
	A4	(5, 7, 9)	(3, 5, 7)	(3, 5, 7)		A4	(0, 0, 1)	(0, 1, 3)	(0, 1, 3)
C3	A1	(0, 1, 3)	(0, 1, 3)	(0, 1, 3)	C8	A1	(0, 0, 1)	(0, 0, 1)	(0, 0, 1)
	A2	(0, 1, 3)	(0, 1, 3)	(0, 1, 3)		A2	(0, 0, 1)	(0, 0, 1)	(0, 0, 1)
	A3	(1, 3, 5)	(3, 5, 7)	(1, 3, 5)		A3	(0, 0, 1)	(0, 0, 1)	(0, 0, 1)
	A4	(0, 1, 3)	(0, 1, 3)	(0, 1, 3)		A4	(0, 0, 1)	(0, 0, 1)	(0, 0, 1)
C4	A1	(3, 5, 7)	(3, 5, 7)	(5, 7, 9)	C9	A1	(0, 1, 3)	(1, 3, 5)	(1, 3, 5)
	A2	(3, 5, 7)	(1, 3, 5)	(3, 5, 7)		A2	(1, 3, 5)	(3, 5, 7)	(3, 5, 7)
	A3	(5, 7, 9)	(1, 3, 5)	(5, 7, 9)		A3	(3, 5, 7)	(3, 5, 7)	(7, 9, 10)
	A4	(3, 5, 7)	(3, 5, 7)	(1, 3, 5)		A4	(1, 3, 5)	(1, 3, 5)	(0, 1, 3)
C5	A1	(5, 7, 9)	(5, 7, 9)	(5, 7, 9)	C10	A1	(3, 5, 7)	(3, 5, 7)	(5, 7, 9)
	A2	(3, 5, 7)	(3, 5, 7)	(3, 5, 7)		A2	(1, 3, 5)	(1, 3, 5)	(0, 0, 1)
	A3	(7, 9, 10)	(7, 9, 10)	(5, 7, 9)		A3	(7, 9, 10)	(7, 9, 10)	(7, 9, 10)
	A4	(3, 5, 7)	(3, 5, 7)	(3, 5, 7)		A4	(0, 1, 3)	(0, 1, 3)	(0, 0, 1)

Tablo 11. Karar Kriterlerin önem ağırlıkları (Importance Weights of Decision Criteria)

Kriterler	Ağırlıklar
C1	(0.90, 1, 1)
C2	(0.77, 0.93, 1)
C3	(0.5, 0.7, 0.9)
C4	(0.37, 0.57, 0.77)
C5	(0.5, 0.7, 0.87)
C6	(0.5, 0.7, 0.87)
C7	(0.1, 0.3, 0.5)
C8	(0.3, 0.5, 0.7)
C9	(0.7, 0.87, 0.97)
C10	(0.83, 0.97, 1)

Tablo 12. Bulanık Karar matrisi (Fuzzy Decision Matrix)

Kriterler	A1			A2			A3			A4		
C1	3,67	5,67	7,67	1,67	3,67	5,67	5,67	7,67	9,33	0,67	2,33	4,33
C2	4,33	6,33	8,33	3,67	5,67	7,67	7,67	9,33	10,00	3,67	5,67	7,67
C3	0,00	1,00	3,00	0,00	1,00	3,00	1,67	3,67	5,67	0,00	1,00	3,00
C4	3,67	5,67	7,67	2,33	4,33	6,33	3,67	5,67	7,67	2,33	4,33	6,33
C5	5,00	7,00	9,00	3,00	5,00	7,00	6,33	8,33	9,67	3,00	5,00	7,00
C6	3,00	5,00	7,00	2,33	4,33	6,33	7,00	9,00	10,00	1,67	3,67	5,67
C7	0,00	0,67	2,33	0,00	0,67	2,33	0,00	0,67	2,33	0,00	0,67	2,33
C8	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	1,00
C9	0,67	2,33	4,33	2,33	4,33	6,33	4,33	6,33	8,00	0,67	2,33	4,33
C10	3,67	5,67	7,67	0,67	2,00	3,67	7,00	9,00	10,00	0,00	0,67	2,33

Tablo 13. Normalize bulanık karar matrisi (Normalized Fuzzy Decision Matrix)

Kriterler	A1			A2			A3			A4		
C1	(0,37	0,57	0,77)	(0,17	0,37	0,57)	(0,57	0,77	0,93)	(0,07	0,23	0,43)
C2	(0,43	0,63	0,83)	(0,37	0,57	0,77)	(0,77	0,93	1,00)	(0,37	0,57	0,77)
C3	(0,00	0,01	0,01)	(0,00	0,01	0,03)	(0,17	0,37	0,57)	(0,00	0,01	0,03)
C4	(0,37	0,57	0,77)	(0,23	0,43	0,63)	(0,37	0,57	0,77)	(0,23	0,43	0,63)
C5	(0,05	0,07	0,09)	(0,23	0,05	0,07)	(0,63	0,83	0,97)	(0,03	0,05	0,07)
C6	(0,03	0,05	0,07)	(0,23	0,43	0,63)	(0,07	0,09	1,00)	(0,17	0,37	0,57)
C7	(0,00	0,07	0,23)	(0,00	0,07	0,23)	(0,00	0,07	0,23)	(0,00	0,07	0,23)
C8	(0,00	0,00	0,01)	(0,00	0,00	0,01)	(0,00	0,00	0,01)	(0,00	0,00	0,01)
C9	(0,07	0,23	0,43)	(0,23	0,43	0,63)	(0,43	0,63	0,08)	(0,07	0,23	0,43)
C10	(0,37	0,57	0,77)	(0,07	0,02	0,37)	(0,07	0,09	1,00)	(0,00	0,07	0,23)

Tablo 14. Ağırlıklandırılmış normalize bulanık karar matrisi (Weighted Normalized Fuzzy Decision Matrix)

Kriterler	A1			A2			A3			A4		
C1	(0,33	0,57	0,77)	(0,15	0,37	0,57)	(0,51	0,77	0,93)	(0,06	0,23	0,43)
C2	(0,33	0,59	0,83)	(0,28	0,53	0,77)	(0,59	0,86	1,00)	(0,28	0,53	0,77)
C3	(0,00	0,01	0,01)	(0,00	0,01	0,03)	(0,09	0,26	0,51)	(0,00	0,01	0,03)
C4	(0,14	0,32	0,59)	(0,09	0,25	0,49)	(0,14	0,32	0,59)	(0,09	0,25	0,49)
C5	(0,03	0,05	0,08)	(0,12	0,04	0,06)	(0,32	0,58	0,84)	(0,02	0,04	0,06)
C6	(0,02	0,04	0,06)	(0,12	0,30	0,55)	(0,05	0,06	0,87)	(0,09	0,26	0,50)
C7	(0,00	0,02	0,12)	(0,00	0,02	0,12)	(0,00	0,02	0,12)	(0,00	0,02	0,12)
C8	(0,00	0,00	0,01)	(0,00	0,00	0,01)	(0,00	0,00	0,01)	(0,00	0,00	0,01)
C9	(0,05	0,20	0,42)	(0,16	0,37	0,61)	(0,30	0,55	0,08)	(0,05	0,20	0,42)
C10	(0,31	0,55	0,77)	(0,06	0,02	0,37)	(0,06	0,09	1,00)	(0,00	0,07	0,23)

Tablo 15. Pozitif ideal çözüme olan uzaklıklar (Distances to the Positive Ideal Solution)

Kriterler	d(A1, A^+)	d(A2, A^+)	d(A3, A^+)	d(A4, A^+)
C1	0,48	0,66	0,32	0,77
C2	0,46	0,51	0,25	0,51
C3	0,99	0,99	0,73	0,99
C4	0,68	0,74	0,68	0,74
C5	0,95	0,93	0,47	0,96
C6	0,96	0,70	0,78	0,74
C7	0,95	0,95	0,95	0,95
C8	1,00	1,00	1,00	1,00
C9	0,79	0,65	0,72	0,79
C10	0,49	0,86	0,76	0,91
d_i^+	*7,76*	*7,99*	*6,64*	*8,36*

formüller aracılığıyla belirlenmiştir. Fayda kriterlerinde maksimum, maliyet kriterlerinde minimum değerler ideal çözümleri temsil etmektedir.

$A^* = [(1, 1, 1), (1, 1, 1), (1, 1, 1), (1, 1, 1), (1, 1, 1), (1, 1, 1), (1, 1, 1), (1, 1, 1), (1, 1, 1), (1, 1, 1)]$
$A^- = [(0, 0, 0), (0, 0, 0), (0, 0, 0), (0, 0, 0), (0, 0, 0), (0, 0, 0), (0, 0, 0), (0, 0, 0), (0, 0, 0), (0, 0, 0)]$

Adım 7. Bulanık ideal çözümlerden uzaklıkların hesaplanmasıdır. n = 10 kriter ve m = 4 alternatif için, (5) ve (6) numaralı formüller doğrultusunda Vertex yöntemi kullanılarak her bir alternatifin Bulanık Pozitif İdeal Çözüm ve Bulanık Negatif İdeal Çözüm'e olan uzaklıkları hesaplanmıştır. Pozitif ideal çözüme ilişkin uzaklık değerleri Tablo 15'te, negatif ideal çözüme ilişkin uzaklık değerleri ise Tablo 16'da sunulmuştur.

Adım 8. Yakınlık katsayılarının hesaplanmasıdır. Bulanık pozitif ve bulanık negatif ideal çözümlere ait uzaklıklar hesaplandıktan sonra, her alternatifin göreli yakınlık katsayısı (C*) Formül (7) kullanılarak elde edilmiştir. Bu katsayı, alternatifin ideal çözüme yakınlık düzeyini nicel olarak ifade eder ve alternatiflerin sıralanmasında temel karar ölçütünü oluşturmaktadır.

Adım 9. Yakınlık katsayılarına göre alternatiflerin sıralanmasıdır. Yakınlık katsayılarının (C_i) azalan sırada düzenlenmesiyle alternatiflerin öncelik sıralaması elde edilmektedir. C_i değerinin 1'e yaklaşması, alternatifin pozitif ideal çözüme daha yakın olduğunu ve dolayısıyla daha uygun bir seçenek olduğunu göstermektedir. Tablo 17'de her alternatif için hesaplanan C_i değerleri sunulmakta ve bu değerlere göre nihai sıralama oluşturulmaktadır.

Bu kriterler doğrultusunda örneklemde yer alan okullar, biyofilik unsurların entegrasyon düzeyine göre değerlendirilmiş ve karşılaştırmalı olarak sıralanmıştır. Tablo 17'de sunulan yakınlık katsayıları, alternatiflerin en iyiden en kötüye A3> A1> A2> A4 şeklinde sıralandığını göstermektedir. Buna göre, biyofilik tasarım ilkelerine uyum açısından İskenderun İlkokulu (A3) en uygun alternatif olarak belirlenmiş; bunu sırasıyla Nuri Üysen İlkokulu (A1), Erzin Gökdere İlkokulu (A2) ve Selahattin Alanya İlkokulu (A4) izlemiştir.

Tablo 16. Negatif ideal çözüme olan uzaklıklar (Distances to the Negative Ideal Solution)

Kriterler	d(A1, A-)	d(A2, A-)	d(A3, A-)	d(A4, A-)
C1	0,59	0,40	0,76	0,28
C2	0,62	0,56	0,83	0,56
C3	0,01	0,02	0,33	0,02
C4	0,40	0,32	0,40	0,32
C5	0,06	0,08	0,62	0,04
C6	0,04	0,37	0,50	0,33
C7	0,07	0,07	0,07	0,07
C8	0,01	0,01	0,01	0,01
C9	0,27	0,42	0,36	0,27
C10	0,57	0,22	0,58	0,14
d_i^-	*2,63*	*2,47*	*4,46*	*2,04*

Tablo 17. Alternatiflerin Yakınlık Katsayıları ve Öncelik Sıralaması (Closeness Coefficients and Priority Ranking of the Alternatives)

Alternatifler	d_i^+	d_i^-	CCi	Sıralama
A1	7,76	2,63	0,253128008	*2*
A2	7,99	2,47	0,236137667	*3*
A3	6,64	4,46	0,401801802	*1*
A4	8,36	2,04	0,196153846	*4*

4.2. Tartışmalar (Discussion)

Hatay ilinde deprem öncesinde ve sonrasında aktif olarak kullanılan dört okulda iç mekân biyofilik performansının bu analizi, üçgen aralıklar kullanılarak uzman değerlendirmeleri aracılığıyla ve Bulanık TOPSIS yaklaşımı kullanılarak karşılaştırmalı olarak sıralanmasıyla gerçekleştirilmiştir. Sonuçlar, alternatiflerin yakınlık katsayılarına dayalı bir sıralama modelini göstermektedir: A3> A1> A2> A4. Sıralama, afet sonrası öğrenme ortamlarında biyofilik unsurları ele almaya yönelik bütünsel bir yaklaşımı göstermektedir; bu yaklaşım, unsurların "genel olarak mevcut/yok" düzeyinde değil, hangi unsurların en iyi şekilde entegre edildiğine dayalı performans aralıkları içinde ele almaktadır. Bu yönüyle çalışma, eğitim yapılarında biyofilik tasarımın yararlarını tartışan literatürü [22, 30, 32, 37] afet sonrası bağlamda ölçülebilir ve karşılaştırılabilir bir karar modeli ile tamamlamaktadır.

Doğal ışığın ve görsel doğa bağlantısının belirleyici etkisi, bulguların en güçlü sonuçlarından biridir. Kriter ağırlıkları incelendiğinde, C1 (Doğa ile Görsel Bağlantı), C2 (Dinamik ve Yaygın Işık/Gün Işığı) ve C10 (Görüş Alanı ve Sığınma) gibi değişkenlerin yüksek önem düzeyinde olduğu görülmektedir. Bu sonuç, mevcut okul biyofilik tasarım literatüründe öne çıkan "gün ışığı-görsel doğa teması-öğrenme konforu" ilişkisiyle tutarlıdır [21, 22, 28, 30, 37]. Özellikle çocuk alanlarında doğa ile görsel bağlantı ve mekânsal okunabilirliğin (manzara/sığınak dengesi dahil) kullanıcıların refahı ve algılanan güvenlik üzerinde etkili olduğunu vurgulayan çalışmalara paralel olarak, bu kriterlerin Hatay örneğinde de öncelikli olduğu görülmüştür [28, 30]. Afet sonrası dönemde çocukların kaygı ve tetikte olma durumları göz önüne alındığında, gün ışığı ile "açık görüş alanı + korunaklı köşe" arasındaki dengeye verilen önem pedagojik bir bakış açısından değil psiko-mekânsal iyileşme açısından da önemlidir.

Bulguların literatürle benzer yönleri kadar farklılaştığı noktalar da önemlidir: çalışmada, biyofilik bileşenlerin alternatifler arasında farklı düzeylerde temsil edildiği gözlemlenmiştir. Özellikle, tüm alternatiflerin C8 (Suyun Varlığı) ve C7 (Ritmik Olmayan Duyusal Uyaranlar) gibi bileşenlerde düşük ve birbirine yakın değerlere sahip olması, "tam kapsamlı biyofilik entegrasyonun" henüz yaygınlaşmadığını göstermektedir. Bununla birlikte, okul biyofilik modellerini daha geniş kümelerle ele alan çerçeveler (ör. duyusal uyaranlar, su öğesi, ritmik olmayan uyaranlar ve doğal süreçlerle bağlantı gibi), kullanıcı deneyimini bu şekilde çeşitlendirdiklerini vurgulamaktadır [33, 34]. Hatay örneklemindeki düşük düzey, afet sonrası hızlı işlevsellik sağlama baskısının ve maliyet/kısıtların, özellikle su öğesi gibi uygulaması daha zor bileşenlerde entegrasyonu sınırlamış olabileceğini düşündürmektedir. Bu durum, sıralamanın "en iyi ortamda bile ideal biyofilik performansı temsil ettiği; yalnızca göreceli üstünlüğü gösterdiği" şeklinde yorumlanmasını gerektirmektedir.

Alternatif küme sonuç sıralamasına göre ele alındığında; A3'ün örneklemde en yüksek yakınlık katsayısını elde etmesi, özellikle C1–C2–C10 ekseninde pozitif ideal çözüme daha yakın bir performans gösterdiğini göstermektedir. Bu bulgu, eğitim alanlarında gün ışığı ve doğa ile görsel temasın kullanıcı memnuniyetini artırdığını gösteren çalışmalarla tutarlıdır [21, 22, 37]. Okulun doğal ışık erişimi yüksek, sınıflar arası görüş açıklığı dengeli ve dış mekânla görsel temas sürekliidir. Bu durum, travma sonrası güven duygusunu destekleyen açık fakat güvenli mekânsal kurguyla örtüşmektedir. Ayrıca mekânda gün ışığının homojen dağılımı ve görsel doğa teması, çocukların psikolojik iyileşmesini ve dikkat sürekliliğini destekleyen biyofilik nitelikler olarak öne çıkmaktadır. Ancak burada kritik olan nokta, A3'ün "en iyi" olması, "biyofili açısından yeterli/ideal" olduğu anlamına gelmemesidir; sadece örneklem karşılaştırmasında göreceli üstünlüğü göstermektedir. Nitekim, çocuk alanlarına özgü biyofilik gereksinimleri vurgulayan çalışmalar, mevcut biyofilik çerçevelerin genellikle yetişkin odaklı kaldığını ve çocuklara uyarlanmış modellerin ayrı olarak tanımlanması gerektiğini belirtmektedir [28]. A3 dâhil olmak üzere tüm okullarda bitkisel çeşitliliğin artırılması, doğal malzeme kullanımının güçlendirilmesi ve çocukların geri çekilme ihtiyacına yanıt veren mekânsal düzenlemelerin geliştirilmesi gerekmektedir. Bu bağlamda, A3 için öneriler çalışmanın "iyileştirme önceliği" mantığıyla da tutarlıdır.

A1 ve A2'nin örneklem içinde orta sıralarda konumlanması, her iki okulun da biyofilik kriterler bakımından belirli bir taban performans düzeyine sahip olduğunu göstermektedir. Özellikle gün ışığı erişimi, doğa ile görsel bağlantı ve termal konfor koşulları açısından sağlanan görece yeterlilik, temel biyofilik gerekliliklerin kısmen karşılandığını ortaya koymaktadır. Sınıfların doğal ışık alabilmesi ve dış mekânla sınırlı da olsa görsel temas kurabilmesi, mekânsal konforun asgari düzeyde sağlandığını göstermektedir. Bununla birlikte, bitkisel unsurların mekân geneline yayılmaması, doğal malzeme kullanımında sürekliliğin sağlanamaması ve duyusal çeşitliliğin (doğal ses, hava akışı, doku ve mikro iklimsel değişkenler) sınıf ölçeğinde sınırlı kalması, biyofilik bileşenlerin bütüncül bir mekânsal deneyime

dönüşmesini engellemektedir. Bu durum, literatürde okul yapılarında parçalı biçimde uygulanan biyofilik göstergelerin, bütünsel kullanıcı deneyimi üretmede yetersiz kalabileceğine yönelik görüşlerle örtüşmektedir [21, 33, 34].

A1, özellikle doğal ışık ve hava akışı bakımından dengeli bir performans sergilemektedir. Ancak doğal malzeme sürekliliği, su öğesi kullanımı ve biyomorfik tasarım bileşenleri açısından sınırlı kalmaktadır. Okulun deprem sonrası süreçte aktif biçimde kullanılmaya devam edilmesi, bu eksikliklerin yalnızca estetik değil, aynı zamanda iyileşme süreciyle ilişkili mekânsal değişkenler olduğunu göstermektedir. Bu bağlamda A1'de müdahale önceliği, doğaya dolaylı bağlantıyı güçlendiren malzeme ve renk stratejilerinin artırılması, bahçe alanlarında bitkisel çeşitliliğin zenginleştirilmesi ve ekolojik döngüleri görünür kılan küçük ölçekli uygulamaların mekâna entegre edilmesi yönünde şekillenmektedir. Benzer şekilde sınıf içi ışık dağılımının dengelenmesi ve duyusal konforun artırılması, biyofilik bütünlüğün güçlendirilmesi açısından önem taşımaktadır. A2 ise özellikle doğal ışık sürekliliği ve dış mekânla görsel bağlantı açısından daha kırılgan bir profil sergilemektedir. Peyzaj alanlarının büyük ölçüde sert zeminlerden oluşması ve doğal süreçlerle temasın sınırlı kalması, biyofilik entegrasyonun mekânsal yoğunluğunu azaltmaktadır. Deprem sonrası eğitim faaliyetlerinin bu mekânda sürdürülmesi, psikososyal gereksinimlerin desteklenmesi açısından mekânsal güçlendirmeyi daha da gerekli kılmaktadır. Bu çerçevede A2 için öncelikli yaklaşım, dış mekân peyzajının yeşil altyapı perspektifiyle yeniden ele alınması, gölgeleme sağlayan doğal unsurların artırılması ve sınıf mekânlarında hava kalitesini iyileştiren pasif havalandırma stratejilerinin uygulanmasıdır. Ayrıca çocukların doğayla doğrudan etkileşim kurabileceği küçük ölçekli öğrenme ve gözlem alanlarının oluşturulması, biyofilik deneyimin sürekliliğini destekleyecektir.

A4'ün düşük performansı ise, mekânsal organizasyonun doğa ile görsel ve fiziksel bağlantıyı sınırlaması, doğal ışık dağılımının yetersizliği ve biyofilik unsurların mekân geneline yayılmamış olmasıyla açıklanabilir. Bu durum bir yandan deprem sonrası kullanımın sürmesi nedeniyle "iyileştirme önceliği" argümanını güçlendirirken; diğer yandan bu okulda müdahalelerin yalnız tekil eklemeler yerine (ör. birkaç bitki eklemek gibi) mekânsal organizasyon–ışık–doğa teması ilişkisini birlikte ele alan daha kapsamlı bir yaklaşım gerektirdiğini göstermektedir. Öncelikli yaklaşım, okul çevresinde sert zemin ağırlığının azaltılarak yeşil altyapının güçlendirilmesi ve açık alanların doğal gölgeleme, bitkisel çeşitlilik ve mikro iklimsel konfor sağlayacak şekilde yeniden düzenlenmesidir. İç mekân ölçeğinde ise doğal malzeme ve organik formların sürekliliğini sağlayan tasarım kararları, duyusal konforun artırılması açısından önem taşımaktadır. Doğal ışık erişimini iyileştiren pencere düzenlemeleri ve yönlendirme stratejileri hem mekânsal algıyı güçlendirecek hem de görsel doğa temasını artıracaktır. Ayrıca çocukların geri çekilme, dinlenme ve güvenlik hissi geliştirme gereksinimlerine yanıt veren yarı korunaklı alanların tasarlanması ile su ve bitki öğelerinin öğrenme ortamlarına entegre edilmesi, biyofilik deneyimin pedagojik ve psikososyal boyutunu destekleyecektir. Bu çerçevede A4 örneği, biyofilik tasarımın parçalı müdahalelerle değil; mekânsal sistem bütünlüğü içinde ele alınması gerektiğini açık biçimde ortaya koymaktadır. Bulgular, düşük performanslı yapılarda iyileştirme önceliğinin yalnızca niceliksel eklemelere değil, mekânsal kurgunun yeniden düşünülmesine yönelmesi gerektiğini göstermektedir.

Elde edilen sıralama sonuçları, alternatifler arasındaki performans farklılıklarının doğrudan mekânsal özelliklerle ilişkili olduğunu ortaya koymaktadır. Üst sıralarda yer alan alternatiflerin, özellikle doğal ışık erişimi, açık alan sürekliliği ve yeşil alan varlığı açısından daha güçlü mekânsal özellikler sunduğu görülmektedir. Buna karşılık, alt sıralarda yer alan alternatiflerde yapılaşma yoğunluğunun yüksek olduğu, açık ve yarı açık alanların sınırlı kaldığı ve doğa ile görsel ve fiziksel ilişki kurma olanaklarının daha zayıf olduğu dikkat çekmektedir. Dolayısıyla, elde edilen bulgular biyofilik tasarım kriterleri ile mekânsal organizasyon arasında doğrudan bir ilişki bulunduğunu göstermekte ve bu kriterlerin afet sonrası eğitim yapılarının iyileştirilmesine yönelik karar süreçlerinde analitik bir temel sunduğunu ortaya koymaktadır. Bu noktada çalışmanın metodolojik katkısı, afet sonrası okul iç mekânlarının değerlendirilmesinde belirsizlik içeren uzman yargılarını bulanık mantık yoluyla bir karar modeline dahil etmesidir. Bu bakımdan çalışma, mekânsal değerlendirmelerde kullanılan çok kriterli karar verme yaklaşımlarının afet bağlamına uyarlanmasına ilişkin literatürle tutarlıdır ve grup karar vermede Bulanık TOPSIS kullanımına dayalı yaklaşımları takip etmektedir [46]. Ayrıca, okul tasarımında biyofilik unsurların önemini vurgulayan ancak çoğunlukla niteliksel veya tekil vaka düzeyinde kalan çalışmalara kıyasla [22, 37], bu çalışma karşılaştırmalı bir önceliklendirme çıktısı (yakınlık katsayısı ve sıralama) sunarak karar vericiler için "Hangi okul önce iyileştirilmeli?" sorusuna doğrudan cevap vermektedir. Bu noktada, Chabok ve meslektaşlarının TOPSIS tabanlı yaklaşımına benzer şekilde [31], metodolojik olarak çok kriterli sıralama mantığına dayanan bu çalışma, Hatay örnekleminde iç mekân biyofilik performansını uzman ağırlıklarıyla birleştirerek gerek deprem odaklı ele alması gerekse verileri Bulanık TOPSIS ile analiz etmesi yönüyle özgün bir uygulama alanı sunmaktadır. Ek olarak okul ölçeğinde elde edilen bulgular, afet sonrası yeniden yapılanma sürecinin daha üst ölçekli planlama kararlarıyla ilişkilendirilmesini gerekli kılmaktadır. Afet sonrası yeniden yapılanma sürecinde planlama kararları yalnızca yapı ölçeğinde değil, ada bazlı bütüncül bir yaklaşımla ele alınmalıdır. Hatay ve Kahramanmaraş'taki yıkımın mekânsal sürekliliği dikkate alındığında, açık alan–yapı ilişkisi ve yeşil altyapı sürekliliği ada ölçeğinde yeniden kurgulanmalıdır. Bu çerçevede biyofilik tasarım, yalnızca iç mekâna eklenen unsurlar olarak değil; yeşil koridorlar, geçirgen zeminler ve yapı–peyzaj bütünleşmesi üzerinden planlama sürecine entegre edilmelidir.

Son olarak, çalışmanın kısıtlılıkları tartışılmalıdır. Alternatiflerin sayısının dört okulla sınırlı olması, sonuçların Hatay'daki tüm okul stoğuna doğrudan genelleştirilmesini kısıtlamaktadır; ancak model, daha büyük örneklemler için ölçeklenebilir olacak şekilde tasarlanmıştır. Karar verici grubun üç uzmanla sınırlandırılmış olması da çalışmanın bir diğer sınırlılığı olarak değerlendirilebilir. Ancak çok kriterli karar verme (ÇKKV) literatüründe, uzman sayısından ziyade uzmanların alan bilgisi, deneyimi ve temsil gücünün belirleyici olduğu; küçük ancak nitelikli uzman gruplarının analitik tutarlılık ve değerlendirme güvenilirliği açısından yeterli kabul edildiği vurgulanmaktadır. Bu kapsamda çalışmaya dahil edilen uzmanlar, afet sonrası eğitim yapıları ve biyofilik tasarım konularında yüksek deneyime sahip olup, farklı disiplinleri temsil edecek şekilde seçilmiştir. Nitekim kullanılan Bulanık TOPSIS yöntemi, uzman yargılarındaki belirsizlik ve öznel varyasyonu modele entegre ederek karar verme sürecinin analitik tutarlılığını güçlendirmektedir. Bu nedenle, uzman sayısı çalışmanın kapsamını sınırlandırmakla birlikte, elde edilen sonuçların güvenilirliğini zayıflatan bir unsur olarak değerlendirilmemektedir. Ayrıca bu çalışmada okul yapılarının deprem sonrası mevcut mekânsal durumu analiz edilmiş olup, deprem öncesi yapı kimliği ve karakterine ilişkin görsel ve teknik dokümantasyona erişim sağlanamamıştır. Deprem öncesi duruma ait verilerin temin edilmesi, gelecekte yürütülecek araştırmalarda karşılaştırmalı mekânsal analizlerin gerçekleştirilmesine ve yapı karakterindeki dönüşümün daha kapsamlı biçimde değerlendirilmesine olanak sağlayacaktır. Ek olarak, gelecekteki çalışmalarda okul sayısı artırılabilir, kullanıcıların (öğrenci-öğretmen) görüşleri ayrı ayrı toplanabilir, deprem sonrası geçici ve kalıcı eğitim yapılarının karşılaştırmalı olarak incelenip ve ışık

seviyesi, CO_2, sıcaklık ve nem gibi çevresel ölçümler modele entegre edilebilir. Nitekim bu öneriler biyofilik performansın daha güçlü bir şekilde doğrulanmasını sağlayacaktır [37].

5. Sonuçlar (Conclusions)

Deprem sonrası süreçte çocukların okul ortamlarında geçirdiği süre göz önüne alındığında, biyofilik tasarım unsurları mekânsal konforu değil, stres azaltma, psikolojik güven, duyusal düzenlenme ve öğrenme odaklanmasını doğrudan etkilemektedir. Bu çalışmada ortaya konan sıralama, okulların afet sonrası yeniden işlevlendirme ve iyileştirme çalışmalarında hangi yapısal ve mekânsal bileşenlerin önceliklendirilmesi gerektiğini bilimsel temelde göstermektedir. Çalışma kapsamında Hatay ilinde yer alan dört okul, belirlenen biyofilik kriterler doğrultusunda değerlendirilmiş ve bulanık TOPSIS yöntemi kullanılarak karşılaştırmalı olarak analiz edilmiştir. Elde edilen sıralama, okulların biyofilik tasarım ilkeleriyle uyum düzeylerinin belirgin biçimde farklılaştığını ortaya koymuştur. İskenderun İlkokulu (A3) göreli olarak en yüksek performansı sergilemiş; Nuri Üysen (A1) ve Gökdere (A2) orta düzeyde; Selahattin Alanya İlkokulu (A4) ise en düşük düzeyde biyofilik entegrasyon göstermiştir. Ancak bu sonuçlar mutlak yeterlilik göstergesi değil, örneklem içindeki göreli konumu ifade etmektedir. Genel olarak değerlendirildiğinde, tüm okulların biyofilik tasarım açısından geliştirmeye açık olduğu saptanmıştır.

Çalışmanın örneklemini oluşturan okulların 6 Şubat 2023 Kahramanmaraş Depremleri sonrasında da aktif biçimde kullanılmaya devam edilmesi, bu mekânların önemini göstermektedir. Afet sonrası dönemde okul yapıları yalnızca eğitim mekânı değil; güvenin yeniden tesis edildiği, psikolojik toparlanmanın desteklendiği sosyal çevrelerdir. Bu bağlamda biyofilik tasarım eksiklikleri, çocukların stresle başa çıkma ve mekânda aidiyet geliştirme süreçlerini sınırlayabilmektedir. Okul bazlı değerlendirmelerde, yüksek performans gösteren yapılarda dahi bitkisel çeşitliliğin artırılması, doğal malzeme kullanımının güçlendirilmesi ve çocuklara sakinleşme imkânı sunan yarı korunaklı alanların tasarlanması gereklidir. Orta ve düşük performanslı okullarda ise dış mekân peyzajının yeniden ele alınması, sert zemin oranının azaltılması, doğal havalandırma ve gün ışığı erişiminin iyileştirilmesi, iç mekânlarda organik formlar ve doğal dokuların kullanılması öncelikli müdahale alanlarıdır. Hatay özelinde ulaşılan bulgular, deprem sonrası eğitim yapılarında biyofilik tasarımın lüks değil, iyileşme sürecini destekleyen temel bir mekânsal gereklilik olduğunu göstermektedir. Özellikle ilkokul düzeyinde, duyusal düzenleme ve psikolojik güven ihtiyacı daha belirgin olduğundan, tasarım kararlarının çocuk merkezli ve doğa temelli yaklaşımla ele alınması kritik önemdedir. Nitekim bulgular, biyofilik tasarım ilkelerinin eğitim yapılarının iyileştirilmesine yönelik karar süreçlerinde dikkate alınması gerektiğini göstermektedir. Ayrıca, bu yaklaşım sürdürülebilirlik perspektifi ile ilişkilendirilmekte olup, Birleşmiş Milletler Sürdürülebilir Kalkınma Amaçları kapsamında özellikle Amaç 4 (Nitelikli Eğitim) ve Amaç 11 (Sürdürülebilir Şehirler ve Topluluklar) ile örtüşmektedir. Geliştirilen karar modeli, yalnızca Hatay bağlamına özgü bir değerlendirme aracı değildir. Bulanık TOPSIS yöntemi, uzman görüşlerini belirsizlik koşulları altında sistematik biçimde modele entegre etme olanağı sağlamaktadır. Bu yönüyle model; deprem, sel, yangın gibi farklı afet türleri sonrasında eğitim yapılarının mekânsal performansını karşılaştırmalı olarak değerlendirmek üzere, kriter ağırlıkları yerel koşullara göre yeniden tanımlanarak uygulanabilir niteliktedir. Bununla birlikte sonuçların genellenebilirliği, yerel iklim, kültürel yapı, mevcut bina stoğu ve kullanıcı profili gibi değişkenlere bağlıdır. Dolayısıyla Hatay'da elde edilen sıralama doğrudan başka bölgelere aktarılmamalı; ancak yöntemsel çerçeve uyarlanarak kullanılmalıdır. Çalışma, afet sonrası eğitim yapılarında biyofilik tasarımın değerlendirilmesine yönelik ölçülebilir ve karşılaştırılabilir bir yaklaşım sunması bakımından genel afet literatürüne katkı sağlamaktadır. Bu bağlamda deprem öncesi veya sonrası tüm okulların iç mekânlarına yönelik öncelikli tasarım ihtiyaçları şunlardır:

- Doğal ışık ve dış mekânla görsel temasın artırılması: Sınıf, koridor ve ortak alanlarda gün ışığı erişiminin iyileştirilmesi, mümkün olduğunda dış peyzajın görülebildiği pencere düzenlerinin oluşturulması; uzun, karanlık koridorlardan kaçınılması.
- Bitkisel elemanların iç mekâna entegrasyonu: Sınıflarda, koridorlarda ve dinlenme alanlarında iç mekân bitkileri, yeşil paneller veya küçük ölçekli "doğa köşeleri" kullanılarak çocukların canlı unsurlarla sürekli temasının desteklenmesi.
- Doğal malzeme ve dokuların kullanımı: Zemin, duvar ve mobilyalarda ahşap, doğal dokuya sahip kaplamalar ve doğayı çağrıştıran renk paletlerinin tercih edilmesi; sentetik ve soğuk yüzeylerin baskınlığının azaltılması.
- Sakinleşme ve geri çekilme alanlarının tasarlanması: Özellikle deprem sonrası kaygı düzeyi yüksek çocuklar için, sınıf içi veya yakınında daha sessiz, yarı kapalı, ölçeği küçültülmüş oturma nişleri, okuma köşeleri ve bireysel dinlenme alanlarının planlanması.
- Çok duyulu deneyimin dengelenmesi: Işık, akustik, koku ve sıcaklık gibi çevresel uyaranların aşırı uyarılma yaratmayacak biçimde düzenlenmesi; gerektiğinde gürültüyü soğuran yüzeyler ve ayarlanabilir aydınlatma çözümlerinin kullanılması.
- Doğal süreçleri görünür kılan eğitim alanları: İç mekânda bitki yetiştirme köşeleri, mevsim döngülerini ve su döngüsünü izlemeye olanak tanıyan küçük deney alanları gibi, doğa süreçlerini pedagojik içerikle ilişkilendiren düzenlemelerin yapılmasıdır.

Unutulmamalıdır ki eğitim yapılarının yeniden tasarımında biyofilik yaklaşımın tercih edilmesi, yalnızca estetik bir tasarım kararı değil; insan sağlığı, yaşam çevresi kalitesi ve eğitim performansı açısından temel bir gerekliliktir. Sonuç olarak, bu çalışmadaki dört okul arasındaki sıralama, mevcut durumun göreli bir değerlendirmesini sunmaktadır; ancak tüm okulların biyofilik tasarım açısından geliştirilmesi gerekmektedir. Çünkü deprem sonrası dönemde biyofilik tasarım, yalnızca mekânsal bir tercih değil, çocukların iyileşme, dayanıklılık ve psiko-fizyolojik denge süreçlerini destekleyen temel bir gerekliliktir. Ayrıca, çalışmada ortaya konulan değerlendirme yaklaşımının, farklı afet senaryoları ve yerel bağlamlarda eğitim yapılarının biyofilik performansının değerlendirilmesine yönelik uyarlanabilir bir karar destek çerçevesi olarak kullanılabileceği düşünülmektedir. İç mekân düzenlemeleri, deprem bölgesindeki okullarda çocukların yalnızca öğrenme performansını değil, aynı zamanda güven duygusunu, duygusal regülasyonunu ve okul mekânına aidiyet hissini güçlendirecek; afet sonrası iyileşme sürecine mekânsal düzeyde somut katkı sağlayacaktır.

Kaynaklar (References)

1. Wilson, E.O., Biophilia, Harvard University Press, Boston, ABD, 1984.
2. Wilson, E.O., Biophilia and the conservation ethic, In: Evolutionary Perspectives on Environmental Problems, 250–258, Routledge, New York, ABD, 2018.
3. Fromm, E., The Heart of Man, R.N. Anshen (Ed.), Harper & Row, New York, ABD, 1964.
4. Kellert, S.R., Heerwagen, J.H., Mador, M.L., Biophilic Design: The Theory, Science and Practice of Bringing Buildings to Life, John Wiley & Sons, Hoboken, ABD, 2008.
5. Bowler, D., Knight, L., Pullin, A., The importance of nature for health: Is there a specific benefit of contact with green space?, Collaboration for Environmental Evidence, CEE Review 08–003, 2010.
6. Leakas, D., Biophilia in Designing, Master's thesis, University of Cincinnati, Cincinnati, ABD, 2008.

7. Hudson, K. Holistic Dwelling: Integrating Biophilic Design, Environmental Psychology, and Feng Shui, DArch Thesis, University of Hawaii at Manoa, ABD, 2013.

8. Çorakçı, R.E., İç Mimarlıkta Biyofilik Tasarım İlkelerinin Belirlenmesi, Doktora Tezi, Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi, İstanbul, 2016.

9. Mustafa, F.A., Yaseen, F.R., Towards the application of biophilic parameters in local buildings: A case study of Bilkent School, Erbil City–Iraq, Int. J. Technol., 10 (2), 363–375, 2019.

10. Gray, T., Retrofitting biophilic design elements into office site sheds: Does 'going green' enhance the well-being and productivity of workers?, In: Almusaed A. (Ed.), Landscape Architecture: Sense of Places, Models and Applications, IntechOpen, London, 105–126, 2018.

11. Moslehian, A.S., Roös, P.B., Gaekwad, J.S., Van Galen, L., Potential risks and beneficial impacts of using indoor plants in the biophilic design of healthcare facilities: A scoping review, Building and Environment, 233, 110057, 2023.

12. Akrami, B., The Evaluation of Awareness and Implementation of Biophilic Design Patterns in Healthcare Environments, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, İstanbul, 2017.

13. Newman, P. Biophilic urbanism: A case study on Singapore. Journal of Urban Design, 19 (2), 162–185, 2014.

14. Ünlü, E., Mimarlıkta Biyofili Olgusu ve Sağlık Yapıları, Yüksek Lisans Tezi, Gebze Teknik Üniversitesi, Kocaeli, 2017.

15. Hartig, T., Ewans, G.W., Jamner, L.D., Davis, D.S., Garling, T., Tracking restoration in natural and urban field settings, J. Environ. Psychol., 23 (2), 109–123, 2003.

16. Pranjale, P., Hejiib, D.K., Biophilic design – A sustainable approach, Eco Design: Design With Nature, 1 (1), 2019.

17. Cardoso-Leite, P., Buchard, A., Tissieres, I., Mussack, D., Bavelier, D., Media use, attention, mental health and academic performance among 8 to 12-year-old children, PLoS One, 16 (11), 2021. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0259163

18. Liu, J., Green, R.J., The effect of exposure to nature on children's psychological well-being: A systematic review, Urban For. Urban Green., 81, 2023. https://doi.org/10.1016/j.ufug.2023.12784

19. Chawla, L., Benefits of nature contact for children, J. Plan. Lit., 30 (4), 2015.

20. Hand, K.L., Freeman, C., Seddon, P.J., Recio, M.R., Stein, A., Van Heezik, Y., Restricted home ranges reduce children's opportunities to connect to nature, Landsc. Urban Plan., 172, 69–77, 2018.

21. Mustapa, N.D., Muhsein, A.S., Ibrahim, I.L.H., Embracing biophilic design in primary school learning environments to improve children's well-being, J. Design Built Environ., 24 (2), 88–98, 2024.

22. Sayed, A., Nagy, G., Design strategies for integrating biophilic design to enhance students' performance in existing primary schools in Egypt, Fayoum Univ. J. Eng., 3 (2), 27–39, 2020.

23. Aristizabal, S., Byun, K., Porter, P., Clements, N., Campanella, C., Li, L., Bauer, B., Biophilic office design: Exploring the impact of a multisensory approach on human well-being, J. Environ. Psychol., 77, 101682, 2021.

24. Tahoun, Z.N.A., Awareness assessment of biophilic design principles application, IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci., 329(1), 012044, 2019.

25. Mallen, E., Bakin, J., Stone, B., Sivakumar, R., Lanza, K., Thermal impacts of built and vegetated environments on local microclimates in an urban university campus, Urban Clim., 32, 100640, 2020.

26. Terblanche, R., Khumalo, D., The impact of biophilic design in university study areas on students' productivity, Archnet-IJAR, 19 (1), 230–247, 2025.

27. Malek, N.A., Atmodiwirjo, P., Wungpatcharapon, S., Ghaziani, R., A comparative study on biophilic preferences of school learning settings: Elementary schools in Asia, Planning Malaysia, 22, 2024.

28. Yaseen, F.R., Mustafa, F.A., Visibility of nature-connectedness in school buildings, Ain Shams Eng. J., 14 (5), 101973, 2023.

29. Siham, H., The attributes of biophilic design (educational buildings case study), Al-Nahrain J. Eng. Sci., 26 (3), 167–174, 2023.

30. Lee, H.C., Park, S.J., Assessment of importance and characteristics of biophilic design patterns in a children's library, Sustainability, 10 (4), 987, 2018.

31. Chabok, S.H., Sorourkhah, A., Edalatpanah, S.A., Spatial evaluation of primary schools using biophilic design elements: A multi-criteria decision-making approach, Architecture, 5 (2), 28–40, 2025.

32. Browning, W., Determan, J., Outcomes of biophilic design for schools, Architecture, 4 (3), 479–492, 2024.

33. Ghaziani, R., Lemon, M., Atmodiwirjo, P., Biophilic design patterns for primary schools, Sustainability, 13 (21), 12207, 2021.

34. Ghaziani, R., Re-thinking biophilic design for primary schools: Exploring children's preferences, Architecture, 5 (3), 42–58, 2025.

35. Watchman, M., DeKay, M., Demers, C.M., Potvin, A., Design vocabulary and schemas for biophilic experiences in cold climate schools, Archit. Sci. Rev., 65 (2), 101–119, 2022.

36. Atmodiwirjo, P., Ghaziani, R., Wungpatcharapon, S., Djuwita, R., Yatmo, Y.A., Nature-related features and children's well-being in post-disaster school design, Int. J. Disaster Resil. Built Environ., 16 (1), 143–156, 2025.

37. Lanzaro, B., Ucci, M., Teacher and parent perception of biophilic conditions in primary-school environments and their impact on children's wellbeing, Architecture, 4 (2), 367–389, 2024.

38. Söderlund, J., Newman, P., Improving mental health in prisons through biophilic design, Prison J., 97 (6), 750–772, 2017.

39. Gür, M., Kaprol, T., The participation of biophilic design in the design of the post-pandemic living space, IGI Global, 75–106, 2022.

40. Tarakçı, B.İ., From local disasters to global design discourse: Interior architecture theses in Türkiye, Trends High. Educ., 4 (4), 72–86, 2025.

41. Tarakçı, B.İ., Afet Sonrası Barınma Alanlarına Yönelik Uluslararası Yayınların Bibliyometrik Analizi (2000–2025). Afet ve Risk Dergisi, 8 (3), 1323-1340, 2025.

42. SBB, 2023 Kahramanmaraş ve Hatay Depremleri Raporu, T.C. Cumhurbaşkanlığı Strateji ve Bütçe Başkanlığı, Erişim: https://www.sbb.gov.tr/wp-content/uploads/2023/03/2023-Kahramanmaras-ve-Hatay-Depremleri-Raporu.pdf, Erişim Tarihi: 26.12.2025.

43. Tarakçı, B.İ., Kavut, İ.E., Problems experienced in post-disaster temporary shelter units: Hatay/İskenderun case, Turk Deprem Arastirma Dergisi, 7 (2), 321–334, 2025.

44. TÜİK, Resmi istatistik veri tabanı, https://data.tuik.gov.tr, Erişim Tarihi: 26.12.2025.

45. Milli Eğitim Bakanlığı, Strateji Geliştirme Başkanlığı, Öğrenci sayıları, https://istatistik.meb.gov.tr/OgrenciSayisi/Index, Erişim Tarihi: 26.12.2025.

46. Chen, C.T., Extensions of the TOPSIS for group decision-making under fuzzy environment, Fuzzy Sets Syst., 114, 5–18, 2000.

47. Erdemir N., Öztürk F., Kaya G.K., Integrated decision support model for performance evaluation of public staff: using AHP and fuzzy TOPSIS. Journal of the Faculty of Engineering and Architecture of Gazi University, 37 (4), 1809-1822. 2022.

48. Lamrini, L., Abounaima, M.C., Talibi Alaoui, M., New distributed-TOPSIS approach for multi-criteria decision-making problems in a big data context, J. Big Data, 10 (1), 97, 2023.

49. Elkady, S., Mehryar, S., Hernantes, J., Labaka, L., Prioritizing stakeholder interactions in disaster management: A TOPSIS-based decision support tool, Prog. Disaster Sci., 22, 100320, 2024. https://doi.org/10.1016/j.pdisas.2024.100320

50. Hwang, C.L., Yoon, K., Multiple Attribute Decision Making, Springer, Berlin, Almanya, 1981.

51. Wang, Y.J., Lee, H.S., Generalizing TOPSIS for fuzzy multiple-criteria group decision-making, Comput. Math. Appl., 53, 1762–1772, 2007.

52. Boran, F. E., Genç, S., Kurt, M., & Akay, D., A multi-criteria intuitionistic fuzzy group decision making for supplier selection with TOPSIS method. Expert systems with applications, 36 (8), 11363-11368, 2009.

53. Ömürgönülşen M, Menten C., Bulanık TOPSIS yöntemi ile Ankara ili için olası afet sonrası geçici barınma alanlarının seçimi. Doğal Afetler ve Çevre Dergisi 7 (1), 159–175, 2021.

54. Ploskas, N., & Papathanasiou, J., A decision support system for multiple criteria alternative ranking using TOPSIS and VIKOR in fuzzy and nonfuzzy environments. Fuzzy Sets and Systems, 377, 1-30, 2019.

55. Tarakçi, B. İ., A multi-criteria analytical evaluation of construction systems for temporary shelters based on an AHP–TOPSIS integrated approach. Journal of Asian Architecture and Building Engineering, 1–19, 2026.