

**T.C.
MANİSA CELAL BAYAR ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ**



**DOKTORA TEZİ
İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI
YAPI BİLİM DALI**

**OKUL BİNALARINDA GÜÇLENDİRME, YIKIM-YENİDEN
YAPIM KARARI İÇİN BİR DEĞERLENDİRME MODELİ
OLUŞTURULMASI**

Hakan AKBABA

**Danışman
Doç. Dr. Halil NOHUTCU**

MANİSA-2025

**HAKAN
AKBABA**

**OKUL BİNALARINDA GÜÇLENDİRME, YIKIM-YENİDEN YAPIM KARARI İÇİN
BİR DEĞERLENDİRME MODELİ OLUŞTURULMASI**

2025

TAAHHÜTNAME

Bu tezin Manisa Celal Bayar Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü İnşaat Mühendisliği Ana Bilim Dalında akademik ve etik kurallara uygun olarak yazıldığını ve kullanılan tüm literatür bilgilerinin referans gösterilerek tezde yer aldığını, tamamen kendi çalışmam olduğunu, her alıntıya kaynak gösterdiğimi, tezin yazımında akademik ve etik kurallara aykırı herhangi bir yapay zeka ve program kullanmadığımı beyan ederim.

Hakan AKBABA



ÖZET

Doktora Tezi

Hakan AKBABA
Manisa Celal Bayar Üniversitesi
Lisansüstü Eğitim Enstitüsü
İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman:
Doç. Dr. Halil NOHUTCU

Türkiye, coğrafi konumunun doğal bir sonucu olarak deprem, heyelan, çığ ve sel gibi afetleri sık sık yaşamaktadır. Afet olaylarının meydana gelmesini önlemek ve sıklığını azaltmak neredeyse imkansızdır. Bu konuda yapılabilecek şey, meydana gelmesi muhtemel doğa olayının niteliğini anlamak ve yol açabileceği kayıp ve zararların etkilerini azaltmaya yönelik çalışmalar yapmak olmalıdır.

Dünyanın aktif deprem kuşakları üzerinde yer alan ülkemiz de dahil olmak üzere pek çok ülkede, mevcut yapı stokunun önemli bir kısmı depreme karşı yeterince dayanıklı değildir. Bu binalardan bazıları yapısal açıdan – yönetmelik koşulları – yetersiz iken, bazıları ekonomik ömrünü tamamlamış veya işlevsel olarak kullanıcı beklentilerini karşılamaktan oldukça uzak olabilmektedir. Bahse konu bu binalar için güçlendirme veya yıkım-yeniden inşa kararıyla karşı karşıya kalınmaktadır. Alınacak bu karar genellikle ekonomik verilere dayalı olarak gerçekleşmektedir.

Tez araştırmasına konu edilen bu çalışma, güçlendirme gereksinimi olan okul binaları için bir değerlendirme modeli önermektedir. Model, depreme karşı güçlendirme gereksinimi olan mevcut okul binaları için, Yapısal/Fiziksel, İşlevsel/Mimari, Çevresel/Enerji ve Ekonomik seviyede toplam 4 (dört) performans göstergesi ve bu göstergelere bağlı 23 (yirmi üç) alt kriterlerle ilişkili olarak değerlendirme ve yüzdesel bir ağırlık ile durum tespiti yapılmasına imkân tanımaktadır.

Çalışma beş ana bölümden oluşmaktadır. Birinci bölümde; araştırma konusuna dair genel bilgiler ile birlikte araştırmanın amacı, önemi ve kapsamı ortaya konulmaya çalışılmıştır. Ayrıca araştırma konusuna dair güncel literatür taramasına yer verilmiştir. İkinci bölümde; güçlendirme kavramı ve güçlendirmeye duyulan gereksinim açıklanarak, kamu binalarının durumundan bahsedilmiştir. Üçüncü bölümde karar verme kavramı ile çok kriterli karar verme yöntemleri hakkında bilgilere yer verilmiştir. Dördüncü bölüm; önerilen tez araştırma modelinin yapısı ve modeli oluşturan bileşenlerin tanımlanarak, kavramsal çerçevenin oluşturulduğu, modelin ortaya konulduğu bölümdür. Bu bölümde, karar destek modelinin oluşturulması için kullanılan yöntem, ölçek, alan ve anket çalışmalarına dair bilgiler detaylı bir şekilde anlatılmıştır. Temel performans göstergeleri (Yapısal/Fiziksel,

İşlevsel/Mimari, Çevresel/Enerji ve Ekonomik) olarak tanımlanan ve alt kriterlerin önem ağırlıklarının belirlenmesine yönelik hazırlanan, alanında son derece uzman kişilerin bilgi, deneyim ve tecrübelerinden yararlanılarak gerçekleştirilen anket sonuçları, AHP adımları ile Super Decisions yazılımına işlenmiş, böylece önerilen Y.İ.Ç.E. (Yapısal-Y, İşlevsel-İ, Çevresel-Ç, Ekonomik-E) değerlendirme modeli için kullanılacak katsayı değerleri elde edilmiştir. Ayrıca her bir alt kriterle ait mevcut durum seviyelerinin belirlenmesine yönelik, likert (5’li) ölçeği yardımıyla hazırlanan skor sayı puanları belirlenmiştir. Beşinci ve son bölümde; önerilen değerlendirme modeli örnek okul binalarına (kamu binaları) uygulanmış, uygulamaya konu her binaya ait bilgiler yardımıyla, mevcut durumları için, Yapısal Performans Puanı (Y.P.P.), İşlevsel Performans Puanı (İ.P.P.), Çevresel Performans Puanı (Ç.P.P.) ve Ekonomik Performans Puanı (E.P.P.) hesaplanabilmiştir. Ayrıca temel performans göstergelerine dair önem ağırlıkları yardımıyla bina Y.İ.Ç.E. puanı da belirlenmiştir.

Deprem performans analizi sonuçlarına göre güçlendirme gereksinimi olan binaların Yapısal, İşlevsel, Çevresel ve Ekonomik göstergelere dayalı mevcut durum performans seviyelerinin belirlenmesine yönelik bir çalışma gerçekleştirilmiştir. Güçlendirme gereksinimi olan okul binaları için verilecek GÜÇLENDİRME veya YIKIM-YENİDEN İNŞA kararının alınmasında, mevcut yöntemlerin yanında, tez araştırmasıyla ortaya konulan karar destek modeli “Y.İ.Ç.E.” Puanının’ da kullanılabileceği ortaya konulmuştur.

Anahtar Kelimeler: Güçlendirme, Yıkım-Yeniden İnşa, Okul Binaları, Kamu Binaları, Karar Verme, Analitik Hiyerarşi Prosesi (AHP), Değerlendirme Modeli

2025, 162 sayfa

ABSTRACT

PhD Thesis

Hakan AKBABA

**Manisa Celal Bayar University
Graduate School of Education
Department of Civil Engineering**

**Supervisor:
Doç. Dr. Halil NOHUTCU**

Türkiye experiences frequent disasters such as earthquakes, landslides, avalanches and floods as a natural consequence of its geographical location. It is almost impossible to prevent the occurrence and reduce the frequency of disaster events. What can be done in this regard should be to understand the nature of the natural event that is likely to occur and to work towards reducing the effects of the losses and damages it may cause.

In other countries, such as our country, which is located in geographies located in active earthquake zones around the world, a large part of the existing building stock is not sufficiently resistant to earthquakes. While some of these buildings are structurally inadequate - in terms of regulatory requirements - some of them may have completed their economic life or may be functionally far from meeting user expectations. These buildings are faced with the decision of retrofitting or demolition-reconstruction. This decision is usually based on economic data.

This study, which is the subject of thesis research, proposes an evaluation model for school buildings in need of reinforcement. The model allows evaluation and determination of the situation with a percentage weight for existing school buildings in need of reinforcement against earthquakes, in relation to a total of 4 (four) performance indicators at Structural/Physical, Functional/Architectural, Environmental/Energy and Economic levels and 23 (twenty-three) sub-criteria related to these indicators

The study consists of five main chapters. In the first chapter; the purpose, importance and scope of the research are tried to be revealed together with general information about the research topic. In addition, a review of the current literature on the research topic is given. In the second chapter, the concept of retrofitting and the need for retrofitting are explained and the situation of public buildings is mentioned. In the third chapter, information about the concept of decision making and multi-criteria decision making methods is given. Chapter four is the chapter in which the structure of the proposed thesis research model and the components of the model are defined, the conceptual framework is created and the model is presented. In this section, information on the methodology, scale, field and survey studies used to create the decision support model is explained in detail. The survey results, which were

prepared for determining the importance weights of the key performance indicators Structural/Physical, Functional/Architectural, Environmental/Energy and Economic and sub-criteria, and which were prepared by utilizing the knowledge, experience and experience of highly specialized experts in the field, were processed into Super Decisions software with AHP steps, thus coefficient values to be used for the proposed Y.İ.Ç.E. (Structural-Y, Functional-I, Environmental-Ç, Economic-E) evaluation model were obtained. In addition, the score number points prepared with the help of Likert (5-point) scale to determine the current situation level for each sub-criteria were determined. In the fifth and final section; the proposed evaluation model was applied to sample school buildings (public buildings) and with the help of the information of each building subject to the application, Structural Performance Score (Y.P.P.), Functional Performance Score (İ.P.P.), Environmental Performance Score (Ç.P.P.) and Economic Performance Score (E.P.P.) could be calculated for their current status. In addition, with the help of the importance weights for the key performance indicators, the building Y.İ.Ç.E. score was also determined.

According to the results of earthquake performance analysis, a research was conducted to determine the current status performance levels of buildings in need of reinforcement based on structural, functional, environmental and economic indicators. In addition to the existing methods, it was revealed that the decision support model "Y.İ.Ç.E." Score, which was put forward by the thesis research, can be used in making the decision of REINFORCEMENT or DEMOLITION-RECONSTRUCTION for school buildings in need of reinforcement.

Keywords: Reinforcement, Demolition-Reconstruction, School Buildings Public Buildings, Decision Making, Analytical Hierarchy Process (AHP), Evaluation Model

2025, 162 pages

TEŞEKKÜR

Doktora eğitimim ve tez çalışmamın her aşamasında ilgi ve desteğini hep yanımda hissettiğim değerli danışman hocam Doç. Dr. Halil NOHUTCU'ya vermiş olduğu emek, gösterdiği sabır ve yardımları için teşekkür ederim.

Tez izleme süreçlerinde yolumu aydınlatan, bilgi, tecrübe ve desteklerini sayesinde çalışmalarımı tamamlayabildiğim hocalarım, Prof. Dr. Mehmet Ali YURDUSEV ve Prof. Dr. Mehmet Fatih ALTAN'a, tezime değerli bilgileriyle katkı sağlayan, eğitim ve mesleki hayatımda emekleri olan Prof. Dr. Ali DEMİR ve Prof. Dr. Muhammed Duran TEKİN'e teşekkürü bir borç biliyorum.

Çalışmamda kullanılan verilere ulaşılması ve gerekli izinlerin alınması sürecinde destek veren Millî Eğitim Bakanlığı İnşaat ve Emlak Genel Müdürlüğü Şube Müdürü Dr. Ahmet Hakan MUTLU'ya, ve desteğini esirgemeyen illerde bulunan Bakanlık personeline, emek ve yardımları için teşekkür ederim.

Çalışmalarımızın önemli bir kısmının tamamlanmasında destek olan TÜBİTAK'a (124M080 numaralı proje) teşekkür ederim.

Doktora eğitimim süresince gösterdikleri sabır ve destekleri için sevgili eşim Hasibe AKBABA ve canım çocuklarım Kağan ve Ceren Hatice'ye sonsuz teşekkürler. İyi ki varsınız.

Her şeyimi borçlu olduğum, maddi - manevi destekleriyle bu günlere gelmemede büyük emekleri olan abim, kardeşlerim, annem ve babama minnettarım.

Hakan AKBABA
Manisa, 2025

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

TBDY	Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği
KDM	Karar Destek Modeli
EYATSK	Eğitim Yapıları Asgari Tasarım Standartları Kılavuzu
AHP	Analitik Hiyerarşi Süreci (Analytic Hierarchy Process)
ÇKKV	Çok Kriterli Karar Verme
MCDM	Multicriteria Decision Making
MCDA	Multicriteria Decision Aid
ÇNKKV	Çok Nitelikli Karar Verme
ÇAKV	Çok Amaçlı Karar Verme
Y.İ.Ç.E.	Yapısal (Y), İşlevsel (İ), Çevresel (Ç), Ekonomik (E)
Y.P.P.	Yapısal Performans Puanı
İ.P.P.	İşlevsel Performans Puanı
Ç.P.P.	Çevresel Performans Puanı
E.P.P.	Ekonomik Performans Puanı
S.S.P.	Skor Sayı Puanı
Ö.A.K.	Önem Ağırlık Katsayısı
P.Ö.K.	Performans Önem Katsayısı
Y.P.Ö.K.	Yapısal Performans Önem Katsayısı
CR	Tutarlılık Oranının
CI	Tutarlılık İndeksi
RI	Rastgele Değer İndeksi

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1. Tez araştırması akış şeması (yazar tarafından oluşturulmuştur).....	11
Şekil 2. Güçlendirme / Yıkım-Yeniden İnşa kararıyla ilgili kavramlar (yazar tarafından oluşturulmuştur).....	12
Şekil 3. Eleman bazlı güçlendirme örnekleri.	23
Şekil 4. Sistem bazlı güçlendirme örnekleri	24
Şekil 5. Hasar Sınırları ve Hasar Bölgeleri.	31
Şekil 6. Karar verme süreci.	40
Şekil 7. Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri	43
Şekil 8. Önerilen değerlendirme modeli yapısı.....	51
Şekil 9. Değerlendirme modeli akış şeması.	52
Şekil 10. Örneklem oluşturma teknikleri.	53
Şekil 11. Değerlendirme modeli temel performans kriterleri.	59
Şekil 12. Taşıma gücü kaybı yenilme şekli.....	65
Şekil 13. YP-4, skor sayı puan tespit kartı	66
Şekil 14. YP-5, skor sayı puan tespit kartı	67
Şekil 15. YP-6, skor sayı puan tespit kartı	69
Şekil 16. A1 Türü burulma düzensizliğine örnek yapı davranışı (Anonymous, 2012., Yorulmaz, 2018).	70
Şekil 17. L Tipi yapının burulma sonrası oluşan görüntüsü (Yorulmaz, 2018).....	70
Şekil 18. Düzensiz binalara ilişkin koşulları yansıtan görseller (TBDY-2018).....	70
Şekil 19. YP-7, skor sayı puan tespit kartı	71
Şekil 20. İP-1, skor sayı puan tespit kartı.....	74
Şekil 21. İP-2, skor sayı puan tespit kartı.....	75
Şekil 22. İP-3, skor sayı puan tespit kartı.....	76
Şekil 23. İP-4, skor sayı puan tespit kartı.....	77
Şekil 24. İP-5, skor sayı puan tespit kartı.....	79
Şekil 25. Yaşanan deprem sonrası okul bina bahçesi görünümü (URL-4).	79
Şekil 26. İP-6, skor sayı puan tespit kartı.....	80
Şekil 27. İP-7, skor sayı puan tespit kartı.....	81
Şekil 28. ÇP-1, skor sayı puan tespit kartı	84
Şekil 29. ÇP-2, skor sayı puan tespit kartı	85
Şekil 30. ÇP-3, skor sayı puan tespit kartı	86
Şekil 31. Kentsel Yerleşme Alanında Okulların Yeri (Demircioğlu, 1997).	87
Şekil 32. ÇP-4, skor sayı puan tespit kartı	87
Şekil 33. ÇP-5, skor sayı puan tespit kartı	88
Şekil 34. EP-1, skor sayı puan tespit kartı	91
Şekil 35. EP-2, skor sayı puan tespit kartı	91
Şekil 36. EP-3, skor sayı puan tespit kartı	92
Şekil 37. EP-4, skor sayı puan tespit kartı	93
Şekil 38. 5’li likert ölçek skalası	94
Şekil 39. Değerlendirme modeline ait süreç ve akış diyagramı	97
Şekil 40. AHP Akış Şeması	99

Şekil 41. AHP Hiyerarşik Yapısı	100
Şekil 42. Yapısal/Fiziksel performans kriteri karşılaştırma anket sayfası bölümü..	106
Şekil 43. İşlevsel/Mimari performans kriteri karşılaştırma anket sayfası bölümü...	106
Şekil 44. Temel performans kriteri karşılaştırma anket sayfası bölümü.....	107
Şekil 45. Değerlendirme modeli hiyerarşik yapısı.	109
Şekil 46. Temel performans kriterleri karşılaştırma sonuçları.	110
Şekil 47. Temel performans göstergeleri karşılaştırma matrisi ve önem ağırlık değerleri.....	110
Şekil 48. Yapısal performans kriterleri karşılaştırma sonuçları.	111
Şekil 49. Yapısal performans kriterleri karşılaştırma matrisi ve önem ağırlık değerleri	111
Şekil 50. İşlevsel performans kriterleri karşılaştırma sonuçları.	112
Şekil 51. İşlevsel performans kriterleri karşılaştırma matrisi ve önem ağırlık değerleri	112
Şekil 52. Çevresel performans kriterleri karşılaştırma sonuçları.	113
Şekil 53. Çevresel performans kriterleri karşılaştırma matrisi ve önem ağırlık değerleri.....	113
Şekil 54. Ekonomik performans kriterleri karşılaştırma sonuçları.	113
Şekil 55. Ekonomik performans kriterleri karşılaştırma matrisi ve önem ağırlık değerleri.....	113
Şekil 56. Modelin sınındığı okul binalarına ait bilgiler (toplam 16 okul).....	117
Şekil 57. Örnek Okul Binası -1 için bina bilgileri ve hesaplanan değerler.....	118
Şekil 58. Örnek Okul Binası -3 için bina bilgileri ve hesaplanan değerler.....	119
Şekil 59. Örnek Okul Binası -6 için bina bilgileri ve hesaplanan değerler.....	120
Şekil 60. Örnek Okul Binası -8 için bina bilgileri ve hesaplanan değerler.....	121
Şekil 61. Örnek Okul Binası -11 için bina bilgileri ve hesaplanan değerler.....	122
Şekil 62. Örnek Okul Binası -12 için bina bilgileri ve hesaplanan değerler.....	123
Şekil 63. Toplam 16 adet okul binasına dair hesaplanan T.P.P. kaybı (%)	124
Şekil 64. Toplam 16 adet okul binası için hesaplanan Y.İ.Ç.E. Puan kaybı(%).....	124
Şekil 65. Toplam 16 adet okul binasına dair Y.İ.Ç.E. – G.M/Y.Y.M değeri karşılaştırması	125
Şekil 66. Örnek okul binalarına ait hesaplanan Y.İ.Ç.E. – G.M/Y.Y.M değeri arasındaki ilişki	125
Şekil 67. Örnek okul binaları için hesaplanan T.Y.P.P (%) ile Beton Basınç Dayanımı arasındaki ilişki	126
Şekil 68. Örnek okul binaları için hesaplanan Y.İ.Ç.E. Puan ile Y.P.P arasındaki ilişki.....	126
Şekil 69. Örnek okul binaları için hesaplanan Y.İ.Ç.E. Puan ile E.P.P arasındaki ilişki	126

TABLolar DİZİNİ

Tablo 1. Tez araştırma konusuyla ilgili yapılan çalışmalar.	13
Tablo 2. Eğitim kurumlarının kurulması ve kapatılmasına ilişkin ilkeler	55
Tablo 3. Okul yeri seçimine dair kriterler.....	55
Tablo 4. Araştırma kapsamında belirlenen ilgili değerlendirme kriterler.....	56
Tablo 5 Değerlendirme Modeli Temel Performans ve Alt Kriter Tablosu.....	58
Tablo 6. Ölçek türleri.	60
Tablo 7. Mekânlar ve performans değişkenleri.....	73
Tablo 8. Güçlendirme Yöntemlerine Göre Ortalama Maliyetler	90
Tablo 9. Skor sayı puan değeri örneği (YP-1)	95
Tablo 10. Kıyaslama ölçekleri ve açıklamaları.....	101
Tablo 11. Kriter önem dereceleri kıyaslama tablosu.	101
Tablo 12. Karşılaştırma matrisi tablosu	101
Tablo 13. Rastgele Değer İndeksi Çizelgesi	102
Tablo 14. AHP Adımları (Taş vd. 2017).....	103
Tablo 15. Performans kriterleri kıyaslama/karşılaştırma ölçeği	105
Tablo 16. Anketine katılan uzmanların demografik özellikleri	107
Tablo 17. Temel performans göstergeleri önem ağırlık değerleri.....	114
Tablo 18. Alt kriterlere ait performans önem ağırlık değerleri.....	114

İÇİNDEKİLER

TAAHHÜTNAME.....	iii
ÖZET.....	iv
ABSTRACT.....	vi
ÖNSÖZ VE TEŞEKKÜR	viii
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ	ix
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	x
TABLolar DİZİNİ	xii
1. GİRİŞ.....	1
1.1. Konunun Önemi	4
1.2. Araştırmanın Amacı	6
1.3. Araştırmanın Kapsamı.....	8
1.4. Literatür Taraması	12
2. GÜÇLENDİRME VE KAMU BİNALARI.....	21
2.1. Güçlendirme Kavramı.....	22
2.1.1. Yapı Elemanlarında Güçlendirme ve Onarım	23
2.1.2. Yapı Sisteminde Güçlendirme ve Onarım.....	24
2.1.3. Güçlendirmeye Duyulan İhtiyaç ve Güçlendirme Kararı.....	25
2.2. Kamu Binaları.....	32
2.2.1. Kamu Binalarında Bakım-Onarım	34
2.2.2. Kamu Binalarında Enerji Verimliliği	35
2.3. Okul Binaları (Temel Eğitim Kurumları)	35
2.3.1. Okul Binaları Güçlendirme Gereksinimi	38
3. KARAR VERME KAVRAMI VE KARAR TEORİSİ.....	40
3.1. Çok Kriterli Karar Verme	41
3.2. Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri.....	45
3.2.1. Analitik Hiyerarşi Proses Yöntemi-AHP	45
3.2.2. TOPSİS Yöntemi.....	46
3.2.3. ELECTRE (Eleme Seçme ve Gerçek Çözüme Geçiş Yöntemi)	47
3.2.4. DEMATEL Yöntemi	47
3.2.5. MOORA Yöntemi	48
3.2.6. VİKOR Yöntemi	49
4. ÖNERİLEN DEĞERLENDİRME MODELİ.....	50

4.1.	Modelinin Oluşturulması	50
4.2.	Modelin Bileşenleri.....	54
4.2.1.	Okul Binalarında Güçlendirme, Yıkım-Yeniden Yapım Kararı İçin Etkili Temel Performans Göstergeleri ve Bağlı Alt Kriterlerin Tanımlanması:.....	54
4.3.	Yapısal / Fiziksel Performans Göstergeleri (YP)	61
4.3.1.	Bina Mevcut Beton Basınç Dayanımı (YP-1).....	61
4.3.2.	Donatı Tipi, Sınıfı ve Etriye Durumu (YP-2).....	62
4.3.3.	Donatıda Gözlenen Korozyon Durumu (YP-3).....	63
4.3.4.	Zemin Sıvılaşma Riski (YP-4)	64
4.3.5.	Binanın Dere, Taşkın ve Heyelan Yatağında Bulunma Durumu (YP-5).....	66
4.3.6.	Binanın Yaşı (Fiziksel Eskime) (YP-6).....	67
4.3.7.	Binada Bulunan Taşıyıcı Sistem Düzensiz durumu (YP-7)	69
4.4.	İşlevsel / Mimari Performans Göstergeleri (İP).....	71
4.4.1.	Binanın Projesine Uygunluk Düzeyi (İP-1)	73
4.4.2.	Bina Kapalı Alan Yeterlilik Düzeyi (İP-2).....	74
4.4.3.	Binanın Sunulan Hizmete Uygunluk Düzeyi (İP-3).....	75
4.4.4.	Bina Büyüyebilirlik Düzeyi (İP-4)	77
4.4.5.	Binanın Afet Sonrası Kullanılabilirlik Düzeyi (İP-5)	78
4.4.6.	Binanın Konumu İtibariyle Olumsuz Etkisi Bulunabilecek Mekanlara Olan Uzaklık Düzeyi (İP-6)	80
4.4.7.	Bina Çevresinin Trafik ve Yaya Güvenliği Açısından Düzenlenebilme Olanağı (İP-7)	81
4.5.	Çevresel / Enerji Performans Göstergeleri (ÇP).....	81
4.5.1.	Enerji Kullanım Düzeyi (ÇP-1).....	83
4.5.2.	Bina Yalıtım Düzeyi (ÇP-2).....	84
4.5.3.	Binanın Enerji İyileşme Potansiyeli (ÇP-3)	85
4.5.4.	Bina Çevresel Gürültü Düzeyi (ÇP-4).....	86
4.5.5.	Binaya Yakın Konumda Zararlı Etki ve Çevresel Kirliliğe Yol Açan Tesislerin Bulunma Durumu (ÇP-5)	88
4.6.	Ekonomik Performans Göstergeleri (EP)	89
4.6.1.	Güçlendirme Maliyetinin Yeniden Yapım Maliyetine Oranı (EP-1).....	89

4.6.2.	Güçlendirme dolayısıyla katlanılması muhtemel (kiralama, taşınma, onarın ve tamirat vb.) Maliyetinin, Yeniden İnşa Maliyetine Oranı (EP-2) ..	91
4.6.3.	İleriki 10 Yıl için Ön Görülen Büyük Bakım Onarım Maliyetinin Yeniden Yapım Maliyetine Oranı (EP-3)	92
4.6.4.	Ülkede Yaşanan Yıllık Enflasyon Değeri (EP-4).....	93
4.7.	Performans Göstergeleri İçin Kullanılacak Ölçeklendirme ve Skor Sayı Puan Kartları Hakkında	94
4.8.	Önerilen Değerlendirme Modeli, Kullanılan Yöntem ve Analizler	95
4.8.1.	Analitik Hiyerarşi Prosesi (AHP).....	98
4.8.2.	Veri Toplama Teknikleri	103
4.8.2.1.	Karar Modelinin Oluşturulmasında Gerekli Verilerin Elde Edilmesi.....	103
4.8.2.2.	Güçlendirme Gereksinimi Olan Binalara Ait Verilerin Elde Edilmesi.....	104
4.8.3.	Esas Anket Çalışması	104
4.8.4.	AHP Analizleri ve Önem Ağırlıklarının Belirlenmesi	109
5.	ÖRNEK MODEL UYGULAMASI	115
6.	SONUÇ VE ÖNERİLER.....	127
	KAYNAKLAR	130
	EKLER.....	147
	ÖZGEÇMİŞ	162

1. GİRİŞ

İnsanoğlunun kendini koruma altına almak amacıyla, içinde yaşadığı binaları ve inşa ettiği yapıları, doğal veya doğal olmayan tehlikelere karşı güvenli hale getirme arzusu tarih boyunca süregelen, içgüdüsel bir gereksinimdir. Her yıl dünyanın çeşitli bölgelerinde yaşanan afetler (sel, deprem, kasırga, tsunami vb. olarak nitelendirebileceğimiz çeşitli doğa olayları) sonucu yapılar ağır hasarlar alarak yıkılmakta ve büyük maddi kaybın yanı sıra, telafisi mümkün olmayan can kayıpları meydana gelmektedir.

Ülkemizin bulunduğu coğrafyada yakın zamanda meydana gelen doğal afetler sonucu can kaybı başta olmak üzere; çevresel, fiziksel, ekonomik ve sosyolojik açıdan büyük kayıplarla karşı karşıya kalınarak, maalesef çok ağır bedeller ödenmiştir. Yakın tarihten başlayarak son yüz yıla bakıldığında meydana getirdiği hasarın büyüklüğüne göre ilk sırada deprem felaketi yer almaktadır. Oluşan depremlerin tarihçesine bakıldığında ortalama 5-10 yılda bir orta, yüksek ve çok yüksek seviyede depremlerin yaşandığı, bu depremler nedeniyle oluşan kayıpların her yıl milli gelirin % 1'inden fazlasına denk geldiği görülmektedir. Ülkemizde deprem denildiğinde ilk akla gelen ve yüz yılın felaketi olarak ifade edilen 6 Şubat Kahramanmaraş merkezli 7.4 ve 7.2 büyüklüğündeki depremler sonucu 53 bin 537 kişi hayatını kaybetmiş, 107 bin 213 kişi yaralanmış ve 2023 TBMM Deprem Araştırma Komisyonu'nun raporuna göre depremlerin toplam maliyeti Türkiye'de 148.8 milyar dolar olmuştur.

Ülke topraklarının % 66'sının deprem bölgesi ve fay hatlarından oluşması, nüfusun yoğun olduğu kentler ve büyük sanayi tesisleri yine bu bölgelerde bulunmaktadır. Bu bilgi bile tek başına bizlere yakın gelecekte de büyük ve yıkıcı depremlerle karşılaşılacağı ve gerekli tedbirler alınmaz ise yukarıda bahsedilen acı tecrübelerin tekrar yaşanacağı sonucunu vermektedir.

Deprem tehlikesine maruz kalan coğrafi bölgelerde bulunan bina sahipleri ve kamu yöneticileri depremlerden kaynaklı potansiyel kayıplarını azaltmak için mevcut yapıları güçlendirme veya yıkım-yeniden inşa kararı ile sıklıkla karşı karşıya kalmaktadırlar. Olası bir deprem olmadan önce sismik risk taşıyan bu binalarla ilgili uygulanacak çözüm, güçlendirmek mi? Yoksa yıkım-yeniden inşa etmek mi?

Binalar ve bina sistemlerinin performansının belirlenmesi oldukça karmaşıktır. Bu performansı belirlemek binanın sahip olduğu eleman ve standart değerleri karşılama düzeyiyle ilişkilidir. Performans, önceden belirlenmiş kriter ve standartlara göre ölçülebilen işlev ve fiziksel değerlere göre belirlenebilir. Örneğin bir makine söz konusu ise, belirlenen maliyet değeri için, belli bir fayda değeri belirlenir. İşte bu beklenen fayda performans değerini sağlayamadığında ya da uygun yedek parça tamirâtı ile istenilen performans seviyesine getirilmesi pahalı bir durum haline geldiğinde, o makine için yenileme veya elden çıkarma durumu kararlarından herhangi biri alınır. Ancak, söz konusu karar mevcut binalar ve daha özelde kamuya ait binalar için alınacak ise, bahse konu bu fayda / maliyet değerini belirlemek çok daha zorlaşır.

Mevcut betonarme yapılar için, gelecekte iki tür problemle karşı karşıya kalınır. Bunlar;

- Yapısal problemler: Malzeme, deformasyon, kırılma, hasar vb.
- İhtiyaca cevap verememe: Kullanıcı beklentileri, yönetmelikler, yüksek enerji tüketimi, CO₂ emisyonu vb.

Kamu binaları için bu iki konudaki iyileştirilebilme durumları dikkate alınarak, sürdürülebilir karar seçenekleri - güçlendirme veya yıkım-yeniden inşa – arasından biri gerçekleştirilmelidir.

Binalar için ihtiyaç duyulan güçlendirme gereksinimi - depreme karşı - aşağıda ifade edilen bir veya daha fazla durumun ortaya çıkması neticesinde, binada uzman kişilerce yapılacak inceleme ve tespitler sonrası gerçekleştirilecek performans analizi sonucuna göre karar verilecek bir süreçtir. Bina türü yapılar için deprem performans analizi yapılmasına ihtiyaç duyulan haller aşağıda sıralanmıştır.

- Binanın mevcut yönetmelik koşullarını sağlayamaması,
- Projeden (statik) farklı imalatların yapı/bina güvenliğini tehlikeye düşürecek düzeyde eksik veya farklı imalatların tespit edilmesi,
- Mevcut bina beton basınç dayanımının , projesinde öngörülen beton basınç dayanımı değerini karşılayamaması,
- Taşıyıcı sistem elemanlarında bulunan donatının korozyona uğraması,

- Deprem esnasında binadan beklenen enerji tüketebilme ve deformasyon kapasitesi için gerekli donatı detaylandırma kurallarına (etriye, bindirme boyu, vb.) uyulmadığının tespit edilmesi,
- Projede öngörülen zemin koşullarıyla ilgili farklılıkların bulunması.

Deprem tehlikesi bulunan bölgelerdeki mevcut binalar güçlendirme ve onarım uygulamaları ile performanslarını arttırarak hizmet ömürleri uzatılabilir. Özellikle yapısal performansın, taşıyıcı sistem malzeme özelliklerine bağlı, aynı zamanda bina hizmet ömrünün neredeyse tükendiği durumlarda bina kullanıcıları, hükümet yetkilileri ve bina yöneticileri maliyet, işlevsellik ve çevresel etkileri değerlendirerek optimal bir çözüm ararlar. Mevcut binanın yapısal güçlendirme yoluyla yenilenmesi etkili bir stratejidir. Güçlendirme seçeneği genel bina performansını iyileştirir ve daha yüksek çevresel etkilerin olduğu kanıtlanmış herhangi bir yıkım-yeniden inşa sürecine kıyasla daha ekonomiktir. (Di Bari vd, 2020).

Sürdürülebilir kalkınmayı hedefleyen ülkeler hazırladıkları kalkınma planlarında, deprem gibi doğal afetler sonucu ortaya çıkabilecek kayıpları dikkate alarak planlama yapmak zorundadırlar. Aksi taktirde telafisi güç can ve mal kayıplarının yanı sıra ek onarım maliyetleri, toplumsal ve çevresel birçok sorunla da karşı karşıya kalabilirler.

Binaların yapısal, mimari ve enerji verimliliği açısından güçlendirilmesi nispeten yeni bir konudur. Bu konu hakkında yapılan çalışma ve uygulamalar genellikle birbirinden bağımsız bir yaklaşımla ayrı ayrı ele alınmaktadır. Sadece binanın enerji verimliliği açısından iyileştirmelerin yapılması, yapı yaşam dönemi içerisinde oluşacak yapısal (deprem, sel vb.) problemler sonucu, yapılan tüm enerji yatırımının yok olmasıyla sonuçlanabilmektedir. Benzer şekilde sadece yapısal güçlendirme yapılan binanın ileride fonksiyonel veya enerji potansiyeli yönünden birçok problemle karşı karşıya kalmasına sebep olabilmektedir (Passoni, 2021).

1.1. Konunun Önemi

Deprem gibi doğal tehlikelerin meydana gelmesini veya oluşma sıklığını azaltmak neredeyse imkansızdır. Bu konudaki yapılabilecekler, bugün ve gelecekte oluşabilecek hasar ve kayıpları azaltmaya yönelik çalışmalar olmalıdır.

Deprem etkisi altındaki bölgelerde oluşabilecek muhtemel can kaybı, ekonomik ve sosyal kayıpların, mevcut binaların güçlendirme veya yıkım-yeniden inşa yoluyla azaltılması, dolayısıyla bölgede yaşayan insanlar için kapsayıcı, güvenli, dayanıklı ve sürdürülebilir çözüm seçenekleri arasında yer alır. Bu çözüme yönelik faaliyetler aynı zamanda Birleşmiş Milletlerin 2030 Sürdürülebilir Kalkınma hedefleri arasında bulunan amaçlara yönelik katkı sağlar niteliktedir (UNESCO, 2015).

Ülkemizdeki kamu binaları düşünüldüğünde yapısal bütünlüğü, işlevsiz tasarımları, zamanla bozulmuş fiziki yapıları ve değişen bina tasarım kod ve yönetmelik koşullarını karşılamada göstermiş oldukları yetersizlik ve uyum eksikliği (işlevsellik-ekonomik-ekolojik-sürdürülebilirlik) zaman içerisinde bu binalar hakkında yapısal (deprem), işlevsel (mimari tasarım) ve enerji (verimlilik) performansını sorgulayarak bina hakkında bir karar alınmasını onarım, güçlendirme, onarım + güçlendirme veya yıkım-yeniden inşa ‘yı zorunlu hale getirmektedir.

Deprem riski taşıyan bölgelerde bulunan eski yönetmeliklere ve tasarım kriterlerine göre imal edilmiş çok sayıda bina yıkılma riskiyle karşı karşıyadır ve yapısal olarak güçlendirmeye ihtiyaç duymaktadır. Bu durumdaki binalar için alınacak güçlendirme veya yıkım-yeniden inşa kararı, bina sahipleri veya yöneticiler açısından kuşkusuz zor bir karardır.

Çalışmanın odak noktası olan ve deprem etkisindeki 20 yaş üzeri kamu binaları için alınacak bahse konu kararın, öncelikle ekonomik analizlere dayalı olarak, güçlendirme maliyetinin, yeniden inşa maliyetine oranı gibi (% 40’ı aşması durumunda yıkım kararı alınması) sığ veriler sonucu alındığı görülmektedir.

Kamuya hizmet veren binalar arasında, kendisinden beklenen işlevi ve fonksiyonu yerine getirmekte zorlanan veya gelecek 25-30 yıllık zaman zarfında bu beklentiyi karşılayamayacak düzeyde olanları da mevcuttur. Sismik güçlendirme gibi kapsamlı bir müdahale için harcanan bedelin büyüklüğü düşünüldüğünde, o binadan elde edilecek faydanın, harcanan bedeli karşılayacak düzeyde olması gerekir.

Kapsamlı müdahale binanın bazı bölümlerinin tam olarak değiştirilmesine, bina dokusunda değişikliklerin yanı sıra, yürürlükteki mevzuat hükümlerini karşılamak için, bina hizmetlerinin yeniden modellenmesi ve binanın önümüzdeki 25-30 yıl boyunca geleceğe hazırlanması gereklidir.

Mevcut binalar 50-60 yıllık hizmet ömründen sonra çoğunlukla mevcut yürürlükteki mevzuatın getirmiş olduğu şartları karşılamakta - enerji ve yapısal/sismik performans - yetersiz kalırlar. AB binalarının yaklaşık %35'i 50 yaştan üzerindedir, mevcut yapıları çevrenin neredeyse %75'i için enerji verimsizdir ve 2050 yılına kadar bunların %75-%80'i hala kullanımda olacaktır (Fabbri vd., 2016; Li, Kubicki, vd., 2019).

Yapısal güçlendirmenin gerekli olduğu eski kod/yönetmeliklere göre tasarlanmış yapılar acil olarak ele alınması gereken bir konudur. Günümüz bina konfor ve kalite standartlarını karşılayan, depreme dayanıklı binalar elde edilmesinde, genel olarak binayı yıkıp yeniden inşa etmek kolay bir seçenektir. Ancak mevcut yapının güçlendirilmesi ve onarımıyla, binanın yıkılıp-yeniden inşa seçenekleri arasında bir karşılaştırma yapıldığında, yapı stokunun büyüklüğü de düşünüldüğünde özellikle çevresel, enerji ve ekonomik açıdan ciddi sorunların ortaya çıkabileceği büyük bir problem den söz edilebilir.

Güçlendirme konusunda yeterli çalışma olmasına rağmen, bu kararın alınmasında ve güçlendirme yönteminin seçimine yönelik literatür boşluğu bulunmaktadır.

Bir bina için öngörülen hizmet ömrü değeri 50 yıl olarak kabul edilmektedir. Bu süre zarfında teknolojinin hızla değişmesi, kamuya hizmet eden binalardan beklenen performans değerlerinde de değişiklikler söz konusu olmaktadır (Grant ve Ries, 2013)

Bu çalışmada binadan beklenen güncel performans kriterlerinin sağlanabilme olanakları ve sürdürülebilirlikle birlikte yeterli deprem performansının sağlanabilmesi için gerekli yapısal güçlendirmenin yapılmaya değer olup olmadığının belirlenmesine yönelik bir model oluşturulmaya çalışılmıştır.

Güçlendirme veya yıkım-yeniden inşa kararını etkileyen faktörlerin ve bu faktörlere bağlı alt kriterlerin etki derecelerinin belirlenerek, bir karar probleminin çözümüne yönelik kolaylık sağlaması çalışmanın özgün yönünü oluşturmaktadır.

Araştırmadan elde edilecek sonuçlar doğrultusunda kamu taşınmazlarının durumlarının değerlendirilmesi, etkin ve verimli iyileştirme ve bakım stratejilerinin geliştirilmesi, istenmeyen olaylar sonucu oluşabilecek olası can ve mal kayıplarının azaltılması, kamu taşınmaz envanter varlıklarının yönetimi açısından da önemli bir kazanım sağlayacağı düşünülmektedir.

1.2. Araştırmanın Amacı

Bu çalışmanın amacı, deprem riski altındaki kamu binalarının güçlendirilmesi gerektiğini savunmakla beraber; güçlendirme, yıkım-yeniden yapım kararının alınmasına yardımcı olacak yapısal/fiziksel, ekonomik, işlevsel, çevre, enerji ve yaşam döngüsü ve sürdürülebilirlik çerçevesinde kullanıcı beklentilerini de içine alan bir değerlendirme modeli yardımıyla, karar için etkili parametrelere bağlı alt kriterlerin nicel ve nitel performanslarının belirlenerek analiz edilmesine imkân sağlayacak, **“Karar Destek Modelini (KDM)”** oluşturmaktır.

Çalışmada hedef yapılar olarak kamuya hizmet veren temel eğitim kurum binaları (okul binaları) belirlenmiştir. Deprem etkisi altındaki bölgelerde bulunan binalar arasından, tasarım kuralları, kontrol ve standartların yanı sıra bayındırlık faaliyetlerinin günümüze göre çok da fazla denetlenemediği 2000 yılı öncesi inşa edilen 20 yaş ve üzeri binalar için, yapısal performanslarının artırılması gerektiği konusunda tereddüt yoktur. Ancak bahse konu binalar için **“GÜÇLENDİRME”** veya **“YIKIP-YENİDEN İNŞA”** seçeneklerinden hangisinin seçilmesi gerektiği, araştırmanın başlangıç noktasıdır.

Deprem gibi doğal tehlikelerin meydana gelmesini ve oluşma sıklığını azaltmak neredeyse imkansızdır. Bu konudaki yapılabilecekler, bugün ve gelecekte oluşabilecek hasar ve kayıpları azaltmaya yönelik çalışmalar olmalıdır. Kuşkusuz bu çalışmaların başında mevcut binaların depreme karşı güçlendirilmesi gelmektedir.

Binayla ilgili tasarrufun, bina sahiplerinde olduğu durumlar için, binanın güçlendirilmemesi, farklı çözümlerle güçlendirilmesi veya yıkıp yeniden inşa edilmesi gibi çeşitli seçenekleri karşılaştırarak değerlendirme kararı, bina maliklerinin tasarrufundadır. Ancak güçlendirme gereksinimi olan özellikle kamuya ait binalar için güçlendirme yapmamak bir seçenek değildir. Bu nedenle güçlendirme veya yıkım-yeniden inşa kararının ortaya koyacağı sonuçlar önemli hale gelmektedir. Çünkü bu

karar, bahse konu bina için katlanılması gereken tüm kamu kaynaklarının etkili ekonomik ve verimli kullanılmasıyla birlikte, kamu yöneticileri açısından mali saydamlığı, hesap verilebilirliği doğrudan etkilemektedir.

Konut gibi yapılar zaman içerisinde ihtiyaçları (kendisinden beklenen hizmeti) karşılamakta kısmen de olsa yeterli iken, kamu hizmet binaları zaman içerisinde kendisinden beklenen hizmeti karşılamakta yetersiz kalmaktadır. Bu yetersizlik mekân büyüklüğünün yanı sıra, yapı fiziği ve teknolojik yetersizliklerden de kaynaklanabilmektedir. Günümüzde halen hizmet vermeye devam eden birçok eski kamu binasının projesinin dahi olmadığı, olsa bile yıllar içinde ihtiyaç duyulan revizyon işlemleri sebebiyle binada çok sayıda yapısal ve yapısal olmayan değişiklik yapıldığı, bu sebeple projesine uymadığı görülmektedir. Bu değişiklikler kimi zaman tadilat projeleri kapsamında yapılmış olsa da, projesiz değişikliklerin yapıldığı da gözlemlenmektedir. Değişen ve gelişen ihtiyaçları karşılamak amacıyla yapılan tüm bu değişikliklere rağmen, bahse konu binalar yine de istenilen düzeye getirilememiştir. Buna sebep, bazen ödenek yetersizliği, bazen de zaman zaman yapılan ilgili kanun ve yönetmelik değişiklikleri gerekçe gösterilebilir.

Ülkemizdeki kamu binalarının yapısal bütünlüğü, işlevsiz tasarımları, zamanla bozulmuş fiziki yapıları ve değişen bina tasarım kod ve yönetmelik koşullarını karşılamada göstermiş oldukları yetersizlik ve uyum eksikliği (işlevsellik-ekonomik-ekolojik-sürdürülebilirlik) nedeniyle zaman içerisinde bu binalar hakkında güçlendirme/onarım veya yıkım-yeniden yapım kararlarının alınmasını zorunlu hale getirmektedir.

Ülkemizde binalar için güçlendirme veya yıkım-yeniden inşa kararının ağırlıklı olarak ekonomik göstergelere dayalı belirlenen bir indis “güçlendirme maliyeti/yıkım-yeniden inşa maliyeti” oranına 0,40 (%40) göre; bahse konu oran 0,40 altında ise güçlendirme, 0,40 üzerinde ise yıkım-yeniden inşa kararının genel bir teamül olarak alındığı bilinmektedir.

İşte bu karar verme sürecine katkı sağlamak, karar alıcıların işini kolaylaştırmak, doğru ve isabetli kararların alınması, bilimsel ve teknik verilere dayalı olarak, çok kriterli karar verme yöntemleri yardımıyla stratejik bir karar destek modeli oluşturmak temel amacımızdır.

Araştırmaya konu binalar için alınacak güçlendirme kararının alınmasında etkili olabilecek yapısal/fiziksel, işlevsel/mimari, çevresel/enerji ve ekonomik göstergelere dayalı faktörlerin belirlenmesi, sürdürülebilir güçlendirme çalışmalarını motive edecek stratejilerin oluşturulmasına katkı sağlamak hedeflenmektedir.

Çalışmanın hedeflerinden biri de yeterli deprem performans düzeyine sahip olmayan kamu binaları için alınacak güçlendirme, yıkım-yeniden inşa kararında etkili temel göstergelerin ortaya çıkarılması, önem derecelerinin belirlenmesidir.

Çalışmaya konu edilen prosedür ile kamu taşınmazlarının durumlarının değerlendirilmesi, etkin, verimli iyileştirme ve bakım stratejilerinin belirlenmesine, aynı zamanda kamu taşınmaz envanter varlıkların yönetimi açısından da önemli bir katkı sağlanacağı düşünülmektedir.

Karar vericilere, bilgilendirici ve yönlendirici destek sağlayacak olan bu tür mekanizmaların geliştirilmesi, kamu kaynaklarının ekonomik, sosyal ve iş gücü kullanımını verimliliği açısından da önem arz etmektedir.

1.3. Araştırmanın Kapsamı

Belli gereksinimlere yönelik inşa edilen bu binalar, zamanla değişen şartlara bağlı olarak, çeşitli gerekçelerle fiziksel ve ekonomik ömürlerini tamamlamaktadır. Binanın kullanıcısının tasarım aşamasında, tasarımcıya (mimara) aktardığı talepler çerçevesinde inşa edilen binalar, zaman içerisinde değişen ve gelişen şartlar (çevresel, ekonomik, sosyal, fiziki vb.) nedeniyle güncelliğini yitirebilmektedir. Zamana bağlı olarak yapısal ve yapısal olmayan elemanlarda da çeşitli deformasyonlar oluşmaktadır (Elmas, 2017).

Böyle durumlarda bina/yapının mevcut durumu değerlendirilerek, müdahale planlamasının yapılması gerekir. Müdahale sonrası hedeflenen performans seviyesi, birden fazla kriterin ağırlıklandırılmasına bağlı olarak belirlenebilir.

Genel olarak binalar için uygulanan güçlendirme, onarım ve yenileme çalışmaları yapısal güvenlik, enerji verimliliği, konfor ve mimari kapasitenin artırılmasına yönelik olarak birbirinden bağımsız bir yaklaşımla ayrı ayrı ele alınmaktadır. Tek bir bina için bile yapılacak bu güçlendirme, onarım ve yenileme

alışmaları, farklı yönetmeliklere tabi, farklı sektörlerdeki uzman kişilerin kolektif olarak birlikte çalışmasıyla ancak sağlanabilir.

Yakın tarihlerde, ülkemizin farklı noktalarında gerçekleşen depremder sonrası, telafisi mümkün olmayan çok sayıda can kaybı ve büyük maddi zararlarla karşı karşıya kalınmıştır. Bu depremler bir kez daha göstermiştir ki; mevcut yapı stokunun büyük bir bölümü için iki (2) seçenek var.

« Güçlendirme » veya « Yıkım »

Kamu binaları özelinde, depreme karşı güçlendirme ihtiyacı olan – deprem performans analizi sonucuna göre “yetersiz performans” gösteren - Temel Eğitim Kurumları (Okul Binaları) araştırmaya konu edilmiştir.

Binanın yaşı arttıkça, binayı oluşturan yapı elemanların yıpranma, eskime ve yorulma performanslarında genel bir azalma kabulü vardır. Diğer taraftan, binanın bu genel yorulma performansı, mekânsal niteliklere yansıma düzeyi ile kullanıcının algıladığı yorulma performans düzeyleri arasında farklılıklar söz konusudur (Ekinci, 2013).

Ayrıca binada, yine zamana bağlı (eskime, dayanım kaybı vb.) faktörlerin yanı sıra, zamana bağlı olmayan afet durumlarının (yangın, deprem, heyelan, sel vb.) ortaya çıkması neticesinde de yapısal ve yapısal olmayan elemanlarda çeşitli deformasyonlar oluşabilmektedir.

Böyle durumlarda bina/yapının mevcut durumu değerlendirilerek, müdahale planlamasının yapılması gerekir. Müdahale sonrası hedeflenen durumun, bina kullanım amacına uygun olarak belirlenmiş minimum yapısal performans seviyesine eşit ya da daha iyi bir seviyede olması beklenir.

Özellikle 2000 yılı öncesi yönetmeliklere tabi olarak yapılan binalar için genel olarak “riskli yapı” tabiri kullanılmaktadır. Bunun nedeni deprem anında binanın yeterince sünek davranış gösterememesi olarak kabul edilmektedir. En etkili parametrelerin ise, sargılama (etkiye sıkılaştırması), donatının düz demir olması ve düşük beton basınç dayanımından kaynaklandığı söylenebilir.

Bu temellere dayanan tezin akış şeması Şekil 1.1’de verilmektedir. Birinci bölümde problem tanımlanarak, doktora tez çalışmasının sınırları, ulaşılmak istenilen hedef ve süreçleri hakkında bilgiler verilmiştir. Devam eden bölümde “güçlendirme,

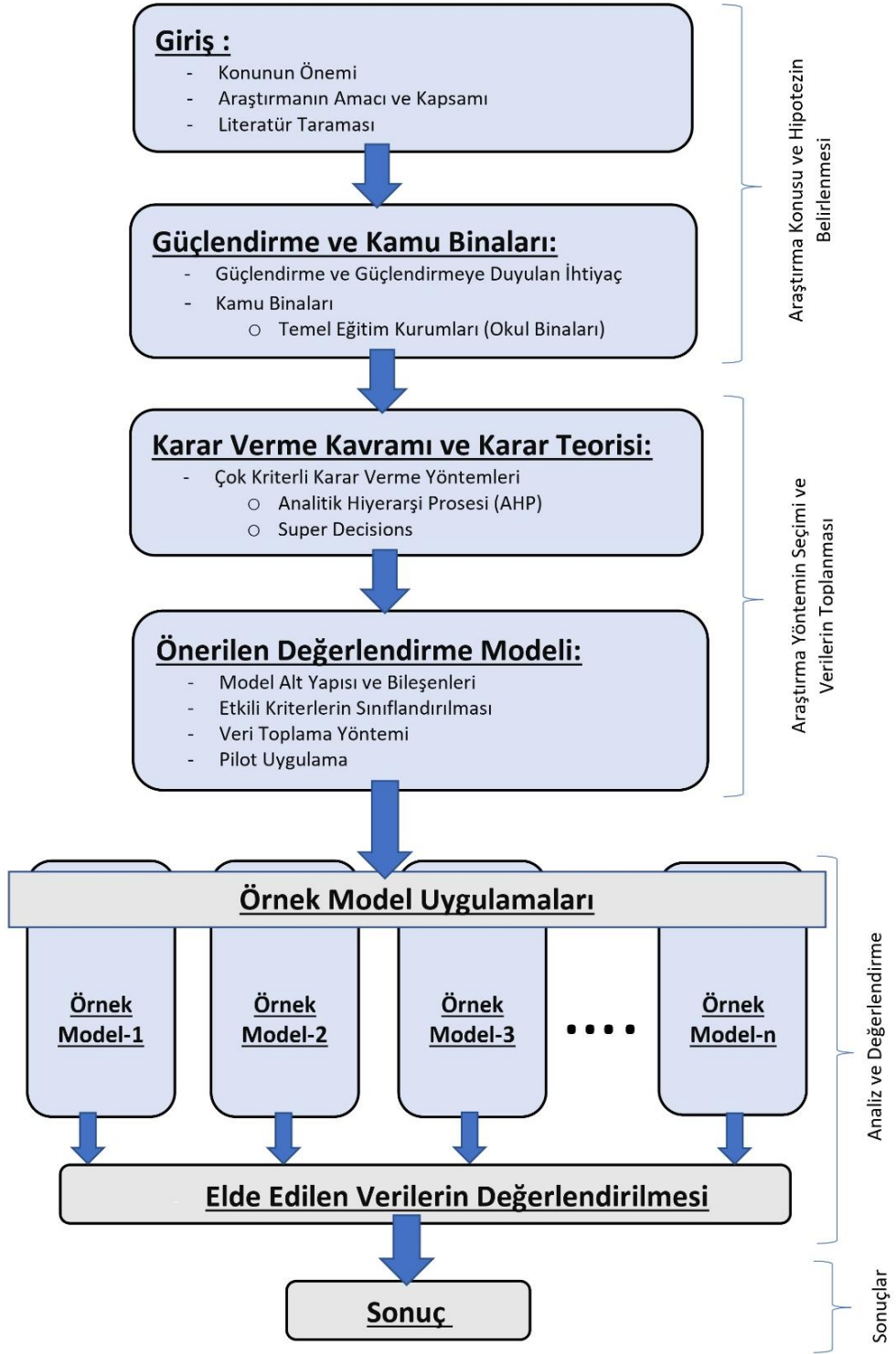
yıkım-yeniden inşa” karar sürecinde etkili olabilecek kavramlar göz önünde bulundurularak yapılan literatür çalışmasına yer verilmiştir.

Tezin sonraki bölümleri sırasıyla, araştırmanın sınırları dahilinde belirlenerek, çözüm getirmesi öngörülen hedef kamu binaları ve temel eğitim kurumları (okul binaları) hakkında bilgiler verilmektedir. Bahse konu binaların mevcut durumu, bu binalar için deprem etkilerine karşı alınacak önlemler ve yine güçlendirmeye duyulan ihtiyaç konuları ele alınmıştır.

Üçüncü bölümde, Karar verme ve karar teorisi açıklanarak, Çok Kriterli Karar Verme (Ç.K.K.V.) ana başlığı altında yer alan çok nitelikli karar verme yöntemleri ve Analitik Hiyerarşi Prosesi (AHP) yapısı açıklanmıştır.

Tez araştırma modelinin temel dayanağını oluşturan, bina ana performans parametreleri ve alt kriterlerin ikili karşılaştırmaları yaklaşımıyla ağırlıklandırılmasına dayanan bu modelin altyapısı ve değerlendirme aşamalarına dair ayrıntılar dördüncü bölümde sunulmuştur. Sonraki bölümde (Beşinci Bölüm) önerilen AHP tabanlı değerlendirme modeli yaklaşımının, örnek bina çözümlerine ait veriler yardımıyla sınıandığı ve geliştirildiği örnek olay çalışmalarına yer verilerek, elde edilen sonuçlar ortaya konulmuştur.

Son bölüm olan altıncı bölümde tez çalışmasının amacı ve ortaya konan hipotezler ışığında, araştırmanın tümünün gözden geçirilmesi neticesinde elde edilen veriler değerlendirilerek sonuç çıkarımları yapılmış, konuyla ilgili gelecek araştırmalar için önerilere yer verilmiştir.



Şekil 1. Tez araştırması akış şeması (yazar tarafından oluşturulmuştur).

1.4. Literatür Taraması

Tezin bu bölümünde çalışma konusunu oluşturan deprem etkisi altındaki kamu binalarının güçlendirilmesiyle ilgili çalışmalar ve çok kriterli karar verme konularına ilişkin yayınların, sistematik olarak taranmasıyla elde edilen literatür kaynakları sunulmuştur.

Deprem tehlikesinin yüksek olduğu bölgelerde bulunan binaların güçlendirilmesi popüler bir konudur. Mevcut binalar için “güçlendirme” ve “karar verme” anahtar kelimeleri için yapılan taramalarda, özellikle güçlendirme yönteminin seçimine yönelik karar verme konusunda yoğun ve güncel çalışmalarla karşılaşmıştır. Ancak güçlendirme gereksinimi olan – deprem performans analizi sonrası güçlendirilmesi gereken – binalar için verilecek “Güçlendirme” veya “Yıkım-Yeniden İnşa” kararı konusunda çok sınırlı sayıda çalışmanın olduğu ve genellikle yapı/bina güçlendirme kararının alınmasıyla ilgili olarak toplam fayda ve toplam maliyet değerlerinin sayısal olarak kıyaslanması üzerine yapıldığı görülmektedir.

Çalışmaya katkı sağlayan literatür taraması üç ana konuyu kapsamaktadır;

- Depreme Karşı Güçlendirme,
- Kamu Bina Performansı
- Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri,

Daha sonra bu konu başlıklarıyla ilgili çalışmaların birlikte ilişkilendirildiği ortak çalışmalara öncelik verilerek kapsamlı bir literatür taraması gerçekleştirilmiştir.



Şekil 2. Güçlendirme / Yıkım-Yeniden İnşa kararıyla ilgili kavramlar (yazar tarafından oluşturulmuştur).

Taranan literatür içerisinde araştırma konusuyla ilişkilendirilen ve çalışmaya katkı sağlayacağı düşünülen yayınlardan bir kısmı, yazar, yıl, çalışma konusu, yöntem ve elde edilen sonuçlar başlıkları altında sınıflandırılarak Tablo. 1 de sunulmuştur.

Tablo 1. Tez araştırma konusuyla ilgili yapılan çalışmalar.

Çalışmanın Konusu	Yazarlar / Yıl	Kullanılan Yöntemler
Güçlendirme Maliyeti / Karar verme	Arıkan ve diğerleri, 2005	Proje verileri, Fayda/Maliyet Analizi
	Güneş, 2019	
	Yanmaz ve Luş, 2005	
	Boylu, 2005	
	Kutanis ve diğerleri, 2011	Senaryo, Proje verileri, Ekonomik Analiz
	Yüzbaşı ve diğerleri, 2018	
	Çetinceli, 2005	
	Erdurmuş, 2005	Proje verileri, Fayda/Maliyet Analizi
	Kappos ve diğerleri, 2008	
	Liel Ve Deierlein, 2013	
Güçlendirme Maliyeti Belirleme	Erdurmuş, 2005	Fayda / Maliyet Analizi, Etki Analizi
	Polese ve diğerleri, 2017	
	Gülerce, 2007	Durum Değerlendirmesi, Maliyet Analizi
	Anastasia ve diğerleri, 2008	
	Emsley ve diğerleri, 2002	Yapay Sinir Ağı, Regresyon Analizi
	Sönmez, 2008	
	Jafarzadeh ve diğerleri, 2014	
Güçlendirme veya Yıkım Kararı	Yılmaz, 2016	Proje verileri, Kırılabilirlik Eğrisi, Anket, İstatistik Analiz
	Nuti ve Vanzi, 2003	
	Kappos ve Dimitrakopoulos , 2008	
Güçlendirme Maliyeti	Higuchi ve Macke, 2008	Proje verileri, Regresyon analizi
	Altın, 2008	
Seçim ve Karar	Uluöz, 2010	Çoklu lineer regresyon yöntemi, SPSS, AHP, TOPSİS, SAWARA, VİKOR
	Vona ve diğerleri, 2018	
	Anelli ve diğerleri, 2018	
	Volvaciovasa ve diğerleri, 2013	

Zawacki ve diğ.; Kamuya ait depreme yatkın binalar için karar verme ve risk yönetimiyle ilgili çalışmada, yapı sahibi veya yöneticilerinin iyileştirme/güçlendirme, yıkma/yeniden oluşturma, sat/elden çıkarma ve hiçbir şey yapmama (mevcut durumun korunması) kararlarından birinin alınmasını sağlayacak modelin oluşturulması üzerinde çalışmışlardır. Çalışmada örnek bir kütüphane binası için koruma /tarihi ve kültürel değer kriterleri, mali değer kriterleri, bina sermaye değeri, arazi değeri, bina güçlendirme maliyeti, güçlendirme sonrası oluşacak sermaye değeri, bina yenileme

maliyeti, bina faaliyetleri ikame (taşıma) sermaye değeri için bir mantık akış diyagramı oluşturularak karar alınabileceğini savunmuşlardır (Zawacki, vd., 2020).

Williams; Güçlendirme nedeniyle beklenen ekonomik faydaya dayalı olarak, sismik olaylar için yapıların güçlendirilip güçlendirilmeyeceği konusunda bilinçli kararlar vermek için kullanılabilecek yöntem üzerinde çalışmıştır. Belirli bir yapının sismik kırılabilirliği ile bina konumundan kaynaklı sismik tehlike düzeyi karar verme sürecine dahil edilmiş, örnek vaka olarak farklı konumlarda yer alan iki özdeş betonarme yapıyı incelemiştir. Her iki konumdaki özdeş yapılar için genelleştirilmiş güvenilirlik endeksleri hesaplanarak karşılaştırılmıştır. Sonuç olarak sismik güçlendirmenin ekonomik fizibilitesini belirlemek için güçlendirme maliyetleri ve faydalarının dikkate alınması gerektiği, güçlendirmeden bir miktar mali fayda elde edilemediği sürece gereksiz olabileceği savunulmuştur (Williams, vd., 2009).

Marquis ve ark.; Yeni Zelanda Christchurch kentindeki çok katlı betonarme binalarda deprem sonrası alınacak kararları (onarım veya yıkım) etkileyen faktörleri belirlemek amacı ile mülk sahipleri, mülk yöneticileri, sigortacılar, mühendisler ve devlet yetkilileriyle görüşmelere dayalı vaka çalışması yapmışlardır. Deprem sonrası kararları ve kayıpları etkileyen çok sayıda faktör belirlenmiş olup, beklendiği gibi, hasar ve tamir edilebilirlik seviyesi (onarım maliyetinin) genellikle karar eyleminin gidişatını belirlediği, bununla birlikte diğer değişkenlerin, sigorta, iş stratejileri, risk algısı gibi faktörlerin bina kararını önemli ölçüde etkilediğini belirtmişlerdir (Marquis, vd., 2017)

Fiore ve Donnarumma; Çalışmalarında mevcut bir binanın yenilenmesi veya yeniden inşa edilmesi arasında yapılacak seçimi, çok kriterli karar verme yöntemleri kullanarak araştırmışlardır. Çalışmada müdahale maliyeti, enerji performansı, çevresel etki, sismik güvenlik seviyesi, inşaat süreleri, çevreye verilecek rahatsızlık olmak üzere altı kriter için, örnek bir okul binası değerlendirilmiştir. Bu yöntemle müdahale alternatiflerini karşılaştırmak ve sıralayarak karar vericiyi genel olarak daha tatmin edici olan çözüme yönlendirmenin mümkün olduğu sonucuna varmışlardır (Fiore ve Donnarumma, 2018).

Jafarzadeh; Çalışmasında mevcut yapıların sismik güçlendirme ile ilişkili inşaat maliyetini tahmin etmeye yönelik bir model oluşturmuştur. Güçlendirme için

net inşaat maliyeti ve etkili değişkenleri sırasıyla bağımlı ve bağımsız değişkenler oluşturmuş, bu değişkenler, net inşaat maliyeti ile birlikte, sırasıyla çoklu doğrusal regresyon analizi ve yapay sinir ağı metodolojilerini kullanarak parametrik ve parametrik olmayan iyileştirme maliyet tahmini modelleri geliştirmek üzere uyarlamalar yapılmıştır. Güçlendirme maliyet tahminin güçlendirme kararı üzerinde çok önemli bir etkiye sahip olan ana faktörlerden biri olduğu belirtilmiştir. Güçlendirme maliyetinin doğru tahmini, güçlendirme projelerinin geliştirilmesinin erken aşamalarına etki eden alanlar belirlenmiş ve kategorilere ayrılmıştır (Jafarzadeh, 2012)

Vona ve ark.; Kamu ve stratejik binalara yönelik sismik riski azaltmak ve önceliklendirme stratejisi belirlemek amacı ile en uygun güçlendirme müdahalesinin seçiminde TOPSİS – VİKOR gibi çok kriterli karar verme yöntemleri kullanmışlardır. Bu yöntemler için farklı kriter ağırlıklarına göre hazırlanmış matrisler yardımıyla , 1. Sismik tehlike-binaların hizmet verdiği alan ve coğrafi konumu, 2 . Etki durumu (maruziyet) – ekonomik ve sosyal zarara maruz kalma olasılığı, 3. Güvenlik açığı – bina yaşı, malzeme türü ve özellikleri, analiz yöntemi vb. nicel ve nitel kriterler kullanılarak Analitik Hiyerarşi Süreci (AHP) ile hangi bilginin ne kadar önemli olduğu belirlenmeye çalışılmıştır (Vona vd., 2017)

Caterino ve ark.; Yapısal güçlendirme için çok kriterli karar verme yöntemlerinin karşılaştırmalı olarak analizinin yapıldığı çalışmada, yapıların sismik olarak güçlendirilmesi için çok kriterli karar verme yöntemlerinin uygulanabilirliğini ve etkililiğini araştırmışlardır. Çalışmada yaygın olarak kullanılan yöntemlerden bazıları dikkate alınmış ve birbirleriyle karşılaştırılmıştır. Karşılaştırma, güçlendirme yapılacak betonarme bir yapı için oluşturulan vaka çalışmasıyla gerçekleştirilmiştir. Sonuç olarak TOPSİS ve VİKOR yöntemlerinin her tür değerlendirme kriteriyle başa çıkma kabiliyetleri, sonuçlarının netliği ve parametrelerle başa çıkma zorluğunun azalması nedeniyle güçlendirme seçim probleminin çözümüne daha uygun olduğu sonucuna varmışlardır (Caterino vd., 2009).

Dan,; Deprem etkisi altındaki kentsel alanlarda bulunan binaların güçlendirilmesi için karar verme işlemine yardımcı olabilecek unsurları araştırmıştır. Güçlendirme yönteminin uygulama stratejisine dahil olan aktörlerin jeofizik,

mühendislik (yapısal), mimari, ekonomik (yatırım verimliliği) ve sosyolojik (kullanıcı sorunlarının dikkate alınması) vb. güçlendirme uygulama stratejisine dahil olan tüm aktörleri kapsayan disiplinler arası yönlerinde ele alındığı bir karar modeli geliştirmeyi hedeflemiştir. Sonuçta güçlendirme uygulamasında yer alan aktörlerin etkileşim kurabileceği bir karar modeline ihtiyaç duyulduğu, bu tür kararların stratejik planlama için kullanılan farklı müdahale seviyeleri ve farklı araçlar ile karar sürecine katılan çeşitli kategorilerden aktörlerin ihtiyaçlarına göre değişiklik gösterdiği ve karar süreci modelinin oluşturulabileceği belirtmiştir (Bostenaru Dan, 2004).

Vona ve ark.; Betonarme binalarda sismik hasara bağlı oluşacak ekonomik kayıpları tahmin etmeyi amaçlayan çalışmada, kırılabilirlik maliyet analizi için her bir yapısal ve yapısal olmayan elemanın performans analizine dayanan yeni bir maliyet oranı fonksiyonu tanımlamışlardır. Çalışmada kullanılan veriler mevcut binaya ait yaş, yapı yüzey alanı, kat sayısı vb. bilgiler göz önüne alınarak tanımlanmıştır. Sonuç olarak bina kırılabilirlik seviyesine göre yaşam döngüsü maliyetinin belirlenebileceği sonucuna varılmıştır (Vona vd. 2018).

Caterino ve ark.; Çalışmalarında mevcut betonarme yapıların sismik güçlendirme için farklı çözümleri değerlendirerek, sıralamak için rasyonel ve nicel bir yaklaşım belirlemeyi amaçlamışlardır. Çok kriterli karar verme yöntemleri kullanılarak önceden tanımlanmış güçlendirme alternatiflerinden herhangi birinin ilgili puanlarının niceliksel olarak belirlenmesine izin veren bir yöntem belirlenmeye çalışılmıştır. Örnek vaka çalışmasına uygulanan duyarlılık analizi sonucunun kriterler açısından tutarlı olduğu belirtilmiştir (Caterino vd. 2008)

Arıkan ve ark.; Binaların yapısal olarak güçlendirilmesi gerektiğinde bina sahipleri ve devlet yetkililerinin binanın yıkılıp yeniden inşa edilmesi ya da güçlendirilmesi için, güçlendirme maliyetinin, yıkıp yeniden inşa etme maliyetinin %40'ını aşması durumuna bakılarak verildiğini, ancak bu yaklaşımın basit ve sabit bir orana dayanarak alınmasının yanıltıcı olabileceğini savunmuşlardır. Çalışmada apartman türü binalar için yaşam süresi boyunca tüm gelir ve maliyetleri göz önünde bulunduracak finansal bir analiz yaparak, önemli parametrenin bina yaşı ve güçlendirme / yeniden yapım maliyeti oranı olduğu, bu oranın 40 yaşındaki binalar

için %25, 10 yaşındaki binalar için %67 arasında değişiklik gösterdiği sonucuna varmışlardır (Arıkan vd., 2005).

Kutanış; Çoklu deprem tehlike seviyelerinde oluşacak çoklu performans hedeflerinin belirlenmesine yönelik araştırmada, farklı performans düzeylerine sahip yapıların başlangıç maliyeti ve ekonomik ömrüne bağlı farklı performansta yapıların tasarlanabileceği belirtilmiştir. 3, 5 ve 8 katlı betonarme çerçeveli yapıları için farklı performans seviyelerinde farklı tasarımlar yapılarak, depremden kaynaklı güçlendirme maliyeti, geçici taşıma, barınma, yıkım ve yeniden yapım, ev eşyalarına verilebilecek zararlar ve sosyal rahatsızlıkların doğrudan ve dolaylı etkisi, birbiriyle ilişkileri ortaya çıkarılmaya çalışılmıştır. Sonuç olarak kat sayısına bağlı olarak maliyetlerin arttığı, toplam onarım maliyeti 350 TL/m² (230 \$/m²) olarak belirlenmiştir (Kutanis vd., 2011).

Yanmaz ve ark.; Yapı güçlendirme yöntemlerinin fayda-maliyet analizi isimli çalışmalarında, depremden kaynaklı olarak taşıyıcı ve taşıyıcı olmayan elemanlardaki hasarlar, acil barınma maliyeti, güçlendirme ve onarım maliyeti, can kaybı ve yaralanma maliyeti gibi parametreler kullanılarak bir fayda-maliyet analizi yapılmıştır. Yapı güçlendirme işleminin depremden kaynaklı zararları azaltmaya yönelik olarak ekonomik ve etkili çözümler sunabileceği, fayda-maliyet analizinin en önemli parametresinin ise yapıda barınan insan sayısı, insan kayıpları ile faiz oranı olduğu sonucuna ulaşmışlardır (Yanmaz ve Luş, 2005).

Yüzbaşı; Çalışmada iki adet okul binası incelenmiş, mevcut durum özellikleri belirlenerek güçlendirme gereklilikleri araştırılmıştır. Yapılan performans analizleri sonucunda binaların yapıldığı dönemden sonraki gelişmelere uygunluğu irdelenmiştir. Performans yetersizliği durumunda, yapı emniyeti ve ekonomik koşullar dikkate alınarak, yapıya uygulanacak işlemler hakkında verilecek en uygun kararın güçlendirme maliyeti ve yeniden yapım maliyeti oranları olduğu sonucuna varılmıştır (Yüzbaşı ve Yerli, 2018).

Gümüş; Çalışmada deprem etkisine maruz kalmış ve hasar görmüş betonarme konutların onarım veya yıkılmasına karar verilmesine ilişkin olarak hasar tür ve seviyeleri ile ekonomik faktörlerinin analizinin yapılarak bir karar alınması amaçlanmıştır. Araştırmada yeniden yapım alternatifi, yapının olduğu gibi bırakılması, zemin kat güçlendirilmesi ve tüm kat güçlendirilmesi gibi toplam dört alternatif için

geri ödeme ve iç verim oranı bakımından en uygun seçeneğin zemin kat güçlendirilmesi olduğu belirlenmiştir. Bahse konu alternatiflerin ortaya konabilmesi için bina yaşı, kat adedi, kullanılan malzeme ve binanın inşasında esas alınan deprem yönetmelikleri belirleyici olduğu sonucuna ulaşılmıştır (Gümüş, 2019).

Mutlu; Çalışmasında binaların –özellikle kamu binaları- güçlendirilmesi veya yıkılmasına karar verirken hangi etkenlerin ekonomik değerlendirme içerisinde yer alması gerektiğini belirlemeyi amaçlamıştır. Sonuç olarak karar alıcıların konuya sadece ekonomik açıdan yaklaşımlarının yetersiz kaldığı belirtilerek, ekonomik değerlendirmenin yanı sıra bina kullanıcıları ve sosyo-kültürel açıdan da değerlendirme yapılması gerektiği savunulmuştur (Mutlu, 2015).

Boylu; Çalışmada İzmir ve çevresindeki mevcut binaların depreme dayanıklı olarak güçlendirilmesinin ekonomik açıdan uygunluğunu tespit etmek amaçlanmıştır. FEMA -227-228 de belirtilen varsayımlar için kabul edilen fayda/maliyet analiz modeli bölgedeki iki binaya uygulanmıştır. Deprem 50 yıllık geri dönüş periyodu için fayda/maliyet oranının 10,12 ve 24,18 olarak hesaplandığı ve güçlendirme projelerinin uygulanmasının ekonomik açıdan doğru karar olduğu sonucuna varılmıştır (Boylu, 2005).

Yılmaz; Çalışmada güçlendirme veya yıkım/yeniden yapım kararının verilmesi ve bu kararın üzerine etki eden faktörler araştırılmıştır. Deprem riski yüksek olan bölgelerdeki 444 okul binasına ait veriler kullanılarak, çeşitli istatistik analiz yöntemleri yardımıyla analizler yapılmıştır. Sonuç olarak bir binanın güçlendirilmesi veya yıkılarak yeniden yapılması kararına etki eden en önemli parametrenin sırasıyla korozyon durumu, güçlendirme maliyeti/yeniden yapım maliyeti oranı, beton basınç dayanımı, deprem sınıfı olduğu görülmüştür (Yılmaz, 2016).

Erdurmuş; Bu çalışmada sismik güçlendirme seçeneği değerlendirilirken, güçlendirilen yapının güçlendirme sonrası 5 yıl, 10 yıl, 20 yıl varsayımlarına göre bir fayda/maliyet analizi yapılmıştır. Sonuç olarak güçlendirme, yıkım-yeniden yapım kararının alınmasında sosyal rahatsızlık, enflasyon ve iskonto oranı gibi değerlerin etkili olduğu sonucuna varılmıştır (Erdurmuş, 2005).

Mutlu; Çalışmada deprem güvenliği araştırılmış eğitim binalarının güçlendirilmesi veya yıkılarak yerine yenisinin yapılması hakkında karar verilmesine yönelik iki aşamalı bir değerlendirme önerisi sunmuştur. İlk aşamada, yalnızca sabit %40 değeri yerine binaların yapım yıllarına göre farklı eşik değerler belirlenmiş, ikinci aşamada ise, güncel standartlar ve yönetmelikler gereği yapılması zorunlu imalatlarla karşılık gelen ekonomik değerler hesaplarına dâhil edilmiştir. İlk iki aşamadan sonra, deprem güvenliği incelemesi tamamlanmış eğitim yapısı için derslik başına düşen öğrenci sayısına göre ek derslik ihtiyacı olup olmadığı, aynı hizmet bölgesinde yeni yapılacak yatırımlar ve diğer karşılaşılabilecek durumlar değerlendirmeye alınmıştır. Yapılan bu yeni ekonomik değerlendirme yöntemi, Taşınmaz Değerleme Yöntemi tanımlamaları ile Federal Acil Durum Yönetimi Ajansı (Federal Emergency Management Agency–FEMA) tarafından uygulanan %50 Kuralı prensiplerinden yararlanılmıştır. Sonuç olarak ortaya konan yeni ekonomik değerlendirme yöntemiyle, deprem güvenliği belirlenmiş ve teknik açıdan güçlendirilmesinde sakınca görülmeyen herhangi bir yapının güçlendirilmesi ya da yıkılması hakkındaki ekonomik karar sürecine yeni bir bakış açısı getirilmeye çalışılmıştır (Mutlu, 2020).

Başarır ve ark.; Bina cephelerinin yenilenmesinde kullanılan stratejiler isimli çalışmasında, bina cephe sisteminin yenilenmesinde çeşitli stratejilerin oluşturularak her bir yenileme stratejisinin binanın mimarisi, fonksiyonu, ekolojik sürdürülebilirlik, malzeme, enerji ihtiyacı, kullanıcı konforunu iyileştirme ve projenin ekonomik olarak sürdürülebilirliği gibi faktörlerden etkilendiği belirtilmiştir. Farklı cephe yenileme stratejilerinin getirdiği avantajlar ve kısıtlamalar içerisinde en uygun yöntemin seçilmesine imkan sağlayacak bir süreç oluşturulması amaçlanmıştır. Yenileme stratejisinin seçiminde binanın konumu ve mevcut durumu kadar, kullanıcıların beklentileri, projenin bütçesi ve binanın öngörülen kullanım ömrünün de belirleyici olduğu, seçilen stratejinin yapılabirlik, ekonomik fizibilite, enerji korunumu ve kullanıcı ihtiyaçlarına cevap verme potansiyeline göre değerlendirilmesi gerektiği sonucuna ulaşılmıştır (Başarır vd., 2014).

Erturan ve ark.; Bina Cephelerinin Yenilenmesine Karar Vermek İçin Kullanılabilecek Bir Değerlendirme Modeli adını taşıyan çalışmada mevcut binaların dış cephelerinin değerlendirilmesi ve yenilenmesi kararının alınmasında görsel incelemeye dayalı bir yöntem olan MAEC yöntemi (Portekiz Bina Durum

Değerlendirme Yöntemi) ile yapılabileceği araştırılmıştır. Sonuç olarak bina yaşam döngüsü maliyeti, doğal dokunun korunması, binanın ekonomik ve çevresel sürdürülebilirliğinin sağlanması açısından önemi vurgulanarak, cephe yenilenmesi kararının somut sayısal verilere dayandırılması mümkün kılınmıştır (Erturan ve Eren, 2018).



2. GÜÇLENDİRME VE KAMU BİNALARI

Türkiye, coğrafi konumu nedeniyle aktif fay hatları üzerinde yer almaktadır. Bu durumun bir sonucu olarak, görece yıkıcı ve büyük depremler sıklıkla meydana gelme eğilimindedir. Bununla birlikte, binaları yıkıp yeniden inşa etmek veya sismik aktiviteye dayanacak şekilde güçlendirmek için yeterli önlemler henüz alınmamıştır. Ülkemizin depreme eğilimli bir bölgede yer aldığının bilincinde olmamız ve bu durumun ciddiyetinin bir depremden sonra göz ardı edilmemesi, aksine bir sonraki büyük deprem düşünülerek, can ve mal kaybını en aza düşürecek hazırlıklar ivedi bir şekilde gerçekleştirilmelidir (Yalçın, 2023; İşçi, 2008).

Ülkemizde ve dünyada meydana gelen depremler, depremlerin tekrarlanma süresi, şiddeti, büyüklüğü ve bunun sonucunda ortaya çıkan can ve mal kayıpları dikkate alındığında, mevcut betonarme binaların depreme karşı güvenliğinin test edilmesi ve gerekli görülenlerin yıkılması veya güçlendirilmesi kararı öncelikli olarak ele alınması gereken konular arasındadır.

Ülkemizdeki yapı stokunun büyüklüğü göz önüne alındığında, ekonomik ve sosyal nedenlerle bu değerlendirmenin bir anda gerçekleştirilmesi mümkün görülmemektedir. Detaylı inceleme gerektiren bina sayısının çokluğu göz önüne alındığında, kamu binalarının önceliklendirilmesi ve kapsamlı değerlendirmeler yapılarak gerekli önlemlerin hayata geçirilmesi, deprem sırasında can ve mal kaybının en aza indirilmesi için hayati önem taşımaktadır. Kamu binaları arasında okullar ve hastaneler bu değerlendirme sonucu en önde gelen yapılar olarak kabul edilir (Gündoğan, 2018).

Güçlendirme gereksinimi, mevcut binadan beklenen deprem performans hedefinin sağlanıp sağlanmadığıyla kontrol edilir. Binalarda güçlendirme çalışması, bina taşıyıcı elemanlarda hasar oluşması, kullanım amacının değiştirilmesi gibi nedenler ile uygulanmaktadır. Bina güçlendirme çalışmaları deprem, sel, heyelan, veya yapının kendinden kaynaklı korozyon vb. ile dış çarpma etkilerinin bir sonucu olarak hasar almış binalarda binanın taşıma kapasitesinin en az bir önceki seviyeye getirilmesi, hasarsız binalarda ise, gerçekleşmesi muhtemel bir deprem esnasında oluşabilecek hasarların önüne geçilebilmesi, tasarım ve inşa sırasında yapılmış hataların düzeltilmesi, kullanım amacıyla bir değişiklik söz konusu olması, binanın

kullanım süresini uzatmak veya yeni yönetmeliklere (deprem, afet vb.) uygun hale getirmek amacıyla gerçekleştirilir.

2.1. Güçlendirme Kavramı

İnsanlık tarihi boyunca süregelen ve yaşamı tehdit eden deprem, sel, heyelan, çığ, fırtına gibi doğa olaylarının meydana geldiği bölgeler bilinmesine rağmen, bu bölgelerde yapılaşma faaliyetlerine devam edilmiştir. İnsanlar, daha kolay yol olan bölgeyi terketmek yerine, önlenemez doğa olaylarıyla mücadele etme, oluşması muhtemel kayıpların azaltılmasına yönelik büyük bir çaba içine girmiştir.

“Güçlendirme” terimi sıklıkla binaların performansındaki iyileştirmeleri belirtmek için kullanılır. Genel olarak binanın mukavemetinin artırılması amacıyla yapılan işlemler için 'takviye' ve 'güçlendirme' gibi terimler de kullanılmaktadır. Güçlendirmede temel amaç, çeşitli teknikler aracılığıyla mevcut yapının bir veya daha fazla davranışsal özelliğini (örneğin mukavemet, sertlik ve süneklik) geliştirmek ve böylece öngörülen gelecekteki koşullar ışığında performansını iyileştirmektir (Çelik, 2024).

Başka bir ifade ile güçlendirme, bir yapının veya yapıya ait taşıyıcı elemanlardan bazılarının, yük taşıma kapasitesini (taşıma gücünü), rijitliğini, sünekliğini (düktilitesini) ve stabilitesini ya da bunlardan bazılarının hasar öncesi durumundan veya mevcut durumundan daha iyi düzeye çıkarmak amacı ile yapılan bir dizi teknik iyileştirme müdahalesi olarak tanımlanabilir (Aköz, 2008; Ören, 2010; Aydoğan, 2000). Güçlendirmeyle ulaşılmak istenen seviye ise, mevcut yapının yapısal dayanıklılığını, güncel yönetmelik ve şartnamelerde öngörülen düzeye getirmektir.

Türkiye'de yapı güçlendirme konusu özellikle 1999'da Kocaeli ve Düzce'de yaşanan depremler sonrası ön plana çıkmıştır. Özellikle depremde hasar alan bölgelere yakın konumda bulunan birçok bina bu bağlamda değerlendirilmiştir. Bu binalar için yapılan değerlendirmeler sonucunda binalar ya güçlendirilmiş ya da tamamen yıkılıp yeniden inşa yoluna gidilmiştir (Yılmaz, 2016) .

Literatürde genel olarak hasar görmemiş yapı veya yapı elemanları için uygulanan iyileştirme faaliyetleri “güçlendirme” olarak tanımlanırken, hasar görmüş yapı veya yapı elemanları için uygulanan iyileştirme işlemleri “onarım” olarak tanımlanmış ve sınıflandırılmıştır (Çevik, 2003; Atay, 2010)

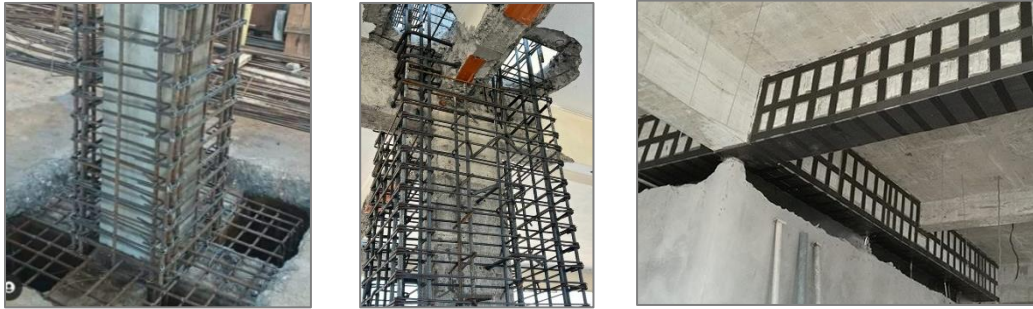
Güçlendirme yöntemleri genellikle iki kategori altında incelenmektedir. Yapıdan beklenen yapısal performansın mevcut durum ile karşılanamaması neticesinde “eleman bazında güçlendirme” veya “sistem bazında güçlendirme” stratejilerinden biri uygulanır. Bazı durumlarda eleman ve sistem bazında güçlendirme yöntemleri birlikte de uygulanabilir.

- Eleman Güçlendirilmesi,
- Sistem Güçlendirilmesi,

2.1.1. Yapı Elemanlarında Güçlendirme ve Onarım

Her yapı kendine özgü sorunlar içerir. Güçlendirme uygulaması yapılacak elemanlar genelde kapasite artırımına ve/veya sargı etkisi oluşturmaya yönelik çözümleri içerir. Yalnızca sınırlı sayıda eleman hasar görmüşse veya zayıflıklar içeriyorsa ve taşıyıcı sistem yeterli yanal rijitliğe sahipse, güçlendirme ve onarım uygulamalarının yapı elemanlarını kapsayacak şekilde yapılması önerilir (Tankut vd. 2008).

Eleman bazlı güçlendirme yöntemleri kolon, kiriş, perde vb. elemanlar ile birleşim bölgelerinin mantolanması veya lifli polimer esaslı malzemelerle sarılarak iyileştirilmesi esasına dayanırken, sistem bazlı güçlendirme yapının taşıyıcı sisteminin iyileştirilmesine yönelik yük taşıma kapasitesinin ve deformasyon direncinin artırılması, kuvvetlerin dağılımında sürekliliğin sağlanması, yapıya yeni elemanların dahil edilmesi ve bağlantı alanlarının güçlendirilmesi ya da yapının genel kütleini azaltarak, deprem etkilerinin hafifletilmesini amaçlayan uygulamalarla binanın çeşitli kuvvetlere karşı genel kararlılığını ve dayanıklılığının artırılması esasına dayanır (Özkaya, 2009; Uluöz, 2010).



Şekil 3. Eleman bazlı güçlendirme örnekleri.

2.1.2. Yapı Sisteminde Güçlendirme ve Onarım

Yapının yanal rijitliğinin çok yetersiz olması, güçlendirmenin çok sayıda elemanı kapsıyor olması ve yapı elemanlarının güçlendirilmesi pratik ve ekonomik değil ise sistem iyileştirmesi daha doğru bir seçenek olarak karşımıza çıkmaktadır.

Yapı sisteminde yapılacak güçlendirme ile yapıya etkiyen kuvvetlerin karşılanmasını destekleyen ilave bir sistem ile özellikle deprem etkisiyle oluşabilecek yanal yüklerin karşılanması amaçlanır. Bunun yanında binada var olması muhtemel düzensizlik durumları ile hasara neden olabilecek yapısal zayıflıkların (yumuşak kat, kısa kolon, kuvvetli kiriş–zayıf kolon vb.) olumsuz etkileri önlenmiş olacaktır (Öncü, 2011).

Mevcut bir yapının güçlendirilmesi için öncelikle zayıflıklarının belirlenmesi esastır. Yapıyı istenen performans seviyesine yükseltmek amacıyla, uygulanabilir güçlendirme stratejileri arasından en uygun olanı seçilir.

Bina güçlendirme faaliyetleri, zemin ve jeolojik koşullara, sismik olaylar sırasında binaların yapısal tepkisine, kullanılan betonun kalitesine ve mevcut takviyenin özelliklerine göre değişir. Binaların iyileştirilmesi, gereksinimlere bağlı olarak belirli elemanlara göre uyarlanmış bir dizi güçlendirme tekniği aracılığıyla gerçekleştirilir. Gelişen bilim, teknoloji ve malzeme özelliklerine bağlı olarak birçok güçlendirme tekniğinden bahsedilebilir. Yapı sistemi bazlı ve yapı elemanı bazlı olarak kategorize edilen güçlendirme yöntemlerinden en sık kullanılanlar aşağıda verilmiştir (Gürol, 2007; Uluöz, 2010; Akbaş ve Çalışkan, 2024).



Şekil 4. Sistem bazlı güçlendirme örnekleri

Yapısal Elemanlara Yönelik Güçlendirme Yöntem ve Teknikleri;

- Kolonların Çelik Levha veya FRP ile sarılması,
- Kirişlerin Çelik Levha veya FRP ile sarılması,
- Duvarların Tekstil Takviyeli Harç (TRM) ile güçlendirilmesi,
- Kolonların Mantolanması,
- Temel/temel zemini jet grout veya ankraj donatı ekilmesi,

Yapısal Sisteme Yönelik Güçlendirme Yöntem ve Teknikleri;

- Betonarme Perde Eklenmesi,
- Çelik Çaprazlar Eklenmesi,
- Çelik Çerçeveler Eklenmesi
- Sismik İzolatör ve Sönümleyici Eklenmesi,
- FRP ile Tüm Çerçeve Elemanların Sarılması,

2.1.3. Güçlendirmeye Duyulan İhtiyaç ve Güçlendirme Kararı

Ülkemizde ve dünyanın çeşitli coğrafyalarında yaşanan depremlerden elde edilen kanıtlar, kamu binaları da dahil standart ve yönetmeliklere uygun tasarım, malzeme ve uygulamaların yapılmadığı binaların, hasara ve hatta çökmeye karşı savunmasız olduklarını, dolayısıyla bu binalarda deprem esnasında oluşması muhtemel hasarların sınırlandırılması veya hiç hasar oluşmaması amacıyla güçlendirmeye gereksinim olduğunu göstermektedir.

Kuzey Anadolu Fay Hattı üzerinde 17 Ağustos 1999 yılında yaşanan ve Marmara Bölgesini etkisi altına alarak yıkıcı etkileriyle ağır maddi zarara ve telafisi mümkün olmayan can kayıplarına yol açan Gölcük Depremi sonrasında mevcut yapı stoklarının durumu sorgulanarak, binaların depreme karşı dayanıklılıklarının tespiti ve gerekli önlemlerin acilen alınması sonucuna varılmıştır.

Bina ve konut türü yapıların güçlendirilmesi konusu ise, özellikle yıkıcı etkilere sahip büyük depremler sonrası en önemli gündem haline gelmekte, çoğu eski

yönetmeliklere tabi olarak inşa edilen, yaşlı binalar için acilen çözüm bulunması gereken bir problem olarak kabul edilmektedir. Konuya olan ilgi ne yazık ki, yaşanan depremin felaketinin yaralarının sarılmasıyla popüleritesini kaybetmekte, gündemden düşmektedir.

Binaların acilen güçlendirilmesi konusunda araştırmacıların ve bilim insanlarının çağrılarına rağmen, başta ekonomik, sosyal ve politik nedenler dolayısıyla, kentsel dönüşüm projeleri dışında beklenen ilerleme kaydedilememiştir.

Ülkemizde bulunan bina stokunun büyük bir kısmı, düşük ila orta yükseklikte betonarme yapılardan oluşmaktadır. Bu binaların yaklaşık %50'sinin 2000 yılından önce inşa edildiği ve bu nedenle 1998 ve sonraki yıllarda oluşturulan yönetmeliklere uygun olmadığı tahmin edilmektedir. Bu durum bahse konu binaların depreme karşı dayanıklılığı konusunda şüphe oluşturmaktadır. Geçmiş yıllarda yaşanan deprem olayları bu şüphelerde ne kadar haklı olunduğunu kanıtlar niteliktedir (Küçükaslan ve Altan, 2021; Yakut ve Binici, 2023).

Tarih boyunca çok sayıda önemli depremin yaşandığı, bir deprem kuşağında yer alan bu coğrafyada bulunan eğitim tesislerinin (okul binaları) birincil kullanıcıları, geleceğimizin teminatı olan genç bireyler ve çocuklar olduğu düşünüldüğünde, bu binaların sismik olaylar karşısında yapısal bütünlüğünün sağlanması ve olası can kayıplarının önlenmesi büyük önem taşımaktadır.

Bir binanın güçlendirilmesi veya yıkılıp yeniden inşa edilmesi arasındaki seçim yapısal, işlevsel, ekonomik, çevresel, sosyal, kültürel ve diğer hususları kapsayan çeşitli faktörlerden etkilenir. Hâlihazırda var olan binaların yıkılarak yeniden yapılması özellikle son yıllarda artan kentsel dönüşüm faaliyetleri ile birlikte hız kazanmış ve inşaat sektöründeki en önemli faaliyetlerden biri haline gelmiştir. Ancak bir binanın yıkılıp yeniden yapılması kararı, bu konu üzerinde yeterli araştırma yapılarak ve tüm alternatiflerin değerlendirilerek verilmesi gereken önemli bir karardır. Bu kararın verilebilmesi için ise yıkım ve yeniden yapıma ilişkin, özellikle maliyet açısından pek çok bilgiye ihtiyaç vardır (Yılmaz, 2017).

Mevcut bir yapının deprem güvenliğinin değerlendirilmesi ihtiyacı, dolayısıyla güçlendirme veya yıkım kararının verilebilmesi için aşağıdaki koşulların bir veya birkaçının ortaya çıkmasına bağlıdır.

- Kullanılan yapının kullanım amacının değişmesi durumu.
- Kullanılan yapı mevcut yönetmeliklerdeki koşulları sağlamıyorsa.
- Yapıda kullanılan beton dayanımı ile ilgili bir kuşku belirmişe.
- Donatının yetersiz olduğu kuşkusunun belirmesi.
- Binaya yeni kat eklenmesi veya çok sayıda taşıyıcı olmayan bölme duvar yapılması durumunda.
- Bina yeterli yanal rijitliğe sahip değilse.

Yukarıda belirtilen şartların bir veya birkaçı oluştuğunda söz konusu binanın deprem güvenliğinin belirlenmesine gereksinim duyulmaktadır.

Ülkemizde depremle ilgili mevzuatlar, yaşanan deprem olayları, ilgili alanlardaki bilimsel araştırmalardan elde edilen bilgiler ve teknolojideki gelişmeler dikkate alınarak zaman zaman güncellenebilmektedir.

Depremden hasar gören yapıların varlığından bahsedilen ilk yapı yönetmeliği 1949 yılında "Türkiye Yer Sarsıntısı Bölgeleri Yapı Yönetmeliği" ismiyle çıkarılmıştır. Devam eden süreçte 1968, 1975 ve 1998 yılında "Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik" adı altında kanuni düzenlemeler yapılmıştır. En kapsamlı düzenlemelerden bir olan ve 2007 yılında çıkarılan Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Yönetmelik (TDY-2007) dir. Bu yönetmelikle mevcut betonarme binalarda lineer olmayan hesap yöntemi ve performans analizi kavramları yönetmeliğe eklenerek yeni bir bakış açısı kazandırılmıştır. Son olarak ülkemizde, yeniden yapılacak, değiştirilecek, büyütülecek resmi ve özel tüm binaların ve bina türü yapıların tamamının veya bölümlerinin deprem etkisi altında tasarımı ve yapımı ile mevcut binaların deprem etkisi altındaki performanslarının değerlendirilmesi ve güçlendirilmesi için gerekli kuralları ve minimum koşulların belirlenmesi amacını taşıyan Türkiye Binaları Deprem Yönetmeliği (TBDY-2018), 1 Ocak 2019 itibariyle yürürlüğe girmiştir (Afzali, 2018).

Mevcut binaların değerlendirilmesi ve güçlendirilmesine dair konular bu yönetmeliğin 15. Bölümünde yer alan "Deprem Etkisi Altında Mevcut Bina Sistemlerinin Değerlendirilmesi ve Güçlendirme Tasarımı İçin Özel Kurallar" başlığı altında ayrıntılı olarak yer almaktadır (TBDY-2018).

Mevcut bir binanın yönetmelik hükümleri çerçevesinde deprem güvenliğinin belirlenmesi işleminin ardından, ilgili yapı/binaya ait bir görüş ve karar oluşturulması gerekmektedir. Karar aşağıda verilen seçeneklerden biri olabilir.

- Yeterli yapı güvenliği vardır, onarım ve/veya güçlendirmeye gerek yoktur.
- Yapı, kullanım sınırlandırılarak, hiçbir müdahale yapılmadan kullanılabilir.
- Onarım/güçlendirme ile bina gereken yapı güvenliğine kavuşturulabilir.
- Onarım/güçlendirme ekonomik ve pratik açıdan geçerli bir çözüm değildir, yapının tümü veya bir bölümü yıkılmalıdır.

Mevcut bir yapı için; “yapı güvenliği yeterli düzeydedir, onarım ve/veya güçlendirme gerekmez” kararı , her ne kadar ilk bakışta kolay alınabilecek bir karar olarak görünse de yapının mevcut durumunun uzman bir ekip tarafından değerlendirilmesi sonucunda, tüm şüphelerin ortadan kalkmasına ve tam anlamıyla güvenilir bir yapı olduğu kanaatine varılmasındaki zorluk, bu kararın alınmasını güçleştirmektedir. Kullanımın sınırlandırılarak hiçbir müdahale yapılmaması çokta sık karşılaşılan bir durum değildir. Bina sahipleri veya kullanıcılar tarafından da kabul edilen bir çözüm değildir. Çünkü bu durum çoğu zaman binanın depreme karşı yapı güvenliğinin tam olarak sağlanmadığı anlamına gelecek ve binanın adı bu süreçten sonra “çürük bina” olarak ifade edilecektir. Geriye kalan iki seçenekte yapının güvenliğinin yeterli düzeyde olmadığı, onarım/güçlendirme veya yıkım kararı ile karşı karşıya kalınacaktır. Karar genellikle ekonomik bir değerlendirme sonucuna göre alınmaktadır. Mevcut durumu belirlenen binanın özel şahıslar mülkiyetinde olması durumunda son karar mülk sahipleri tarafından alınmaktadır. Malikler arasında herhangi bir anlaşmazlık çıkması durumunda da karar; Medeni Kanun, Kat Mülkiyeti Kanunu ve 6306 Sayılı Afet Riski Altındaki Alanların Dönüştürülmesi Hakkında Kanun çerçevesinde değerlendirilerek yetkili mahkeme tarafından verilebilmektedir (Tankut vd. 2008; 6306 Sayılı Afet Riski Altındaki Alanların Dönüştürülmesi Hakkında Kanun; 2012; Ekinci, 2018).

Ancak söz konusu kararın kamu binaları için nasıl alınması gerektiği hususu, duruma ve değişken birçok parametreyle yakından ilişkilidir. Yukarıda da belirtildiği üzere onarım/güçlendirme veya yıkım kararı verilmesi gereken kamu binası için genellikle hazırlanan güçlendirme projesi kapsamında hesaplanan maliyetin, söz

konusu binanın yeniden yapım maliyetine oranlanması sonucu ortaya çıkan değerin 0,40'tan (%40) düşük veya yüksek çıkmasına göre değerlendirme yapılmaktadır. Belirtilen %40 değeri genel bir teamül olarak kullanılmakla birlikte, karara ilişkin ekonomik değerlendirme yapılması, durum hakkında fayda-maliyet analizlerinin yapılabilirdiği daha kapsamlı bir değerlendirmeye ihtiyaç vardır.

Özellikle kamu binaları için gerçekleştirilecek güçlendirme ve yapım işleri kapsamında, bahse konu karar (güçlendirme veya yıkım) için, T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı tarafından tavsiye niteliğinde olan ve bina güçlendirme maliyetinin, bina yıkım ve yeniden yapım maliyetleri toplamına oranlanmasıyla elde edilen değer dikkate alınmaktadır. Ancak tavsiye edilen %40'lık bu oranın hangi faktörlerden etkilenebileceği ve neden %40 olduğuna dair resmi bir bilgi mevcut değildir Yılmaz, 2017.

Özetlemek gerekirse; yapının güçlendirilmesiyle elde edilecek faydaya değer bir külfet söz konusu ise güçlendirme yapılmalıdır. Aksi taktirde güçlendirme gereksizdir. Bu değerlendirmeyi yapabilmek şüphesiz kolay bir şey değildir.

Onarım görmüş bir bina için güçlendirme veya yıkım kararı alınırken, ekonomik açıdan değerlendirmenin yanı sıra bazı önemli kriterlerinde göz önüne alınması gerekmektedir. Yapının servis ömrünün tamamlayıp tamamlamadığı, çevresel şartlar, teknolojik olanaklar ve yıkılıp yeniden yapım gibi durumlar nedeniyle binayı güçlendirmenin ekonomik olarak uygun olmadığı durumlarda da güçlendirme seçeneği tercih edilebilmektedir (Küçükaslan, ve Altan, 2021).

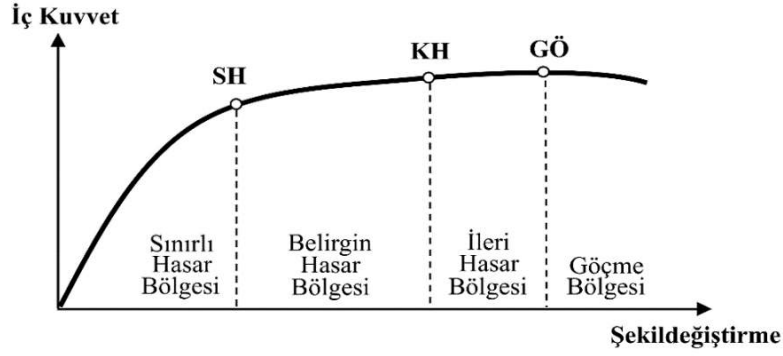
Araştırmaya konu binalar için alınacak güçlendirme veya yıkım-yeniden inşa kararı için güçlendirme maliyeti ve yeniden yapım maliyeti şüphesiz çok önemli parametrelerdir. Bununla beraber güçlendirme faaliyetleri süresince katlanılması gereken maliyetler, binanın fiziksel ömrü, ekonomik ömrü, binanın sunulan hizmete uygunluk düzeyi, çevresel faktörler vb. birçok farklı gösterge de etkilidir. Ülkemizde bu alanda yapılan akademik çalışma sayısı oldukça sınırlıdır.

Yakın tarihimiz de gerçekleşen 17 Ağustos 1999 depreminde can kaybı sayısı 17.479 kişi, yaralı sayısı 43.953 kişi, depremin gerçekleştiği tarih itibariyle adı Bayındırlık ve İskân Bakanlığı Afet İşleri Genel Müdürlüğü Kriz Yönetim Merkezinin verilerine göre ağır hasarlı 66.441 konut ve 10.901 işyeri, orta hasarlı 67.242 konut ve 9.927 işyeri, hafif hasarlı 80.160 konut ve 9.712 işyerinin olduğu tespit edilmiştir.

Yaşanan deprem sonucunda ortaya çıkan hasarın o dönemdeki Gayrisafi Milli Hâsıla (GSMH) içindeki payı yaklaşık %35 olduğu, ülke ekonomisine yüklediği maliyetin ise 8-13 milyar \$ arasında gerçekleştiği tahmin edilmiştir (Elibol, 2001). 23 Ekim 2011 tarihinde meydana gelen Van-Erciş ve 9 Kasım 2011 tarihinde meydana gelen Van-Edremit merkezli depremlerde ise can kaybı sayısı 644 kişi, yaralı sayısı 1966 olarak kaydedilmiştir (URL-5).

Ülkemizde özellikle 1999 yılında meydana gelen yıkıcı depremlerden sonra mevcut binaların sismik güvenliğinin belirlenmesi ve güçlendirilmesine yönelik çalışmalara başlatılmıştır. 1998 Deprem Yönetmeliği'nin revize edilmesi ile 2007 yılında Resmî Gazete'de yayınlanarak yürürlüğe giren Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Yönetmelik kapsamında Bölüm 7'de verilen 'Mevcut Binaların Değerlendirilmesi ve Güçlendirilmesi' başlığı altında belirli kurallar getirilmiştir. Bu konudaki yönetmelik çalışmaları son güncel haline 2019 yılında yürürlüğe giren Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği (TBDY-2018) ile ulaşılmıştır. Bu yönetmelikte Bölüm-15 "Deprem Etkisi Altında Mevcut Bina Sistemlerinin Değerlendirilmesi ve Güçlendirme Tasarımı İçin Özel Kurallar" başlığı altında yer almıştır. Bu bölüm, mevcut ve güçlendirme gereksinimi duyulan tüm binaların deprem etkisi altındaki davranışları ve nihayetinde performanslarının değerlendirilmesinde uygulanacak hesap kurallarını açıklar. Deprem performansı yetersiz olan güçlendirilmesine karar verilen binalar içinde yine tasarım ilkeleri de ayrıntılı şekilde açıklar.

TBDY 2018'e göre, sünek elemanlar için kesit düzeyinde üç ayrı hasar durumu ve karşılık gelen hasar sınırları belirlenmiştir. Bu hasar durumları Sınırlı Hasar (SH), Kontrollü Hasar (KH) ve Çökme Öncesi Hasar (GÖ) olarak kategorize edilmiştir. Buna göre belirtilen kesit için Sınırlı Hasar, kısıtlı bir elastik olmayan davranış düzeyini belirtir. Kontrollü Hasar, kesit mukavemetine güvenli bir şekilde ulaşılan, elastik olmayan davranışı belirtir. Göçme Öncesi Hasar, kesitin ileri düzeyde elastik olmayan davranış tutumunun belirtildiği performans düzeyleridir. Kritik kesitler için hasar sınırları ve hesaplama bölgelerine ilişkin alanlar Şekil 5 de verilen hasar sınırları ve hasar bölgeleri grafiğinde gösterilmektedir. (TBDY, 2018; Erdel, B., 2019).



Şekil 5. Hasar Sınırları ve Hasar Bölgeleri.

Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı (AFAD) tarafından hazırlanan Ulusal Deprem Stratejisi ve Eylem Planı (UDSEP 2023) öncelikli olarak okullar ve hastaneler olmak üzere, mevcut binaların deprem risk sınıflandırılması yapılarak, binaların depreme dayanıklı hale getirilmesi çalışmalarını kapsamaktadır. Ulusal Deprem Stratejisi ve Eylem Planı insanların yoğun olarak bulunduğu yapı önem katsayısı yüksek olan hastane, okul vb. yapıların mevcut durum performanslarının belirlenmesi ve yetersizlik durumunda ise güçlendirilmesi için öncelik verilmesi gerektiği belirtilmiştir. Böylece depremlerin neden olabileceği fiziksel, ekonomik, sosyal, çevresel ve politik zarar ve kayıpları önlemek veya etkilerini azaltarak, depreme dirençli, güvenli, hazırlıklı ve sürdürülebilir yeni yaşam çevrelerinin oluşturulması hedeflenmektedir (T.C. Başbakanlık Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı (2013).

Çevre Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı tarafından yürütülen “Kamu Binalarında Sismik Dayanıklılık ve Enerji Verimliliği Projesi” başlıklı çalışma, Türkiye'deki mevcut kamu binalarının afet dayanıklılığını ve enerji verimliliğini artırmayı amaçlamaktadır. Ayrıca, ülke çapında dayanıklı ve sürdürülebilir kamu binalarının inşası, finansmanı ve yürütülmesi için gerekli politika çerçevesini ve kurumsal yetenekleri artırmayı hedefler. Bu proje, özellikle sismik olaylara karşı hassas olan ve düşük enerji verimliliği gösteren 2007'den önce inşa edilen yüksek öğretim kurumları, yurtlar, sosyal hizmet tesisleri, hastaneler ve kamu idari binalarında deprem güçlendirme ve enerji verimliliği iyileştirmelerini kolaylaştıracaktır. Özünde, proje ulusal güvenlik ve kalkınma öncelikleriyle uyumludur ve “Deprem Dayanıklılığı ve Enerji Verimliliği ”ne odaklanmaktadır. Depreme eğilimli bölgelerde kamu güvenliğini artırma, güvenilir bir enerji tedariki sağlama, kamu yapılarında enerji verimliliğini artırma ve sürdürülebilir ekonomik büyümeyi teşvik etme gibi girişimleri

kapsar. (T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı Kamu Binalarında Sismik Dayanıklılık ve Enerji Verimliliği Projesi KADEV- 2021).

2.2. Kamu Binaları

Kamu binaları, hizmetle ilgili işlevleri yerine getirmek için devlet kurumları tarafından kurulan tesisler olarak nitelendirilmektedir.

Ülkemiz topraklarının önemli bir kısmı deprem riski altındadır. Bu alanlardaki mevcut betonarme binaların sismik güvenliğinin değerlendirilmesi ve gerekli görülenlerin yıkılması veya güçlendirilmesine ilişkin kararların alınması öncelikli konulardan biridir.

Türkiye Cumhuriyeti Strateji ve Bütçe Başkanlığı tarafından hazırlanan On İkinci Kalkınma Planı'nda, eğitim ve sağlık başta olmak üzere kamu hizmetlerinin sunulduğu yapıların afet ve olağanüstü durumlara karşı hazır hale getirilmesi amacıyla bahse konu binaların güçlendirilmesine öncelik verilerek, olası bir deprem sonrasında can ve mal kaybının en az seviyede tutulabilmesi hedeflenmiştir (Cumhurbaşkanlığı Strateji ve Bütçe Başkanlığı, On İkinci Kalkınma Planı (2024-2028)).

Ülkemizde hazineye kayıtlı 159.430 adet kamu binası bulunmakta olup, toplam alanı 1.013.922.329 metrekaredir. Kamu binaları için, değerlendirilecek çok sayıda yapı ve bunları kullanan kişi sayısı, değerlendirme için bu binalara öncelik verilmesinin önemini vurgulamaktadır. Bahse konu kamu binalarının olası bir depremi hasarsız veya çok az hasarlı olarak atlatarak, depremden hemen sonrada bölge insanı için acil barınma ve yardım organizasyonları için koordinasyon merkezi olarak kullanılma durumu göz ardı edilemez. Ayrıca kamu binaları arasında okullar ve hastaneler değerlendirme için en önde gelen binalar olarak görülmelidir (Çatakçı, 2018; Gündoğay, 2017).

Bina türü yapılar arasında, kamuya hizmet veren binalar statik ve mimari tasarımları açısından farklılıklar gösterir. Kamu yapıları, en başta binanın ömrü boyunca değişen ihtiyaçlara cevap verebilecek, çeşitli kullanım modellerini ve işlevleri de barındıracak şekilde tasarlanmaktadır (URL-1). Bahse konu binalar iç mekân kullanımında esneklik ve uyarlanabilirlik esasına bağlı olarak;

- İhtiyaç duyulduğunda mekân boyutu ve fonksiyonunun kolay değişmesi için özel çözümler üretilebilmeli,
- Mekanik ve elektrik tesisat projelendirme safhasında değişebilecek mekân senaryoları göz önünde bulundurulmalı,
- Değişebilecek iç mekân senaryoları göz önünde bulundurularak bina cephelerindeki şeffaf ve sağır yüzeylerin buna uygun tasarlanması esastır.
- İyi planlama yapılmayan kamu binaları zaman içerisinde hedeflenen hizmeti yerine getirmede zorlanır ve yeni çözümler için yeni kaynak harcanarak ihtiyaçlar karşılanmaya çalışılır.

Kamu yapıları, 10 Şubat 2006 tarihli ve 26307 sayılı Resmî Gazete'de yayımlanan Kamu İdarelerine Ait Taşınmazların Tapuya Kayıtlarına İlişkin Yönetmelik hükümleri uyarınca aşağıdaki şekilde sınıflandırmıştır (URL-2).

- İdare Binaları (Hizmet Binaları)
- Eğitim ve Öğretim Amaçlı Bina ve Tesisler
- Sağlık Hizmeti Amaçlı Bina ve Tesisler
- Sosyal ve Kültürel Amaçlı Bina ve Tesisler
- Spor Amaçlı Bina ve Tesisler
- Turizm ve Dinlenme Amaçlı Bina ve Tesisler
- Konutlar
- Tutukevi, Cezaevi ve İslahevleri
- Ticari Amaçlı Bina ve Tesisler
- Depolama Amaçlı Binalar
- Tarihi ve Sanatsal Yapılar
- Sanayi ve Üretim Amaçlı Bina ve Tesisler

Kamu binalarının deprem etkilerine karşı güçlendirilmesi, olası bir depremi minimum can kaybı ve hasar ile atlatılmasına yönelik birçok kamu projesi de yürütülmektedir. Çevre Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı tarafından yürütülen Kamu Binalarında Deprem Dayanımı ve Enerji Verimliliği (KADEV) projesi de

bunlardan biridir. KADEV Projesi, 2007'den önce inşa edilen yüksek deprem riski ve düşük enerji verimliliği ile karakterize edilen kamu binalarından, yüksek öğrenim binaları, yurtlar, sosyal hizmet sağlayıcıları, hastaneler vb. deprem dayanıklılığını ve enerji verimliliğini artırmayı amaçlayan müdahaleleri destekleme amacını taşımaktadır (URL-3). Bu amaçla;

- Deprem alanlarında kamu güvenliğinin artırılması,
- Güvenilir enerji arzının sağlanması,
- Kamu binalarında enerji verimliliğinin iyileştirilmesi,
- Sürdürülebilir ekonomik kalkınmanın teşvik edilmesi
- Ekonomik rekabetçiliğin desteklenmesi hedeflenmektedir.

2.2.1. Kamu Binalarında Bakım-Onarım

Mevcut kamu binalarının bakım-onarım faaliyetleri; “bunların ekonomik ömürlerini ve değerlerini arttırmaya yönelik olmayan yenileme amaçlı bakım onarımlar dışında kalan ve doğrudan işletmeye yönelik düzenli olarak yapılması gereken bakım onarımlar” ile sınırlandırılmıştır (Yılmaz vd. 2016).

Mevcut Kamu yapılarının bakım–onarım planlaması o yapıyı kullanan kamu kurum/kuruluşu tarafından yapılacak bakım- onarım talebi üzerine uzman teknik personel tarafından yerinde yapılacak inceleme sonrası onarım vb. ihtiyacı tespit edilir. Bu doğrultuda hazırlanan teknik rapor ve ödeme planlamasına esas keşif hazırlanarak, mevzuat dahilinde sıralı işlemlere devam edilir.

Kamuya ait binalar afet ve deprem gibi durumlarda acil toplanma, barınma ve hizmet koordinasyon binaları olarak kullanımının sağlanması gerekmektedir. Bu binaların planlama ve tasarımında, özellikle afet olasılığının yüksek olduğu düşünülen bölgelerde, bina ve tesislerin tasarım ve yapım aşaması da dahil olmak üzere, bireylerin güvenliğini sağlamak için gerekli önlemlerin alınması esastır. Doğal afetlerin (deprem, sel, yangın vb.) ardından faaliyetlerine devam etmesi gereken başta sağlık, eğitim, barınma, güvenlik vb. yapılar bu tür olayların etkilerine karşı dayanıklı hale getirilmelidir.

2.2.2. Kamu Binalarında Enerji Verimliliği

Enerjiye duyulan ihtiyaç, ulusların gelişmesi, büyümesi ve hızlı ilerlemesine bağlı olarak sürekli olarak artmaktadır. Dünya genelinde enerji kullanımındaki önemli artış ve artan talebi karşılamada karşılaşılan engeller, sürdürülebilir enerji politikalarına acil ihtiyaç olduğunu vurgulamıştır. Sonuç olarak, birçok ülke binalarda enerji tüketimini düşürmeyi amaçlayan düzenlemeler yürürlüğe koymakta ve enerji verimliliğine bağlı "sürdürülebilir kalkınma" ilkesi hedefini ön plana çıkarmaktadır. Sürdürülebilir kalkınmanın sağlanması için mevcut bina performanslarının güçlendirilmesi kritik bir öneme sahiptir (Iwaro ve Mwasha, 2010).

Enerji verimliliği çalışmaları kapsamında kamusal binalar, kamusal hizmetlerin devamlılığını sağlamadaki rolü ve enerji iyileştirme çalışmalarındaki liderlik misyonu nedeniyle mevcut yapı stoku içerisinde öne çıkmaktadır. Mevcut binalar içerisinde kamuya ait binaların, enerji verimli yapılar olarak yeniden donatılması, toplumsal refaha katkıda bulunmada önemli bir rol oynar. Bahse konu kamu yapıları arasında, eğitim-öğretim binaları temel misyonları ve sayısal üstünlükleri nedeniyle özel bir öneme sahiptir (Sever, 2024).

Binalarda enerji verimliliği çalışmalarının amacı, konfordan ödün vermeden enerji tüketimini düşürmek ve daha sürdürülebilir yapıların geliştirilmesini teşvik etmektir. Bu kapsamda hem yeni bina projelerinde, hem de mevcut binaların yenilenmesi kapsamında enerji talebini azaltmaya ve kalan enerji ihtiyaçlarını ağırlıklı olarak yenilenebilir enerji kaynakları aracılığıyla karşılamaya odaklanır ve böylece enerji verimliliğini artırır (Economidou, 2015).

Mevcut binalar enerji performansı açısından büyük ölçüde verimsizdir. Çeşitli çalışmalar, güçlendirilmesinin, özellikle elektrik tüketimi açısından %50-75 oranında enerji tasarrufu sağlayabileceğini ortaya koymuştur (Huang vd., 2012).

2.3. Okul Binaları (Temel Eğitim Kurumları)

Okul; çevre, fiziksel altyapı, öğrenciler, eğitimciler, yöneticiler ve velilerin de içinde bulunduğu fertlerin yanı sıra, ülkelerin de geleceğinin imarının gerçekleştiği, son derece önemli amaçlara hizmet eder. Ailede başlayan fiziksel, psikolojik ve sosyal gelişim süreci, okul ortamında daha da ilerler. Bu yapılar öğrenci gelişimi için fırsatlar

sağlarken, bir topluluk duygusunu besler ve iş birliğini teşvik eder. Okul içinde oluşan topluluk, kişiler arası ilişkiler, çalışma planları, programlar ve günlük aktiviteler tarafından şekillendirilen karmaşık bir yapıdadır (Kirkeby 2002).

Bir okul tesisinin mimari tasarımı, fiziksel çevrenin belirli yönleriyle birlikte, öğrenci davranışını ve öğrenme sonuçlarını önemli ölçüde etkiler. Okul binası inşa etmek, bir ofis binası inşa etmekten belirgin şekilde farklıdır. Eğitim binaları pratik kullanımı destekler nitelikte işlevsel, hem de maliyet açısından beklentileri karşılayacak şekilde tasarlanmalı ve aynı zamanda öğrenciler arasında bir öz değer duygusu geliştirmelidir. Ayrıca okul binaları tasarımı, toplumun eğitime verdiği değer bir yansıması olarak kabul edilmektedir (Young vd., 2003).

Okullar, bireylerin gelişimini etkileyen temel bilgi ve becerilerin kazandırıldığı ortamlar olarak hizmet vermektedir. Toplumsal, kültürel, teknolojik ve ekonomik ilerlemelerin benimsenmesini ve aktarılmasını kolaylaştırırken, toplumsal düzen ve sorumluluk duygusunu da geliştirirler.

Eğitim tesislerinin öğrenci gelişimi üzerindeki önemli etkisi herkes tarafından kabul edilmektedir. En son teknolojilerle donatılmış çağdaş ve işlevsel eğitim yapıları, gelişen eğitim ortamına entegre edilerek planlanmalıdır.

Ülkemizde temel eğitim düzeyinde gerçekleşen eğitim-öğretim faaliyetleri Millî Eğitim Bakanlığı'na bağlı olarak anaokulu, ilkokul, ortaokul ve lise binalarında gerçekleştirilmektedir. Millî Eğitim istatistikleri 2023-2024 verilerine göre toplam 75 bin 467 okulda, 18 milyon 710 bin 265 öğrencimizin örgün eğitim aldığı belirtilmektedir (Millî Eğitim İstatistikleri 2023-2024).

Bakanlığa bağlı resmi ve özel statüdeki bu okul binalarının inşa, yapım, onarımları ile yenilenmesiyle ilgili faaliyetler yürürlükteki kanun, yönetmelik ve genelgelere tabi olarak gerçekleştirilmektedir. T.C. Millî Eğitim Bakanlığı İnşaat ve Emlak Dairesi Başkanlığı tarafından 2013 yılında hazırlanıp, 2015'te revize edilerek yayımlanan Eğitim Yapıları Asgari Tasarım Standartları 2015 Kılavuzu'nda, yeniden inşa edilecek veya yenilenen eğitim tesislerinin çağdaş beklenti ve ihtiyaçlara uygun olarak tasarlanması gerektiği belirtilmektedir (EYATSK-2015).

Millî Eğitim Bakanlığı tarafından yayımlanan Eğitim Yapıları İçin Asgari Tasarım Kılavuzu'nda; *“Bir yapının tadilatı yapılırken öncelikle deprem güçlendirme ihtiyacına bakılacak, varsa deprem güçlendirme projesi çizilecektir. Mimari tadilat*

projesi hazırlanırken asgari tasarım kılavuzunda belirtilen tüm standartlara uyulacaktır” ifadesi yer almaktadır.

Tüm resmi, tüzel ve hayırseverler tarafından hazırlanarak gerçekleştirilecek bu tesislerin eğitim teknolojisindeki gelişmelere uyum sağlaması, güncel yönetmeliklere uygun olması, bölgesel ve sahaya özgü koşullara uygun olması gerekmektedir. Amaç bu yapıların güvenli, ekonomik, estetik ve herkes için erişilebilir olmasını ve böylece kaliteli eğitim ortamlarının sağlanmasına katkıda bulunmaktır (EYATSK-2015).

15-20 yıl önceki ihtiyaç, yönetmelik ve tasarım kriterlerine göre yapılmış okul binaları, bugünkü ihtiyaçları karşılamakta yetersiz kalabilmektedir. Eğitim yapıları hızla değişen teknoloji ve ihtiyaçlara göre zaman içinde değişime uğramıştır. Eğitim tesisleri, öğrenmeyi kolaylaştıran ortamlar sağlamalı, her alanda işlevsel olmalı, esnek ve değişikliklere uyurlanabilir şekilde tasarlanması gerekmektedir.

Okul binalarıyla ilgili dikkate alınması gereken özelliklerden bazıları aşağıda sıralanmıştır (Yılmaz, 2009; Cash, 1993; Earthman, 2004; Bowers vd. 1988; Chan, 1979; Maxwell, 1999).

- Eğitim yapıları, her bakımdan sağlıklı bir ortam olmalı ve dış etkenlere karşı gerekli tedbirlerle koruma altına alınmalıdır. Bu tedbirler başta güvenlik olmak üzere eğitim-öğretimi aksatabilecek her türlü fiziksel koşulları kapsar. Yetersiz ısıtma, havalandırma sorunları, aşırı gürültü, nem ve hava kirliliği gibi zararlı faktörler sıralanabilir.

- Eğitim binaları, uygulanacak eğitim hizmeti ve eğitim programlarının hedefleri, öğrencilere kazandırılması amaçlanan yeterlilikleri kazandırmaya ve bu konuda yapılacak düzenlemelere uygun olmalıdır.

- Okul bina ve eklentileri içinde ve çevresinde etkili iletişim ve ulaşım olanaklarıyla erişilebilir olmalıdır.

- Binanın inşasında seçilen malzemeler, iklim ve coğrafi koşullara uygun olmalı; ayrıca tamamlanan yapı, uzun süre dayanacak kadar sağlam ve dayanıklı olmalıdır. Deprem, sel, çığ, heyelan, yangın, vb. doğa olaylarından zarar görmesini önlemek için gerekli tedbirler alınmalıdır.

- Eğitim binaları, sağlık ve güvenlik yönetmeliklerine uyularak öğrencilerin kullanım kolaylığını kolaylaştırmak amacıyla ergonomik ilkelerle tasarlanmalıdır. Ayrıca tahliye yolları, yangın çıkışları ve barınaklar gibi özellikleri birleştirerek hem mal hem de can güvenliğinin korunmasına öncelik vermeli ve böylece acil durumlarda etkili güvenlik önlemlerinin uygulanmasını sağlamalıdır.

Eğitim binalarının gerektiğinde genişletilme ve ek binaların yapılmasına olanak verecek bahçe vb. koşullar dikkate alınarak tasarlanması esastır. Eğitim sisteminin sık değişikliğe uğradığı gelişmekte olan ülkelerde esnek eğitim yapılarının tasarlanmasında büyük yararlar vardır. Bunun yanında bina fiziksel konforla ilgili iç ve dış havanın kalitesi, termal koşullar, aydınlatma ve akustik dahil olmak üzere ilgili unsurlar öğrenci performansıyla ilişkilendirildiği birçok çalışmaya rastlamak mümkündür. Ayrıca binanın yaşı, modern tesislerin varlığı ya da yokluğu ve çevrenin genel estetik izlenimi gibi faktörler de öğrenci başarısıyla ilişkilendirilen diğer faktörlerdendir. Okul altyapısındaki yetersiz bakım ve eksikliklerin etkisi öğrencilerin ve öğretmenlerin motivasyon, davranış ve performansını da etkilemektedir.

Bir öğretim sürecinin başarıya ulaşması için etkili bir öğrenme ortamı yaratmak esastır. Eğitim ve öğrenmenin çeşitli bileşenlerini kapsayan bu uzmanlaşmış alanlar, öğrencilerin öğrenme aktivitelerini kolaylaştıran koşullarla uyumlu olacak şekilde tasarlanmalıdır (Türe ve Karaküçük, 2011; Uludağ ve Odacı, 2002).

2.3.1. Okul Binaları Güçlendirme Gereksinimi

Binaların doğal afetlere karşı dayanıklılığını artırmak ve bu tür olaylar sırasında kullanıcıların, özellikle öğrencilerin güvenliğini sağlamak amacıyla tasarlanması ve inşa edilmesi, sürdürülebilir tasarımın temel bir yönünü temsil eder (Kayıhan, 2006).

Millî Eğitim Bakanlığı tarafından yapılan bilgilendirmelerde eğitim altyapısının iyileştirilmesine yönelik çalışmaların bakım, onarım, güçlendirme ve yeni inşaat faaliyetlerini kapsayan sistematik bir şekilde devam edeceği belirtilmiştir.

Bina tasarımında referans alınan yönetmeliklerde -TBDY-2018- eğitim tesislerinin konut yapılarına kıyasla daha sıkı güvenlik standartlarına uyması zorunluluğu vardır. Bu zorunluluk, öncelikle deprem sırasında okul binalarının çökmesi olasılığından kaynaklanan önemli can kaybı riskini azaltma ihtiyacından ve

bu binaların bu tür afet olayları sonrasında geçici barınak görevi görebilmesinden kaynaklanmaktadır (Orak ve Celep, 2017).



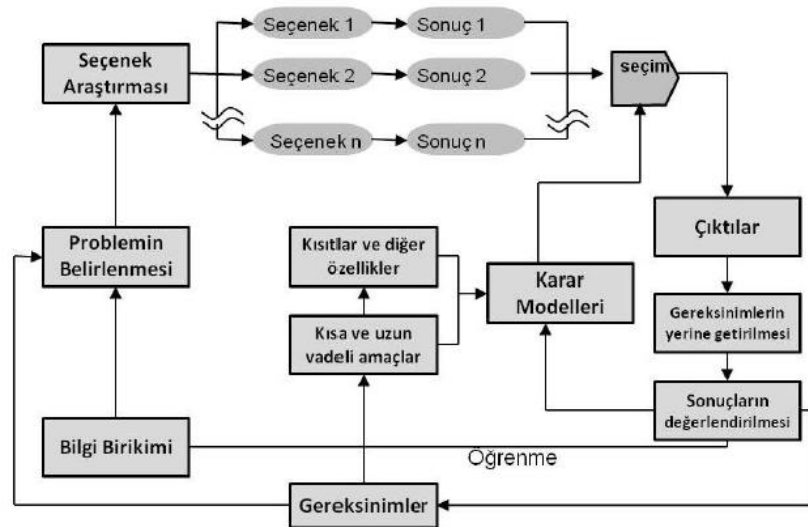
3. KARAR VERME KAVRAMI VE KARAR TEORİSİ

Karmaşık sorunların çözüme kavuşturulmasında, problemin çok boyutlu olarak incelenerek analiz edilmesi, bilimsel ve özellikle matematiksel yöntemler kullanılarak, sistematik olarak çözümleme süreci yöneylem araştırması olarak nitelendirilir.

Çalışmamın bu bölümünde kavramsal açıdan karar verme süreci ve araştırmaya konu modelin temelini oluşturan, belli değerlendirme kriterleri yardımıyla, karar verici tarafından seçilmiş karar alternatiflerinin birlikte değerlendirilmesine imkân veren metodolojiler açıklanmıştır.

Karar verme, mevcut tüm alternatifler arasından amaç veya amaçlara en uygun ve mümkün olan bir veya birkaçını seçme sürecidir. Özellikle son yıllarda yapılan bilimsel çalışmalar, karmaşık ve belirsiz bir karar ortamında karar verme zorunluluğu ile karşılaşan karar vericinin, bilgisini ve tecrübesini sistematik bir şekilde değerlendirerek, iyi bir çözüme nasıl erişilebileceğine ilişkin yaklaşımlar getirmiştir.

Bu nedenle de karar vericinin yapması gereken, amaç ya da amaçlarını gerçekleştirecek çeşitli alternatifler arasından belirlediği kriterlere göre bir değerlendirme yapmak ve birini seçmektir. Başka bir ifade ile karar verme, belli bir problemle ilgili gereksinimler doğrultusunda, amaçlar ve kısıtların göz önüne alınarak alternatifler üzerinden seçim yapma süreci olarak tanımlanır. Probleme özgü gereksinimler yerine getirilirken, bilgi birikimi açısından yeni kararların alınmasında da kullanılmaktadır (Şekil 6). (Timor, 2011; Esen, 1988; Harputlugil, 2005).



Şekil 6. Karar verme süreci.

Karar probleminin doğası gereği mevcut belirsizlikler dikkate alınmalıdır. Çoklu mühendislik karar problemlerinde belirsizlikler vardır ve karar vermeyi zorlaştırır.

Karar analizi gereksiniminden söz edebilmek için aşağıdaki koşulların ortaya çıkmasıyla beklenir.

- Karar verici bir problem olduğunun farkındadır.
- Problemi çözmek için bir sorumluluk veya baskı söz konusudur.
- Birden fazla uygun seçenek vardır.
- Tercih edilebilir seçenekler arasında bir belirsizlik vardır

Karar vericinin bu koşullar altında mevcut seçenekleri sadece geleneksel yöntemlerle incelemesi kararlarını önemli ölçüde sınırlandırmasına neden olacaktır. (Aladağ, 2011).

Deprem öncesi mevcut binaların güçlendirilmesiyle ilgili karar verme doğası gereği multidisipliner bir iştir ve ihtiyaç duyulan veriler oldukça yoğun çabalar sonucu çok çeşitli kaynaklardan toplanır. Mevcut bir binanın sismik güçlendirmesine ilişkin kararlar, bina ve bina kullanıcılarına ait mühendislik, ekonomik ve sosyal birçok özelliğin detaylı analiz edilmesiyle verilebilir.

Çalışmada güçlendirme gereksinimi bulunan binalar için verilecek güçlendirme veya yıkım-yeniden inşa kararında etkili parametrelerin önem ağırlıkları çok kriterli karar verme yöntemlerinden biri olan Analitik Hiyerarşi Süreci (AHP-Analytic Hierarchy Process) yöntemi yardımıyla hesaplanarak, karar modeline yardımcı bir mekanizma oluşturulacaktır.

3.1. Çok Kriterli Karar Verme

Çok kriterli karar analizleri, birçok yönden bağlamsal değerlendirmenin gerekli olduğu, karmaşık karar verme süreçlerinin desteklenmesi ve çözümü için sıklıkla kullanılmaktadır. İlk olarak 1970’li yıllarda kullanılmaya başlanan çok kriterli karar verme (ÇKKV) yaklaşımı başlangıçta yöneylem araştırmalarında ve karar teorisi alanlarında kullanılmakla beraber sonraki yıllarda farklı birçok alanda kullanımı yaygınlaşmıştır. Farklı araştırmacılar tarafından, çok kriterli karar verme (ÇKKV), çok

kriterli karar alma (Multicriteria Decision Making - MCDM) veya çok kriterli karar verme desteği (Multicriteria Decision Aid - MCDA) vb. olarak da adlandırılan bu yaklaşım, genel olarak karar verme yaklaşımında birden çok bakış açısını dikkate alarak, problemin çözümü için karar vericiye yardımcı olacak sistematik organizasyonun oluşturulmasını sağlar (Kılıç, 2006).

Çok kriterli karar verme yöntemleri ölçülebilen (sayısal) veya ölçülemeyen (sayısal olmayan) faktörlerin bir arada değerlendirilebileceği analitik yöntemlerdendir. Genel olarak karar vericilerin çeşitli seçenekler arasından seçim yapmasına yardımcı olmak için sayısal teknikler kullanır. Bu, alternatiflerin belirli kriterler üzerindeki etkisine, yani karar vericiye genel faydaya dayalı olarak gerçekleştirilir.

ÇKKV yaklaşımı, birden fazla seçenek için, birbirleriyle çelişen, karmaşık ve bütünüyle anlaşılması zor konuların sistematik bir şekilde sentezlenerek analiz edilmesine imkân sağlayarak, karar vericilerin karar verme konusunda, kendilerini rahat ve güvende hissetmelerini destekleyerek, karar sonrası olası pişmanlığın sınırlı düzeyde kalmasını da desteklemektedir (Belton ve Stewart, 2012; Çiftçi, 2014).

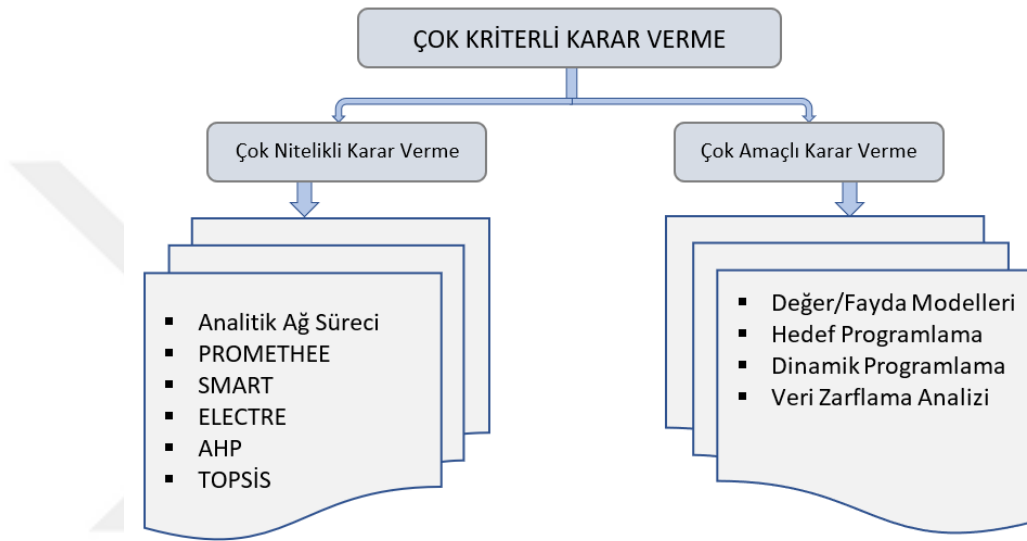
Çok Kriterli Karar Verme (ÇKKV) yöntemleri çoğu bilimsel, ekonomik ve endüstriyel alanda yaygın olarak kullanılmaktadır. Literatürde çok kriterli karar analizleri için çeşitli yöntemler önerilmiş ve çok çeşitli alanlarda uygulanmıştır (Tablo 1). Bahse konu yöntemler bir dizi uygun şekilde seçilmiş değerlendirme kriterleri çerçevesinde alternatif çözüm önerileri arasından bir karar verme probleminin karşılaştırmalı çözümünü mümkün kılar. Çok kriterli karar verme (ÇKKV) yöntemleri, bir karar alınırken veya karar verme sürecinde birden fazla kriterin dikkate alındığı yöntemlerden olup, günümüzün rekabetçi dünyasında karmaşık ve çok yönlü sorunları etkili ve sistematik bir şekilde çözmek için kullanılırlar (Durak, 2024). Karar probleminde, karar vericinin birden çok alternatif arasından, karara etki eden ve birbiriyle çelişen kriterleri de göz önünde bulundurarak yapmış olduğu seçim işlemidir. Çok Kriterli Karar Verme (ÇKKV) sürecine dair işlem basamakları aşağıdaki şekilde sıralanabilir (Ballı, 2005).

- Problemin tanımlanarak, çözüme dair etkili kriter ve alt kriterler (varsa) ile alternatiflerin belirlenmesi,

- Kriter ve alt kriterlerin önem derecelerinin belirlenmesi,

- Çözümeye yönelik tanımlı kriterler önem ağırlıklarının değerlendirilerek, alternatiflerin sıralanması,

ÇKKV yöntemlerinin kullanımı özellikle bilgisayar kullanımı ve programlama tekniklerinin gelişimine paralel olarak büyük bir artış göstermektedir. ÇKKV yöntemleri kendi aralarında Çok Amaçlı Karar Verme (ÇAKV) ve Çok nitelikli Karar Verme (ÇNKV) olarak sınıflandırılmışlardır. En çok kullanılan bazı ÇKKV yöntemleri Şekil 7’de gösterilmiştir.



Şekil 7. Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri

Çok Nitelikli Karar Verme (ÇNKV) (Multi-Attribute Decision Making), karar problemlerinin en etkili şekilde çözülmesi amacıyla oluşturulmuş bir teoridir (Qin, 2023). Probleme ilişkin birden fazla kriteri dikkate alarak, hiyerarşik bir düzen içerisinde, önceden belirlenmiş alternatifleri değerlendirerek, tercih kararları alma süreci olarak tanımlanır. Karar probleminin sistematığı için gerekli kriter ve alt kriterler (varsa) çoğu zaman farklı öneme sahiptirler. Bu durum belirli bir karar verme probleminde mevcut alternatiflerin daha objektif bir şekilde değerlendirilmesini mümkün kılar. ÇNKV, modern karar biliminin önemli bir parçasıdır ve son yıllarda giderek daha fazla ilgi görmektedir. Özellikle mühendislik, teknoloji, ekonomi, yönetim ve askeriye gibi birçok alanda yaygın olarak kullanılmaktadır (Tzeng vd. 2011; Qin, 2023; Lu vd. 2007; Ersöz vd., 2010).

Çok Nitelikli Karar Verme (ÇNKKV) yöntemleri önceden belirlenmiş ölçütlerin (kriter ve alt kriterlerin) önem ağırlıklarına ait bir değerlendirme sistemine bağlı olarak alternatiflerin seçimine imkân sağlarken, Çok Amaçlı Karar Verme (ÇAKV) yöntemleri birbiriyle çelişen amaçların ve aynı anda modelin tümünü kapsayan bir optimizasyonun yardımıyla ideal çözüme ulaştırır (Zhou, 2006).

Çok Amaçlı Karar Verme (ÇAKV) (Multi-Objective Decision Making), çok sayıda kriteri (değerlendirme faktörleri) ve alternatifleri (seçim noktaları) bir araya getirerek eş zamanlı olarak çözebilen bir yapıya sahiptir. Eğer problem, alternatiflerin değerlendirilmesine ve bir dizi niteliğe puan atayarak en iyisinin seçilmesine dayanıyorsa, ÇAKV problemi olarak nitelendirilir. Çok amaçlı bir karar verme problemleri, birbiriyle çelişen hedeflere dayalı en iyi alternatifin seçilmesiyle ilgilidir (Butler. 2001, Güngör, 2013). Birbiriyle çelişen bu amaçlardan birine ulaşabilmek için, diğerlerinden fedakârlık yapmak gerekir. Örneğin bir üretim sürecine dayalı problem için, karı maksimum yapabilmek, müşteri memnuniyetini artırmak, maliyeti minimize etmek, ürün çeşitliliğini artırmak vb. amaçların birbiriyle çeliştiği görülür, dolayısıyla tümünü gerçekleştirmek imkansızdır. Böyle bir durum için ÇAKV yaklaşımı yardımıyla, amaca yönelik alternatifleri olabildiğince tatmin edebilecek bir çözümü sunar (Atlas, 2000).

Deprem etkisindeki yapılarla ilgili literatürde (ÇKKV) tekniklerinin kullanıldığı birçok araştırmaya rastlamak mümkündür. Ancak, ağırlıklı olarak güçlendirme yönteminin seçimine dair çalışmaların bulunduğu görülmüştür.

Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri birden fazla niteliksel ve niceliksel kriter veya hedefleri barındıran kararlar söz konusu olduğu karar problemlerinde, karar vericinin daha doğru ve isabetli kararlar almasına destek olmak amacıyla tasarlanmıştır. Literatürden edinilen verilere göre, ÇKKV yöntemleri sosyal bilimlerden mühendislik bilimlerine kadar karar verme süreçlerini içeren tüm sektörlerde kullanılmaktadır. Sıklıkla kullanılan ve etkin sonuçlar elde edilmesini sağlayan ÇKKV yöntemleri AHP, TOPSİS, ELECTRE, PROMETHEE, VIKOR, MORA Olarak sıralanabilir (Harputlugil, 2012; Dalbudak, 2022; Azhar vd. 2021). Bu yöntemlerden birkaçı aşağıda kısaca açıklanmıştır.

3.2. Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri

3.2.1. Analitik Hiyerarşi Prosesi Yöntemi-AHP

Analitik Hiyerarşi Prosesi (AHP) ilk olarak 1968 yılında Myers ve Alpert ikilisi tarafından ortaya konulmuştur. Yöntemin teorisinin oluşturularak, karmaşık karar problemlerinin çözümünde kullanılabilir hale getirilmesi 1977 yılında Thomas L. Saaty tarafından gerçekleştirilmiştir

AHP, amaç, hedefler (kriterler), alt amaçlar ve alternatifler arasındaki ilişkiyi temsil ederek karmaşık bir problemi hiyerarşik bir yapıda modelleyerek karar vericinin veri, deneyim, anlayış ve sezgilerini doğru ve mantıklı bir şekilde uygulamasını sağlar. (Yaralıoğlu, 2001; Saaty, 1987). AHP yönteminin uygulanması ve kullanımıyla ilgili literatürde var olan çalışmalardan, tekniğin karar alma sürecinde yardımcı bir araç olarak çok kullanışlı ve yararlı bir yöntem olduğu kaydedilmektedir.

Çok Kriterli Karar Verme (ÇKKV) yöntemlerinden biri olan Analitik Hiyerarşi Prosesi (AHP)'in problemlerin çözümüne yönelik uygulama adımları birçok kaynakta detaylı şekilde açıklanmıştır. Temel olarak karar verme sürecindeki işlem adımları aşağıda sıralandığı gibidir.

- Karar probleminin tanımlanarak, karar vericinin ulaşmak istediği hedef belirlenir.
- Çözüme dair etkili kriterler ve alt kriterler belirlenir.
- Çözüme yönelik karar alternatifler belirlenir.
- Hiyerarşik yapı içerisinde tanımlı kriter ve alt kriterler arasında ikili karşılaştırmalar yapılır.
- Kriter ve alt kriterlere dair önem ağırlıkları hesaplanır.
- Karar matrisi yardımıyla alternatiflere yönelik skor sayı puanlar belirlenir.
- Çözüme dair belirlenen alternatifler arasından en yüksek değere sahip alternatif seçilir.

Bu çalışma için kullanılacak ÇKKV yönteminin seçiminde, karar elemanlarının (amaç, kriterler, alt kriterler, alternatifler) sistematik olarak

düzenlenebildiği, nicel veya nitel verilerin birlikte değerlendirilmesine imkan sağlayarak, hiyerarşik bir sistem içerisinde karmaşık problemlere göreceli uygun çözümler sunabilen özellikte olması nedeniyle Analitik Hiyerarşi Prosesi (AHP) metodu seçilmiş olup, yöntemin adımları ve işlem basamakları Bölüm 4.8.1 de ayrıntılı bir şekilde açıklanmıştır.

3.2.2. TOPSİS Yöntemi

TOPSIS yöntemi ((Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution)) ilk olarak 1981 yılında Hwang ve Yoon tarafından önerilmiştir. TOPSIS, sonlu alternatiflere sahip çok nitelikli karar vermede karşılaşılan problemleri çözmek için etkili bir yöntemdir. Bu yöntemin prensibi karar problemlerinde her alternatifin ideal çözüme ve negatif ideal çözüme olan uzaklığı hesaplanarak alternatifleri sınıflandırmak ve böylece optimum alternatifi belirlemektir (Hwang ve Yoon, 1981).

TOPSIS yöntemi, hesaplamanın basit olması, anlaşılmasının kolay olması ve diğer yöntemlerin entegrasyonu açısından sağladığı avantajlar nedeniyle günümüzde çeşitli alanlarda sıklıkla kullanılmaktadır (Behzadian vd., 2012; Zavadskas vd., 2016).

Farklı sektörlerde uygulamaları bulunan TOPSIS yönteminin temel avantajı, hem pozitif (en iyi) ideal çözümü hem de negatif (en kötü) ideal çözümü aynı anda sunabilmesidir. Alternatiflerin değerlendirilmesi ve kriterlerin önemlerine göre ağırlıklarının, ağırlıklı ortalama veya eşit oranlı olarak belirlenmesi sürecindeki öznellik bu yöntemin dezavantajları arasında sayılmaktadır. TOPSIS yönteminin aşamaları şu şekilde sıralanabilir (Monjezi vd., 2010; Oğuz, M. A., 2018).

- Amaçlar ve değerlendirme kriterlerinin belirlenmesi,
- Karar matrisinin oluşturulması,
- Normalize işlemi ve normalize karar matrisinin oluşturulması,
- Ağırlıklı normalleştirilmiş karar matrisinin oluşturulması,
- Pozitif ideal (A^+) ve negatif ideal (A^-) çözümlerinin oluşturulması:
- Ayırım ölçülerinin hesaplanması,
- İdeal çözüme göreli yakınlığın hesaplanması,

- Alternatiflerin ideal çözüme göreceli yakınlık değerlerine göre sıralanarak, seçim yapılması,

3.2.3. ELECTRE (Eleme Seçme ve Gerçek Çözüme Geçiş Yöntemi)

Beneyoun tarafından 1966 yılında tanıtılan ELECTRE yöntemi, çok kriterli bir karar alma yaklaşımıdır. Yöntem, her kriter için bir verimlilik ve önem ölçüsünün oluşturulduğu öncelik veya baskınlık ilkelerine bağlı olarak alternatif karar noktaları arasında ikili üstünlük kıyaslamalarına dayanır (Benayoun, 1966; Evren, 1992).

ELECTRE yönteminin alternatif ÇKKV yöntemlerine kıyasla bazı üstün tarafları vardır. ELECTRE yönteminde, uygulanan kriterlerin önem ağırlıkları düşük sayılırsa, süreç kriter seçimi ve alternatif belirleme aşamalarından sonra, daha az önemli kriterler çıkarılarak çözümlemeye devam edilebilir. ELECTRE yöntemi çeşitli versiyonları kapsar. ELECTRE yönteminin farklı versiyonları tanımlamada benzer görünmektedir ancak çözülen karar problemi türünde farklılık göstermektedir. ELECTRE I'in seçim problemleri için en uygun olduğu, ELECTRE II'nin atama tipi problemler için uygun olduğu ve diğer ELECTRE III yöntemlerinin sıralama problemleri için uygun olduğunu doğrulayan çalışmalar mevcuttur. Aşağıda ELECTRE yönteminin adımları tanımlanmıştır (Yoon,1995., Figueira, 2005).

Aşama: Karar matrisinin oluşturulması,

Aşama: Karar matrisinin normalizasyonu,

Aşama: Normalize karar matrisinin ağırlıklandırılması:

Aşama: Uyum ve uyumsuzluk kümesinin belirlenmesi,

Aşama: Uyum ve uyumsuzluk matrisinin hesaplanması,

Aşama: Toplam matris ağırlığının belirlenmesi,

Aşama: Daha az elverişli alternatifin elenmesi,

3.2.4. DEMATEL Yöntemi

DEMATEL Karar Alma Deneme ve Değerlendirme Laboratuvarı Yöntemi, 1972-1976 yılları arasında Cenevre'deki Battelle Memorial Enstitüsü'ndeki Bilim ve İnsan İlişkileri programı tarafından yaratıldı. Birincil amacı, araştırmada karşılaşılan

karmaşık ve birbirine bağlı sorun kümelerini ele almaktı. DEMATEL'in geliştirilmesi, bilimsel araştırma metodolojilerini etkili bir şekilde kullanma, böylece belirli sorunların anlaşılmasını geliştirme ve hiyerarşik çözümleriyle birlikte birbiriyle ilişkili sorun kümelerinin tanımlanmasına yardımcı olma arzusuyla yönlendirildi. Grafik teorisine dayanan DEMATEL yöntemi, ilgili faktörleri neden ve sonuç gruplarına ayırarak sorunların planlanmasını ve çözülmesini kolaylaştırır ve bu da nedensel ilişkilerinin daha derin bir şekilde anlaşılmasını sağlar (Fontela, 1974; Mulliner vd. 2013).

DEMATEL yönteminin prosedürleri aşağıdaki gibi ifade edilebilir (Uygun vd, 2015)

Adım 1: Doğrudan-ilişki (ortalama) matrisinin bulunması,

Adım 2: Başlangıç doğrudan ilişki matrisinin normalizasyonu,

Adım 3: Toplam ilişki matrisinin elde edilmesi,

Adım 4: Toplam önem ve faktör ilişkisinin hesaplanması,

Adım 5: Bir eşik değere göre kritik faktörlerin ağırlıklarının elde edilmesi.

3.2.5. MOORA Yöntemi

MOORA (Multi-Objective Optimization on Basis of Ratio Analysis) yöntemi ilk olarak 2006 yılında Willem Karel M. Brauers ve Edmundas Kazimieras Zavadskas tarafından ortaya konulmuştur. MOORA yönteminin diğer çok kriterli karar verme tekniklerinden en önemli ve belirgin farkı, belirlenen tüm amaçları göz önünde bulundurarak bu amaçları eş zamanlı olarak değerlendirebilmesidir (Brauers ve Zavadskas, 2010; Ersöz ve Atav 2011).

Çok kriterli veya çok amaçlı optimizasyon olarak da bilinen MOORA yöntemi, oran analizine dayanır. Belirli kısıtlamalara tabi olan iki veya daha fazla çelişkili hedefi aynı anda optimize etmeyi amaçlar. MOORA yöntemi, tedarik zincirindeki karar alma aşamalarında, özellikle karmaşık ve çelişkili alanlarda uygulanır MOORA-Oran yöntemin algoritma adımlarına dair sıralaması aşağıdaki gibidir (Brauers ve Zavadskas, 2006; Chakraborty, 2011).

- Karar Matrisinin Oluşturulması,

- Normalizasyon ve Ağırlıklandırma İşleminin Yapılması,
- Kriterlerin Analizi, Maksimum ve Minimum Sınıflandırmasının Yapılması
- Karar Seçeneklerinin Performanslarının Hesaplanması,
- Sıralama Sonrası en uygun alternatifin seçilmesi,

3.2.6. VİKOR Yöntemi

VIKOR tekniği, ilk olarak Serafim Opricovic tarafından geliştirilerek çok kriterli karar verme problemlerinde kullanılmıştır. Yöntem, ölçülemeyen ve çelişen kriterlere sahip ayrı karar problemlerini çözmek için çok kriterli bir karar verme yöntemi olarak geliştirilmiştir.

Bu yöntem, bir dizi alternatif arasından sıralama ve seçim yapmaya odaklanır ve çelişen kriterlere sahip bir problem için karar vericilerin nihai bir karara varmasına yardımcı olabilecek uzlaşma çözümleri belirler. Uzlaşık olmayan ve uyumsuz kriterler içeren karar verme problemlerini çözmek için bir ÇKKV yöntemi olarak oluşturulmuştur (Opricovic, 1998).

VIKOR yöntemi, çakışan kriterlerin varlığında bir dizi alternatif arasından sıralama ve seçim yapmaya odaklanır. "İdeal" çözüme "yakınlık" özel ölçüsüne dayalı çok kriterli sıralama endeksini tanıtır. Bu yöntem, bir dizi alternatif arasından sıralama ve seçim yapmaya odaklanır ve çelişkili kriterlere sahip bir problem için uzlaşma çözümleri belirler, böylece karar vericilerin nihai bir karara varmasına yardımcı olur (Opricovic ve Tzeng, 2004; Çakır ve Perçin, 2013; Chakraborty, 2011). VIKOR aşağıdaki adımlardan oluşur.

Adım 1: Karar matrisinin alternatifler ve ilgili kriter setleriyle birlikte tanımlanması,

Adım 2: Karar matrisinin normalize edilmesi,

Adım 3: Ağırlıklı standart karar matrisinin yükseltilmesi,

Adım 4: Sırasıyla fayda kriterlerinin ve maliyet kriterlerinin sınıflandırılması,

Adım 5: Katkı endeksinin hesaplanması,

Adım 6: Alternatiflerin sırasının belirlenmesi.

4. ÖNERİLEN DEĞERLENDİRME MODELİ

Bu bölümde önerilen araştırma modeli için, yol, yöntem ve stratejiler detaylı bir şekilde açıklanmıştır. Araştırma konusuna ait iş akış şeması hazırlanarak, değerlendirme modeli bileşenleri, kullanılan yöntem ve analiz teknikleri hakkında bilgilere yer verilmiştir.

Çalışmaya, “deprem performans analizi sonucuna göre güçlendirme gereksinimi olan binalar” için alınacak güçlendirme veya yıkım-yeniden inşa kararında etkili parametrelerin belirlenmesi aşamasıyla başlanmıştır. Hedef binaların kapsam ve sınırları başlangıçta kamuya hizmet veren tüm binalar olarak belirlenmiş ise de, binaların farklı gereksinimlere yönelik olarak inşa edilmiş olmaları (idari hizmet binası, eğitim yapıları, lojman, yurt vb.), amaca dayalı belirlenen temel performans kriterlerinden elde edilecek bilgilerin sağlıklı değerlendirilmesi, açık ve anlaşılır sonuçlara ulaşılabilmesi amacıyla, hedef bina kapsamı daraltılarak, kamuya ait temel eğitim kurumları (okul binaları) araştırmaya konu binalar olarak belirlenmiştir.

Önerilen model, karmaşık bir karar problemini alt bileşenlerine ayırarak çözmeyi amaçlayan bir yaklaşıma dayanmakta olup, çok kriterli karar verme (ÇKKV) yöntemlerinden biri olan AHP (Analitik Hiyerarşi Prosesi) yardımıyla, karar vericilerin öznel ve nesnel görüşlerini beraberce karar sürecine katabilmesine imkân sağlar.

4.1. Modelinin Oluşturulması

Önerilen model, bir değerlendirme ve karar verme modeli olarak sunulmuştur. Tezin teorik çerçevesinin oluşturulmasında, ilgili literatür incelemesi ve konuyla ilgili kamu bina yöneticileriyle yapılan görüşmelere dayalı olarak, temel eğitim kurumları (okul binaları) için “Yapısal/Fiziksel ve Ekonomik parametrelerin yanında, İşlevsel/Mimari (kullanıcı beklentileri) ve Enerji/Çevresel etkileri de hesaba katacak “dinamik bir karar verme modeli” oluşturulması hedeflenmektedir.

Çalışmaya konu edilen okul binaları (temel eğitim kurumları-kamu binaları) için yaşam döngüsü çerçevesinde, malzeme özellikleri, kullanıcı beklentileri, çevre, enerji ve sürdürülebilirlik temel göstergeleri ile bunlara bağlı alt kriterlerin nicel ve nitel performanslarının belirlenmesi amacıyla hiyerarşik bir yapı oluşturulmuştur.

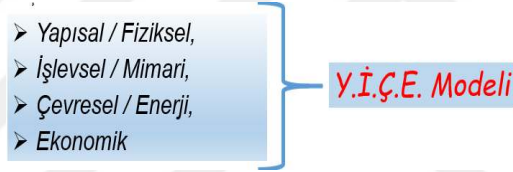
Değerlendirme modeli, güçlendirme gereksinimi olan okul binaları için dört (4) temel performans göstergesine dayalı olarak belirlenen, bina performans (BP) değeri ortaya koymayı amaçlar.

Çalışmada ortaya konan etkili performans göstergeleri, kapsamlı bir literatür taraması ile oluşturulmuş olup, aşağıda sıralanmıştır.

Temel Performans Göstergeleri:

- Yapısal/Fiziksel Performans,
- İşlevsel/Mimari Performans.
- Çevresel/Enerji Performansı.
- Ekonomik Performans.

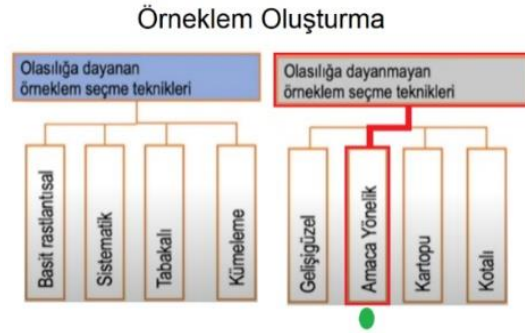
Önerilen değerlendirme modeli, etkili temel performans göstergelerinin baş harflerinden hareketle “Y.İ.Ç.E. Modeli” olarak ifade edilecektir (Şekil-8).



Şekil 8. Önerilen değerlendirme modeli yapısı.

Araştırma probleminin kapsamı olan binalar (temel eğitim kurumları) için alınacak güçlendirme veya yıkım-yeniden inşa kararı, belirlenen temel performans kriterleri ve bağlı alt kriterlerin ikili karşılaştırmalarına dayanmaktadır. Alanında son derece uzman kişilerin katılımıyla gerçekleştirilen anket yardımıyla elde edilen veriler, literatürde sıkça yer alan çok nitelikli karar verme problemlerinde kullanılan istatistik yöntemlerden biri olan Analitik Hiyerarşi Prosesi (AHP) yöntemi yardımıyla, önem ağırlıkları belirlenmiş, karar verme probleminin çözümüne yardımcı olacak değerlendirme modeli elde edilmiştir. Çalışmada uygulanan proseslerin özetlendiği akış şeması Şekil 9’da verilmektedir.

örneklemenin esası, araştırmanın amaçlarına uygun bir evrenden temsilci örnek almak yerine, amaçlı olarak evrenin bir ya da birkaç alt kesimini örnek olarak almaktır. Başka bir ifade ile evrenin soruna en uygun bir kesiminin gözlem konusu yapılması demektir (Sencer, 1989).



Şekil 10. Örnekleme oluşturma teknikleri.

Bir örneklemin seçimi araştırmacının ve dolayısıyla da çalışmanın amaçları hakkındaki bilgilere bağlıysa, olasılık dışı örnekleme (amaçlı örnekleme) olarak sınıflandırılır. Amaçlı örnekleme, katılımcıların öznel kriterlere göre seçildiği örneklemin bir alt kümesi olarak düşünülebilir. Bir grubun veya örneğin temsili olup olmadığını belirlemek için belirli bir yargı veya niyet söz konusu ise, amaçlı örneklemin kullanıldığını gösterilir. Eğer bir örneklemin seçimi, araştırmacının evren ile ilgili kendi bilgilerine veya çalışmanın amacına bağlı ise, bu tür örnekleme olasılıklı olmayan (amaca yönelik) örneklemedir (Marczyk vd., 2005). Araştırmada olasılıklı olmayan örnekleme kullanılacaktır. Konuya ilişkin bütünüyle tanımlanabilecek bir evren bulunmamaktadır.

Bu araştırmada olasılıklı olmayan örnekleme türü kullanılmıştır. Bunun nedenlerinden birisi konuya ilişkin bütünüyle tanımlanabilecek bir evren bulunmamasıdır. Araştırmaya konu edilen binalarla ilgili belirlenmiş temel performans gösterge ve alt kriterlerle ilgili konular hakkında uzman seviyede fikir sahibi olması gerektirdiğinden, amaçlı örnekleme yöntemi izlenerek, örneklem her bir temel performans göstergesi için (yapısal – işlevsel – çevresel – ekonomik) alanında son derece uzman" akademik personelden teşkil edilmiştir.

Belirlenen ana performans göstergelerine bağlı alt kriterlerin kimi ölçülebilen (nicel) değerler alırken, kimi ölçülemeyen (nitel) değerler alabilmektedir. Ağırlıklandırmada kullanılacak her unsur için bir puan (skor) baremi oluşturulacaktır.

4.2. Modelin Bileşenleri

Depreme karşı güçlendirme gereksinimi olan mevcut binalar hakkında alınacak güçlendirme veya yıkılıp yeniden yapılması kararı, birbiriyle çelişen birçok faktöre bağlı olması nedeniyle zor bir karardır. Böylesine önemli bir kararın alınması, ilgili paydaşlarında katılımını gerektiren, mevcut kriterlerin ve alternatiflerin değerlendirilerek uygulanabilir bir karar destek modeliyle gerçekleştirilebilir (Caterino, vd. 2021, Santarsiero vd., 2021).

4.2.1. Okul Binalarında Güçlendirme, Yıkım-Yeniden Yapım Kararı İçin Etkili Temel Performans Göstergeleri ve Bağlı Alt Kriterlerin Tanımlanması:

Hedef binalar için alınacak güçlendirme veya yıkım yeniden inşa karar destek modeli için, araştırmaya konu binaların (temel eğitim kurumları) değerlendirilmesinde etkili olarak görülen tüm kriterler;

- Standart ve Yönetmeliklere,
- Literatür araştırmalarına,
- Akademisyenlere (ilgili alanda),
- Asgari yapım ve tasarım kriterlerine,

- Saha mühendisleri ve uzman kişilerle yapılan mülakatlara dayandırılarak belirlenmiştir (TBDY-2018, EYATSK-2015, TS500-2000, Kamu Binaları Standartları Rehberi, 5627 sayılı EVK, Binalarda Enerji Performansı Yönetmeliği (BEPY)).

222 Sayılı İlk Öğretim ve Eğitim Kanunu yedinci bölüm “Okulların Arsa ve Arazi İşleri” Madde 61’de; Okul binalarının sağlık, eğitim-öğretim ve ulaşım bakımından elverişli bir mahallede olması göz önünde bulundurulur. Meyhane, kahvehane, kıraathane, bar, elektronik oyun merkezleri gibi umuma açık yerler ile açık alkollü içki satılan yerlerin, okul binalarından kapıdan kapıya en az 100 metre uzaklıkta bulunması zorunludur” ifadeleri yer almaktadır. Ayrıca, eğitim kurumlarının kurulması ve kapatılmasına ilişkin ilkeler (Tablo 2) ile Eğitim Yapıları Asgari Tasarım

Standartları Kılavuzu'nda (EYATSK-2015)'da yer alan okul yeri seçimine dair kriterler (Tablo 3) belirtilmiştir.

Tablo 2. Eğitim kurumlarının kurulması ve kapatılmasına ilişkin ilkeler

Sınıflandırma	Açıklama
1	Yüz Ölçümü Büyüklüğü
2	Eğitim
3	Bataklık
4	Dere Yatağı
5	Heyelan
6	Yüksek ve Orta Gerilim Hattı
7	Baz İstasyonu
8	Akarsu, Nehir ve Derelere Olan Uzaklık

Tablo 3. Okul yeri seçimine dair kriterler

Sınıflandırma	Açıklama
1	Fay Hattı
2	Bataklık
3	Taşkın Sahası
4	Toprak Kayması
5	Dere Yatağı
6	Yüksek/Orta Gerilim Hattı
7	Baz İstasyonu
8	Yüksek Yangın Riskli Alan
9	Zemin Dayanımı
10	Toprak Kimyasalındaki Tehlikeli Madde/Atık Miktar
11	Eğim
12	Gürültü
13	Çevresel Olumsuz Faktörler
14	Ana Yollara Olan Uzaklık
15	Toplu Taşıma Güzergahı
16	Çevresindeki Mevcut/Olası Yatırımlar
17	Hakim Rüzgar Yönü
18	Manzara
19	Güneşlenme ve Aydınlanma Miktarı
20	Yerleşim Alanlarına Olan Uzaklık
21	Trafik Yoğunluğu
22	Altyapı Planlaması
23	Yakın ve Orta Vadede Gelişme Potansiyeli Yüksek Bir Bölgede Bulunması

Tez araştırma modelinin çıkış noktası ve amacı, depreme karşı güçlendirme gereksinimi duyulan kamuya ait binalar – Temel Eğitim Kurumları (okul binaları) – için verilecek güçlendirme kararının sadece ekonomik değerlendirmeye dayalı tek bir veriye (Bina güçlendirme maliyeti/Bina yeniden yapım maliyeti oranı=0,40) – bağlı olarak alınmasının makro ölçekte kabul edilebilir olmakla beraber, mikro ölçekte yukarıda bahsi geçen kanun, yönetmelik ve asgari tasarım kriterleriyle birlikte değerlendirildiğinde, Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığınca tavsiye niteliğinde olan bahse konu % 40 oranının isabetli kararlar almakta yetersiz kalacağı düşünülmektedir.

Araştırma modelinin okul binalarında güçlendirme, yıkım-yeniden yapım karar stratejisi için etkili performans göstergeleri ve bağlı alt kriterlerin belirlenmesinde, önerilen değerlendirme yönteminin karakteristiği gereği, nicel veya nitel gösterge olup olmamasına bakılmaksızın ilgili olabilecek tüm kriterler belirlenerek listelenmiştir (Tablo 4). Bahse konu kriterlerin belirlenmesinde, 18 Mart 2018 tarihli Resmi Gazetede yayımlanarak, 1 Ocak 2019 tarihinde yürürlüğe giren Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği (TBDY-2018) ve bu yönetmeliğin 15. Bölümünde yer alan “Deprem Etkisi Altında Mevcut Bina Sistemlerinin Değerlendirilmesi ve Güçlendirme Tasarımı İçin Özel Kurallar” başlığı altında bahsi geçen parametreler ile Milli Eğitim Bakanlığı tarafından 2015 yılında yayınlanan “Eğitim Yapıları Asgari Tasarım Standartları Kılavuzu’nda (EYATSK)” yer alan parametreler dikkate alınarak belirlenmiştir.

Tablo 4. Araştırma kapsamında belirlenen ilgili değerlendirme kriterler

S.N.	Kriter Adı
1	Bina Beton Basınç Dayanımı
2	Bina Donatı Sınıfı
3	Etriye Durumu
4	Donatıda Gözlenen Korozyon Durumu
5	Kat Kolon Alanı Oranı
6	Temel Tipi
7	Zemin Sınıfı
8	Zemin Sıvılaşma Riski
9	Deprem Risk Düzeyi
10	Binanın Dere, Taşkın, Heyelan Yatağında Bulunma Durumu
11	Bina Plan Geometrisi Durumu
12	Taşıyıcı sistem türü
13	Bina Taşıyıcı Sistem Düzensizlik Durumu
14	Kat Sayısı
15	Kat Yüksekliği

16	Bina Taban Alanı
17	Yapı Toplam Alanı
18	Arsa Alanı
19	Deprem Yer Hareket Düzeyi
20	Bina Yaşı
21	Mevcut Durum ve Görünen Kalite
22	Bina Projesine Uygunluk Düzeyi
23	Bina Kapalı Alan Yeterlilik Düzeyi
24	Binanın Evrensel Tasarım İlkeleri ve Engelli Erişimine Uygunluk Düzeyi
25	Binanın Kullanıcı Beklentilerini Karşılama Düzeyi
26	Binanın Muhtemel Afet Sonrası Koordinasyon ve Barınma Amaçlı Kullanılabilirlik Düzeyi
27	Bina Kullanıcı Sayısı
28	Binaya Duyulan İhtiyaç Düzeyi
29	Binanın Sunulan Hizmete Uygunluk Düzeyi
30	Binanın Büyüyebilme Olanakları
31	Bölgede Yaşanan Nüfus Artış Oranı
32	Binanın Tarihi ve Kültürel Değer Taşıma Düzeyi
33	Binanın Konumunun Olumsuz Mekanlara Uzaklık Düzeyi
34	Bina Çevresi Trafik ve Yaya Güvenliği Açısından Düzenlenme Olanakları
35	Enerji Tüketim Düzeyi
36	Bina Yalıtım Düzeyi
37	Bina Isıtma Sistemi verimlilik Düzeyi
38	Bina Enerji İyileştirme Potansiyeli
39	Bina Çevresel Gürültü Düzeyi
40	Bina İç ve Dış Hava Kalitesi Düzeyi
41	Bina Yakın Çevresinde Zararlı Tesis Bulunma Durumu
42	Bina Güçlendirme Maliyeti
43	Bina Yeniden İnşa Maliyeti
44	Bina Yıkım Maliyeti
45	Büyük Bakım Onarım Maliyeti
46	Binanın Mevcut Ekonomik Değeri
47	Ülkede Yaşanan Yıllık Enflasyon Değeri
48	Binanın Bulunduğu Arsanın Ekonomik Değeri

Tez çalışması sürecinde, önerilen değerlendirme modelinin uygulanabilmesi ve bahse konu kriterlerin elde edilebilir, ölçülebilir, sınıflandırılarak önerilen değerlendirme modeli ile kullanılan yöntem (AHP) için uygun parametre olarak kullanılabilme potansiyeline, konuyla ilgili uzman akademisyen hocalarımın önerisi ve kriterin amaç fonksiyonu ilişki seviyesine bağlı olarak belirlenen kriterlerde indirgeme yapılmış olup, araştırma konusu değerlendirme modeli için 4 (dört) temel performans göstergesi altında, toplam 23 (yirmi üç) alt kriter seçilerek, son şekli verilmiştir. (Tablo 5). Kriter sayısındaki azalma, hedef fonksiyonunda ilgili

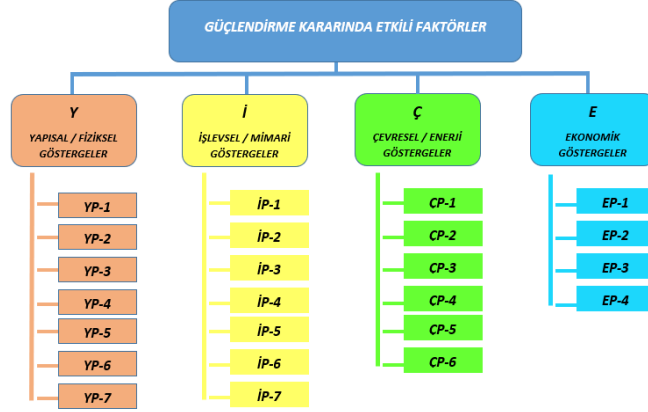
parametrelerin önem ağırlıklarının daha belirgin şekilde ortaya konulması açısından da önemlidir.

Tablo 5 Değerlendirme Modeli Temel Performans ve Alt Kriter Tablosu

Y	YAPISAL/FİZİKSEL PERFORMANS GÖSTERGELERİ	YP-1	Bina Mevcut Beton Basınç Dayanımı
		YP-2	Donatı Tipi, Sınıfı ve Etriye Durumu
		YP-3	Donatıda Gözlenen Korozyon Durumu
		YP-4	Zemin Sıvılaşma Riski
		YP-5	Binanın Dere, Taşkın ve Heyelan Yatağında Bulunma Durumu
		YP-6	Binanın Yaşı (Fiziksel Eskime)
		YP-7	Binada Bulunan Taşıyıcı Sistem Düzensiz durumu
İ	İŞLEVSEL / MİMARİ PERFORMANS GÖSTERGELERİ	İP-1	Binanın Projesine Uygunluk Düzeyi
		İP-2	Bina Kapalı Alan Yeterlilik Düzeyi
		İP-3	Binanın Sunulan Hizmete Uygunluk Düzeyi
		İP-4	Bina Büyüyebilirlik Düzeyi
		İP-5	Binanın Afet Sonrası Kullanılabilirlik Düzeyi
		İP-6	Bina Konum İtibariyle Olumsuz Etki Bulunabilecek Mekanlara Uzaklık Düzeyi
		İP-7	Bina Çevresinin Trafik ve Yaya Güvenliği Açısından Düzenlenebilme Olanağı
Ç	ÇEVRESEL / ENERJİ PERFORMANS GÖSTERGELERİ	ÇP-1	Enerji Kullanım Düzeyi
		ÇP-2	Bina Yalıtım Düzeyi
		ÇP-3	Binanın Enerji İyileşme Potansiyeli
		ÇP-4	Bina Çevresel Gürültü Düzeyi
		ÇP-5	Yakın Çevrede Zararlı Etki Bulunma Düzeyi
E	EKONOMİK PERFORMANS GÖSTERGELERİ	EP-1	Güçlendirme Maliyetinin Yeniden Yapım Maliyetine Oranı
		EP-2	Güçlendirme Kaynaklı Oluşacak Maliyetlerin Yeniden Yapım Maliyetine Oranı
		EP-3	İleriki 10 Yıl için Ön Görülen Büyük Bakım Onarım Maliyetinin, Yeniden Yapım Maliyetine Oranı
		EP-4	Ülkede Yaşanan Yıllık Enflasyon Değeri

Araştırma konusu hedef bina olarak belirlenmiş olan deprem güvenlik performans yetersiz (yapılan performans analizi sonucu güçlendirme gereksinimi bulunan) “temel eğitim kurumları” binaları özelinde belirlenmiştir. Bu temel performans ve bağlı alt kriterler sınıflandırılarak, tez çalışmasına konu edilen ÇKKV tekniklerinden biri olan AHP yöntemi için girdi verileri elde edilecektir. Bahse konu

yöntem için Bölüm 4’de belirtilen işlem adımları yardımıyla kriter ve alt kriterlerin ikili karşılaştırmaları yapılarak, önem ağırlıklarının belirlenmesi amacıyla Şekil 11 de gösterilen hiyerarşik yapı oluşturulmuştur.



Şekil 11. Değerlendirme modeli temel performans kriterleri.

Önerilen değerlendirme modelinde ilgili temel performans göstergesi (ör. Yapısal/Fiziksel) için etkili alt kriterler (ör.Bina Mevcut Beton Basınç Dayanımı) belirlenmiştir. Bu kriterlerin belirlenmesinde, güçlendirme gereksinimi olan temel eğitim kurumları (okul binaları) için verilecek “güçlendirme” ya da “yıkım-yeniden inşa” kararını etkileyebilme potansiyeline sahip olma durumları değerlendirilerek seçilmesi son derece önemlidir.

Araştırmak ve anlamak istediğimiz şeyi ölçmemiz gerekir. Ölçme, anlamaya ve açıklamaya yardımcı olur. Ölçme, araştırılan veya incelenen nesne ve olayların nitelikleri ile ilgili somut veya soyut değişkenler hakkında toplanan verilerin belirli ilkeler yardımıyla sembollere veya sayısal değerlere dönüştürülmesi işlemi olarak tanımlanır (Arıkan, 2018).

Literatürde farklı alanlarda kullanılan ölçüm düzeyleri bulunmakla birlikte, yaygın olarak kullanılan dört ana ölçek düzeyi Tablo 6 da verilmiştir (Alan, S. (2008; Tran vd. 2014).

Tablo 6. Ölçek türleri.

Ölçek Türü	Açıklamalar:
Nominal Ölçek:	Veriler herhangi bir içsel sıraya bağlı olmaksızın yalnızca belirgin kategorilere ayrılabilir.
Sıralı Ölçek:	Veriler kategorilere ayrılabilir ve sıralanabilir ancak aralarındaki mesafe ölçülemez.
Aralık Ölçeği:	Veriler kategorilere ayrılabilir, sıralanabilir ve eşit aralıklarla yerleştirilebilir, böylece değişkenler sıralanabilir ve aralarındaki mesafe ölçülebilir.
Oran Ölçeği:	Veriler kategorilere ayrılabilir, sıralanabilir, eşit aralıklı olabilir ve doğal bir sifıra sahiptir.

Güçlendirme veya Yıkım Yeniden İnşa kararı için önerilen araştırma modeli, dört (4) temel performans göstergesine bağlı toplam yirmi üç (23) alt kriterle nitel veya nicel verilere dayalı bir puanlama sistemi geliştirildi. Puanlama sistemi için sayma tabanlı, ölçüm tabanlı, likert tipi, senaryo tabanlı ve bunların birlikte kullanıldığı karma tabanlı ölçekler kullanılacaktır.

Değerlendirme modeli için belirlenen temel performans göstergeleri ve bağlı alt kriterleri aşağıda açıklanmıştır. Örnek binanın durumun tespitine yönelik, metodolojide belirlenen alt kriterlerin mevcut seviye (skor sayısı) bilgisine gereksinim duyulmaktadır. Araştırma modelinin güçlü yanı olarak öne çıkan ve karar verme yöntemlerinden AHP'nin kullanılmasında etkili faktörlerden biri de alt kriterlerin nicel veya nitel olarak ölçeklendirilebilme, skora ve değerlendirmeye imkân sağlamasıdır. Bu nedenle her bir alt kriter için kendine özgü durum değerlendirmesi yapılarak literatürde kullanılan farklı ölçek türleri yardımıyla skora (puanlama) işlemi gerçekleştirilmiştir. Puanlama işlemi ölçülen değer, sıklık sayısı, ağırlık vb. gibi tek bir özelliğe veya sağlık ve refahın yeterlilik/memnuniyet değerlendirmesi gibi çok boyutlu bir kavramı kapsayan bileşenlere dayalı olarak belirlenebilir (Yıldız, 2018).

Çalışmada kullanılan her bir alt kriterlere ait puanlamaya esas ölçek bilgisi, olası durum senaryoları ve karşılık gelen skor sayı değerlerinin belirlenmesine dair bilgiler, aşağıda yer alan alt kriter açıklaması kapsamında yer alan “Skor Sayı Puan Tespit Kartları”nda sunulmuştur (Şekil 12- 40)

4.3. Yapısal / Fiziksel Performans Göstergeleri (YP)

Betonarme yapılar servis ömürleri boyunca çeşitli etkilere maruz kalmaktadırlar. Mevcut binaların taşıyıcı sistem eleman kapasitelerinin belirlenmesi, dolayısıyla deprem dayanımlarının değerlendirilmesinde kullanılan malzeme, zemin, binanın bulunduğu arsanın fiziksel ve çevre özellikleri, binanın yaşı ve taşıyıcı sistem eleman özellikleri başta olmak üzere çeşitli parametreler etkilidir (TBDY-2018, Planlı alanlar İmar Yönetmeliği, Eğitim Yapıları Asgari Tasarım Standartları Kılavuzu (EYATSK-2015)).

Yaşanan deprem olayları sonrasında binalarda görülen ağır hasar ve göçme nedenlerinin başında beton kalitesinin yetersizliği, düz yüzey donatılarının kullanılması, enine donatıların yeterli aralıklarda ve detayda yerleştirilmemesi, zemin özelliklerinin yeterli analiz edilmemesi, tasarım hataları, uygulama ve işçilik vb. hatalardan kaynaklandığı sonucuna varılmıştır (Demir vd. 2020; AFAD Raporu, 2023).

Mevcut binalar için alınacak güçlendirme veya yıkım yeniden inşa kararı binaya ait yapısal / fiziksel parametrelerle de ilişkilidir. Araştırma kapsamında kullanılacak etkili parametrelerin sınırlandırılması, etki faktörlerinin görece büyüklüklerinin belirlenebilmesinde kolaylık sağlanması amacı ile yedi (7) parametreye indirgenmiştir. Çalışmada kullanılacak Yapısal/Fiziksel Performans göstergeleri sırasıyla aşağıda açıklanmıştır.

4.3.1. Bina Mevcut Beton Basınç Dayanımı (YP-1)

Binaya ait taşıyıcı sistem (kolon, kiriş, betonarme perde vb.) elemanlarında kullanılan betonun üzerine gelen kuvvetlere karşı gösterebildiği maksimum direnç “beton basınç dayanımı” olarak ifade edilir.

Yapıların deprem dayanıklılığını etkileyen çok sayıda faktör vardır. Bunlar arasında beton kalitesi kritik bir belirleyici olarak ön plana çıkmaktadır. Yapının projelendirme safhasında öngörülen beton basınç dayanımından aşağı düşmesi, binaların hasar almasında önemli bir faktördür. Sonuç olarak, beton kalitesi yapıların maruz kaldığı hasarın derecesiyle doğrudan ilişkilendirilebilir (Atımtay, 2000; Celep, 2000)

Ülkemizdeki betonarme yapıların deprem etkileri sonucu ciddi hasar görmesinde veya yıkılmasında en önemli nedenlerin başında yetersiz beton dayanımı gelmektedir. Yaşanan depremler sonrası çoğu eski yapılardan alınan karotlara dayalı belirlenen beton basınç dayanımlarının beklenenin çok altında olduğu görülmektedir. Bu durum ağır sonuçlara (can ve mal kaybı) katlanmayı beraberinde getirir. Yapılan araştırmalar; binaların deprem etkisiyle veya yıkılmasındaki en önemli nedenlerinden biri olarak “sünme” etkisi olduğunu ortaya koymaktadır. Betonarme yapılarda betonun dayanımı çok önemlidir. Bina çok katlı olduğunda bu önem daha da artar, çünkü beklenen yük taşıma kapasitesi daha da kritik hale gelir (Atay, 2010; Çetinkaya, 2003; Pınarbaşı ve Akyüz 2005).

Gösterge Adı:	Bina Mevcut Beton Basınç Dayanımı Değeri
Kısaltılmış Kodu:	YP -1
Açıklaması:	Binaya ait taşıyıcı sistem (kolon, kiriş, betonarme perde vb.) elemanlarında kullanılan betonun üzerine gelen kuvvetlere karşı gösterebildiği maksimum direnç “beton basınç dayanımı” olarak ifade edilir. Referanslar: TBDY-2018, TS-500/2000,
Güçlendirme Kararı İlişkisi Fonksiyonu:	Maksimize Daha büyük Daha ağır Daha fazla ↑ olması daha iyidir.
Gösterge Ölçeklendirme ve Skorlama Bilgisi:	Ölçüm tabanlı değere karşılık gelen doğrusal ölçek kullanılacaktır. Beton Basınç Dayanımı; 1 Mpa – 6 Mpa → “ 1 ” 7 Mpa – 12 Mpa → “ 2 ” 13 Mpa – 18 Mpa → “ 3 ” 19 Mpa – 24 Mpa → “ 4 ” 25 Mpa ve üzeri → “ 5 ”

Şekil 12. YP-1, skor sayı puan tespit kartı

4.3.2. Donatı Tipi, Sınıfı ve Etriye Durumu (YP-2)

Binaya ait taşıyıcı sistem (kolon, kiriş, betonarme perde) elemanlarında kullanılan inşaat demiri için çekme dayanımı değeri ve donatı yüzeyinin düz/nervürlü olup olmaması, etriye sıklaştırması vb. durum olarak tanımlanır.

Yapısal elemanlarda oluşan çekme gerilmelerinin karşılanması ve betonda oluşan çatlaklıkların sınırlandırılması amacı ile çelik çubuklar kullanılmaktadır. Betonarme elemanlarda kullanılan çelik çubukları TS 708’e göre standartlaştırılmış ve donatı sınıfları en küçük akma dayanımlarına göre sırasıyla “S220”, “S420”, “B

420B”, “B 420C”, “B 500A”, “B 500B” ve “B 500C” olarak sınıflandırılmıştır. Kompozit bir yapı malzemesi olan betonarmenin istenilen davranışı gösterebilmesi için beton ile çelik donatı arasında kaymaya (sıyrılma vb. etkiler) karşı oluşan bağ kuvvetine aderans denir. Beton ve donatı arasındaki yapışma mukavemetini artırmak için donatının yüzeyine girintiler eklenir ve nervürlü donatıların üretilmesi sağlanır (Yılmaz, 2016).

Etriye (kesme donatısı) aralıklarının yetersizliği, özellikle kolonlarda veya perde duvar elemanlarda sünek olmayan davranışa ve kesme hasarlarına yol açar. Donatıdaki bindirme boyları ve kanca paylarının yetersizliği, kolonların yükler altında eğilme kapasitelerine ulaşmadan önce hasar görmesine neden olmaktadır (Atay, 2010).

Gösterge Adı:	Donatısı Tipi, Sınıfı ve Etriye Durumu
Kısaltılmış Kodu:	YP-2
Açıklaması:	Binaya ait taşıyıcı sistem (kolon, kiriş, betonarme perde) elemanlarında kullanılan inşaat demiri için çekme dayanımı değeri ve donatı yüzeyinin düz/nervürlü olup olmaması, etriye sıklaştırması vb. durum olarak tanımlanır. Referanslar: TBDY-2018, TS-500/2000,
Güçlendirme Kararı İlişkisi Fonksiyonu:	Proje ve yerinde incelemem sonucu, mevcut durum değerlendirilmesi yapılacaktır.
Gösterge Ölçeklendirme ve Skorlama Bilgisi:	Durum değerlendirme sonucuna göre, senaryo tabanlı ölçeklendirme kullanılacaktır. Donatı ve Etriye Durumu; Donatı durum ve tespitiyle ilgili problemler mevcut → “1” Düz Donatı/S-220/ Etriye Durumu Yetersiz → “2” Düz Donatı/S-220/ Etriye Durumu Yeterli → “3” Nervürlü Donatı/S-420/ Etriye Durumu Yetersiz → “4” Nervürlü Donatı/S-420/ Etriye Durumu Yeterli → “5”

Şekil 13. YP-2, skor sayı puan tespit kartı

4.3.3. Donatıda Gözlenen Korozyon Durumu (YP-3)

Binaya ait taşıyıcı sistem (kolon, kiriş, betonarme perde vb.) elemanlarında kullanılan inşaat demirinde, sıyırma işlemi sonucunda görülen korozyon (paslanma-oksitlenme) düzeyi olarak tamamlanır.

Donatıda görülen korozyon nedeniyle, donatı çapının azalması, aderans kaybı, beton çatlakları ve donatıdan beklenen mekanik özelliklerinde olumsuz yönde değişme meydana gelir.

Betonarme yapılarda donatının korozyonu, zamanla yük taşıyıcı sistemin performansında düşüşe yol açar. Betonarme elemanların beklenen davranışının gerçekleşmesi için beton ile donatı arasındaki bağ özellikle önemlidir. Donatı ile beton arasındaki bağın başlangıçta oluşması ve yapının ömrü boyunca devam etmesi, betonun donatı ile birlikte beklendiği gibi performans göstermesini sağlaması beklenmektedir (Mangat ve Elgarf, 1999; Rodriguez vd. 1997).

Gösterge Adı:	Donatısında Gözlenen Korozyon (paslanma) Durumu
Kısaltılmış Kodu:	YP-3
Açıklaması:	Binaya ait taşıyıcı sistem (kolon, kiriş, betonarme perde vb.) elemanlarında kullanılan inşaat demirinde, sıyırma işlemi sonucunda görülen korozyon (paslanma-oksitletme) düzeyi olarak tamamlanır. Referanslar: TBDY-2018, TS-500/2000,
Güçlendirme Kararı İlişkisi Fonksiyonu:	Mevcut durum tespiti ve değerlendirmesi yapılacaktır.
Gösterge Ölçeklendirme ve Skorlama Bilgisi:	Durum değerlendirme sonucuna göre, senaryo tabanlı ölçeklendirme kullanılacaktır. Donatı Korozyon Durumu; Donatıda Korozyon Yoğun Şekilde VAR → "1" Donatıda Korozyon Kısmen VAR → "3" Donatıda Korozyon YOK → "5"

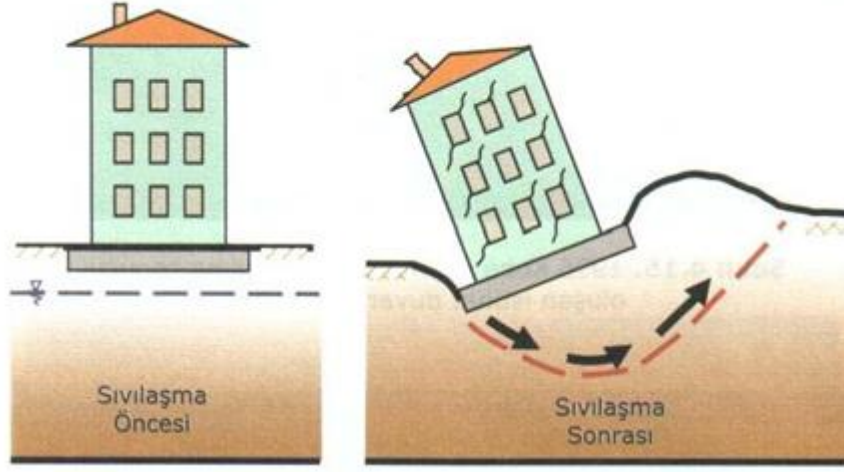
Şekil 14. YP-3, skor sayı puan tespit kartı

4.3.4. Zemin Sıvılaşma Riski (YP-4)

Binanın bulunduğu yerel zemin, depremin oluşturduğu dalgaların etkisi ile gevşemiş ve suya doymun hale gelerek taşıma kapasitesinin zayıflaması durumu "sıvılaşma" olarak açıklanır (Uyanık, 2002).

Zemin sıvılaşması, belirli bir bileşimle karakterize edilen ve sismik titreşimlere maruz kalan zeminlerde, "sıvılaşma" olarak adlandırılan bir durum meydana gelebilir. Bu durum genellikle benzer tane boyutlarına sahip suyla doymun zeminlerde görülür. Genellikle sismik olaylar sırasında yaygın bir şekilde meydana gelebilen bu durum, özellikle nehir yataklarına ve kıyı bölgelere yakın alanlarda görülür. Yerkürede meydana gelen sismik hareketler neticesinde yeraltı su seviyesini yükselttikçe, ince taneli zemin yapıları suya doymun hale gelir. Sismik aktivite sırasında zeminde oluşan

kayma gerilmeleri zeminin sıvı gibi davranmasına neden olabilir. Sonuç olarak, zemin taşıma kapasitesini kaybeder ve bu da yapının ağırlığının yeterince desteklenememesine yol açar (Halis, 2019).



Şekil 15. Taşıma gücü kaybı yenilme şekli.

Sıvılaşma, zemin taşıma kapasitesinin azalmasına ve temel yapısı içinde önemli bir oturmaya neden olur. Bu durum üst yapıda potansiyel hasara neden olur. Geçmişte yaşanan deprem felaketleri, binaların sıvılaşmanın bir sonucu olarak ağır hasar alabileceğini göstermiştir. Örneğin, 1999 Marmara depremi sırasında, sıvılaşmanın etkileri çeşitli yapıların hasar görmesine neden olmuştur. Sıvılaşma veya benzeri faktörlerden kaynaklanan zeminin taşıma kapasitesindeki azalma, tüm yapının dikey olarak çökmesine de yol açabilir. Ayrıca zemin katmanlarında ve yapısal tasarımda düzensizlikleri bulunmasına bağlı olarak, devrilme momentleri etkisiyle yapının katı bir kütle olarak devrilmesine neden olabilir (Alpaslan, 2013; Mollamahmutoğlu ve Babuçcu, 2006)

Gösterge Adı:	Zemin Sıvılaşma Riski
Kısaltılmış Kodu:	YP-4
Açıklaması:	Binanın bulunduğu yerel zemin, depremin oluşturduğu dalgaların etkisi ile gevşemiş ve suya doygun hale gelerek taşıma kapasitesinin zayıflaması durumu "sıvılaşma" olarak açıklanır. Referanslar: TBDY-2018,
Güçlendirme Kararı İlişkisi Fonksiyonu:	Mevcut durum tespiti ve değerlendirmesi yapılacaktır.
Gösterge Ölçeklendirme ve Skorlama Bilgisi:	Durum değerlendirme sonucuna göre, senaryo tabanlı ölçeklendirme kullanılacaktır. Zemin Sıvılaşma Riski; Sıvılaşma Riski VAR → "1 " Sıvılaşma Riski Kısmen VAR → "3 " Sıvılaşma Riski YOK → "5 "

Şekil 16. YP-4, skor sayı puan tespit kartı

4.3.5. Binanın Dere, Taşkın ve Heyelan Yatağında Bulunma Durumu (YP-5)

Binanın inşa edildiği bölgede depremden önce veya depremle birlikte tetiklenebilecek taşkın ve heyelan risk düzeyi olarak tanımlanır. Risk düzeyinin belirlenmesinde resmi kurum raporları ve bölgede yapılan çalışmalar kaynak alınır.

Ülkemiz, jeolojik ve coğrafi özellikleri ve iklim koşulları nedeniyle afetlerden en çok etkilenen ülkeler arasında yer almaktadır. Her yıl depremler, seller, heyelanlar ve orman yangınları gibi çok sayıda felaketle karşılaşmaktayız. Bu afetleri yönetmenin temel yaklaşımı, tehlikeleri ve riskleri tanımayı ve uygun karşı önlemleri uygulamayı içerir. Güvenli yaşam ortamları oluşturmak ve "Afetlere Dayanıklı Toplum" hedefine doğru ilerlemek, bu afetlerle ilişkili potansiyel riskleri azaltmak için esastır (İRAP. 2020).

Taşkınların önlenmesi ve etkilerinin azaltılması için doğal bitki örtüsünün, özellikle ormanların korunmasına öncelik verilmesi zorunludur. Dere yataklarına kurulan yerleşim yerleri, sel bölgelerinin dışına çıkartılmalıdır. Yapı stokunun niteliği belirlenerek, olası risklerin tanımlanması can güvenliği açısından güçlendirme çalışmalarının yapılmasını sağlayabilecektir (Baran ve Kahraman, 2023).

Gösterge Adı:	Binanın Dere, Taşkın ve Heyelan Yatağında Bulunma Durumu
Kısaltılmış Kodu:	YP-5
Açıklaması:	Binanın inşa edildiği bölgede depremde önce veya depremle birlikte tetiklenebilecek taşkın ve heyelan risk düzeyi olarak tanımlanır. Risk düzeyinin belirlenmesinde resmi kurum raporları ve bölgede yapılan çalışmalar kaynak alınır. Referanslar: TBDY-2018, P.A.İ.Y., EYATSK-2015
Güçlendirme Kararı İlişkisi Fonksiyonu:	Mevcut durum tespiti ve değerlendirme sonucu "VAR" veya "YOK" seçenekleriyle tanımlanacaktır.
Gösterge Ölçeklendirme ve Skorlama Bilgisi:	Durum değerlendirme sonucuna göre, senaryo tabanlı ölçeklendirme kullanılacaktır. Binanın Dere, Taşkın veya Heyelan yatağında bulunma durumu, bu seçeneklerden herhangi birinin bulunması halinde "VAR", aksi taktirde "YOK" olarak kategorize edilecektir. Dere, Taşkın veya Heyelan yatağında bulunma durumu "VAR" ise → "1" Dere, Taşkın veya Heyelan yatağında bulunma durumu "YOK" ise → "5"

Şekil 17. YP-5, skor sayı puan tespit kartı

4.3.6. Binanın Yaşı (Fiziksel Eskime) (YP-6)

Binanın inşa edildiği tarihten itibaren geçen süreyi ifade eder. Binanın inşa edildiği yıl, binaya ait inşaat ruhsatı ve yapı kullanma izin belgesi gibi resmî belgelerden tespit edilir.

Dünya üzerindeki tüm canlı ve cansız varlıklar belirli bir yaşam süresine sahiptir; benzer şekilde mimari yapılar da bir varoluş ve kullanım süresine sahiptir. Zamanla, bu yapılar artık orijinal amaçlarını yerine getiremeyebilir ve fiziksel bütünlükleri bozulabilir. Bir binanın uzun süreli kullanımı uygun uyum sağlama ve bakım çabalarını gerektirir. Yapılarda zaman içerisinde fiziksel, kimyasal etkenler veya atmosferik değişimler nedeniyle bir malzemenin veya yapının özelliklerinde meydana gelen bozulma yaşlanma olarak tanımlanmaktadır (Hasol, 1998).

Eğitim binalarındaki yaşlanma iki ayrı türe ayrılabilir: fiziksel (yapısal) yaşlanma ve işlevsel (işletimsel) yaşlanma. Fiziksel eskime, hem iç hem de dış faktörlerden etkilenen bina bileşenlerinin ve sistemlerinin zaman içinde ölçülebilir düşüşü ile karakterize edilir. Bu faktörler hava kirliliği, sıcaklık dalgalanmaları, rüzgâr, nem, yağış ve kullanımdan kaynaklanan aşınma ve yıpranma gibi doğal olayları kapsar. Buna karşılık, 'işlevsel eskime', kullanıcılarının değişen ihtiyaçlarını

ve geçerli konfor standartlarını karşılayamayan bir binanın yaşlanmasını ifade eder (Çetin, 1993; Sarp, 2007; Atasoy, 1973).

Binanın yaşı arttıkça, binayı oluşturan yapı elemanlarının yıpranma, eskime ve yorulma performanslarında genel bir azalma kabulü vardır. Diğer taraftan, binanın bu genel yorulma performansı, mekânsal niteliklere yansıma düzeyi (%) ile kullanıcının algıladığı yorulma performans düzeyleri (%) arasında farklılıklar söz konusudur .

Bina yaşı ile malzemenin yorulma performansı arasındaki ilişki;

$$\text{Binanın Yaşı :BY} = 100 / (e - 1) \times (e^t - 1),$$

Yorulma Performansı : YP=100- BY denklemi esasına dayanmaktadır (Ekinci, 2013).

Binanın hizmet ömrü boyunca değerini toplumun yeni, modası geçmemiş, daha verimli tesis istekleri belirlemektedir. Ayrıca binanın fiziksel bozulması ile estetik ve işlevsel eskimesi değer kaybına sebep olmaktadır. Fiziksel olarak ömrünü sürdüren bir binanın eskimesi arsa değerinin bina değerini aşmasıyla başlamaktadır.

Binanın fiziksel dayanıklılığı seçilen taşıyıcı sisteme bağlı olarak en az 50 yıl olmaktadır. Yeni bina yaşam döngüsü süresince eskime ve bozulmalara maruz kalmaktadır. Fiziksel olarak yaşamını sürdüren binada süreç içerisinde bozulma ve eskimeler sonucu bina değeri ve yıkım maliyeti, arsa değerini aşmasıyla binanın modası geçmektedir. Bu durumda fiziksel olarak yaşam döngüsünü tamamlamamış olan binada, işlevsel ve estetik yenilenmelerin yapılamaması neticesinde yıkım gerçekleşmekte ve arsa yeni bina ile değerlendirilmektedir (Flager, 2003).

En az 50 yıllık bir hizmet ömrüne sahip olan geleneksel tasarıma sahip bir binada işletim ve kullanım sürecindeki harcamalar ilk maliyetin üzerinde olmaktadır. Binanın katmanlarını içeren mekân organizasyonu, servis ve yapı kabuğu süreç içerisinde birden fazla değişime uğramaktadır. Değişimler, bina katmanlarının tasarım sürecine etkisinin önemini ortaya koymaktadır (Duffy,1990).

Gösterge Adı:	Binanın Yaşı (Fiziksel Eskime)
Kısaltılmış Kodu:	YP -6
Açıklaması:	Binanın inşa edildiği tarihten itibaren geçen süreyi ifade eder. Binanın inşa edildiği yıl, binaya ait inşaat ruhsatı ve yapı kullanma izin belgesi gibi resmi belgelerden tespit edilir. Referanslar: TBDY-2018, TS-500/2000,
Güçlendirme Kararı İlişkisi Fonksiyonu:	Minimize $\left[\begin{array}{l} \text{Daha küçük} \\ \text{Daha hafif} \\ \text{Daha az} \end{array} \right]$  olması daha iyidir.
Gösterge Ölçeklendirme ve Skorlama Bilgisi:	Ölçüm tabanlı değere karşılık gelen doğrusal ölçek kullanılacaktır. Binanın Yaşı (Fiziksel Eskime); 0 – 10 yıl → “ 5 ” 11 – 20 yıl → “ 4 ” 21 – 30 yıl → “ 3 ” 31 – 40 yıl → “ 2 ” 41 – 50 yıl ve üzeri → “ 1 ”

Şekil 18. YP-6, skor sayı puan tespit kartı

4.3.7. Binada Bulunan Taşıyıcı Sistem Düzensiz durumu (YP-7)

Binanın tasarım, imalat veya kullanım esnasında yapılmış, TBDY-2018’de belirtilen “Düzensiz Bina” olarak tanımlanan - Planda ve Düşey Doğrultuda düzensizlik getiren durumların (burulma düzensizliği, döşeme süreksizliği, zayıf kat, yumuşak kat düzensizliği, düşey eleman süreksizliği vb.) bulunması durumu.

Binaların tasarım ve planlarının oluşturulması sürecinde, yük taşıyan sistemlerin yalnızca yapı ağırlığını, diğer statik ve dinamik yükleri değil, aynı zamanda uygulanabilecek sismik yükleri de güvenilir bir şekilde karşılayabilme potansiyeline sahip olması hayati önem taşır. Depreme dayanıklı yapıların tasarımındaki temel ilke, bu binaların bu güvenli yük transferini kolaylaştırmak için iyi organize edilmiş ve simetrik bir yük taşıyıcı sisteme sahip olması gerekliliğidir.

Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği, düzensiz binaları “deprem sırasındaki olumsuz performansları nedeniyle tasarımı ve inşasından kaçınılması gereken yapılar” olarak tanımlamaktadır (TDBY, 2018). Mimari tasarımın ilk aşamalarında, özellikle yapı tasarım ve işlevselliği açısından ortaya çıkan çeşitli durumlar düzensizliklere yol açabilir. Çok sayıda unsur, bu düzensizlikleri ortaya çıkararak yapıların sismik performansını olumsuz yönde etkiler.

TBDY (2018) dokümanı, sismik olaylar sırasında hasara yol açabilecek düzensizliklerin bir listesini sunmaktadır.

A- Planda Düzensizlik Durumları

A1) Burulma Düzensizliği

A2) Döşeme Süreksizliği

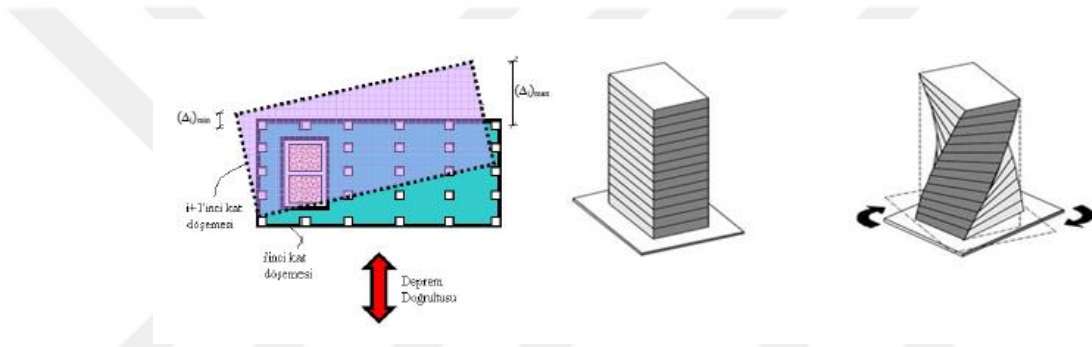
A3) Planda Çıkıntılar Bulunması

B- Düşeyde Düzensizlik Durumları

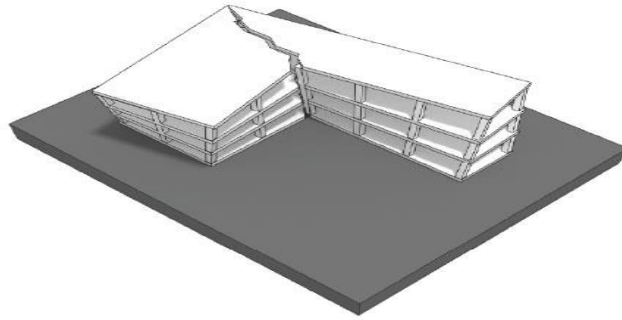
B1) Komşu Katlar Arası Dayanım Düzensizliği (Yumuşak Kat)

B2) Komşu Katlar Arası Rijitlik Düzensizliği (Zayıf Kat)

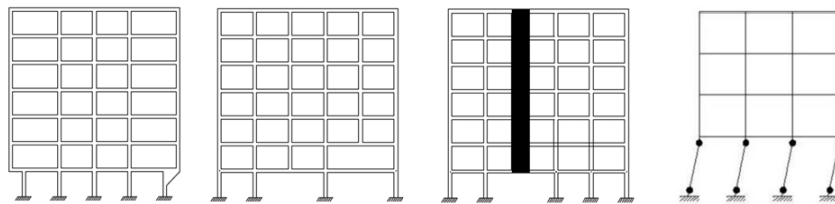
B3) Düşey Elemanlarının Süreksizliği



Şekil 19. A1 Türü burulma düzensizliğine örnek yapı davranışı (Anonymous, 2012., Yorulmaz, 2018).



Şekil 20. L Tipi yapının burulma sonrası oluşan görüntüsü (Yorulmaz, 2018)



Şekil 21. Düzensiz binalara ilişkin koşulları yansıtan görseller (TBDY-2018).

Depremler sırasında yapısal elemanlarda oluşan hasar çok sayıda faktörden kaynaklanabilir. Bunlar arasında yapısal sistemin tasarımı, zayıf malzeme kalitesi, çekişleme etkisi, düzenleyici çerçevelerdeki yetersizlikler, bağlantı noktalarındaki sorunlar, kolonlardaki süreksizlikler, kısa kolon etkisi, zayıf kolon-güçlü kiriş olgusu, yumuşak döşemelerin gelişimi, zayıf döşeme oluşumları, burulma düzensizlikleri, planda çıkıntılar, plan geometrisindeki düzensizlikler, zemin etkileri, soğuk derzlerin oluşması, etriye ve donatıdaki eksiklikler, inşaat sırasında yetersiz denetim, ağır çıkıntılar ve düşük kaliteli malzeme ve işçilik gibi nedenler yer almaktadır. TBDY-2018'de düzensizliğin halleri ayrıntılı olarak tanımlanmıştır.

Gösterge Adı:	Binada bulunan "Taşıyıcı Sistem Düzensizlik" Durumu
Kısaltılmış Kodu:	YP-7
Açıklaması:	Binanın tasarım, imalat veya kullanım esnasında yapılmış, TBDY-2018'de belirtilen "Düzensiz Bina" olarak tanımlanan - Planda ve Düşey Doğrultuda düzensizlik getiren durumların (burulma düzensizliği, döşeme süreksizliği, zayıf kat, yumuşak kat düzensizliği, düşey eleman süreksizliği vb.) bulunması durumu. Referanslar: TBDY-2018,
Güçlendirme Kararı İlişkisi Fonksiyonu:	Mevcut durum tespiti ve değerlendirmesi yapılacaktır.
Gösterge Ölçeklendirme ve Skorlama Bilgisi:	Durum değerlendirme sonucuna göre, senaryo tabanlı ölçeklendirme kullanılacaktır. Taşıyıcı Sistem Düzensizlik Durumu; TBDY-2018'de belirtilen Planda (A1, A2, A3) ve Düşeyde (B1, B2, B3) düzensizlik durumlarından, Dört (4) veya daha fazla bulunması durumu → " 1 " Üç (3) tanesinin bulunması durumu → " 2 " İki (2) tanesinin bulunması durumu → " 3 " Bir (1) tanesinin bulunması durumu → " 4 " Herhangi bir düzensizlik bulunmaması durumu → " 5 "

Şekil 22. YP-7, skor sayı puan tespit kartı

4.4. İşlevsel / Mimari Performans Göstergeleri (İP)

Yeni inşa edilecek okul binaları, eklentileri veya yenilemeleri de kapsayan tüm eğitim tesislerinin, Milli Eğitim Bakanlığı (MEB) tarafından yönetilen programlarda belirtilen gerekliliklere, tüm ilgili yönetmeliklere uygun olarak yapılması istenmiştir.

Eğitim kurumları binalarının sayısal olarak artması önemlidir; ancak eğitim hedeflerine ulaşmak için yeterli değildir. Yalnızca bina sayısında yapılacak artış ile eğitim amaçlarına ulaşılması mümkün değildir. Sonuç olarak, bina sayısındaki artış, ancak belli özelliklerin (eğitim öğretim faaliyetleri için gerekli koşullar) sağlanmasıyla mümkün olabilir (MEB, 2015).

Mimarlık pratiği, işlev, kullanıcı gereksinimleri ve ekipman özelliklerinin göz önünde bulundurulmasıyla yönlendirilen, insan ihtiyaçlarına uygun mekanların yaratılmasını ve binaların tasarlanmasını içerir. Başlangıçta barınak sağlamak için tasarlanan mekânlar, toplumların değişen ihtiyaç ve talepleri doğrultusunda artan çeşitliliğe uyum sağlayarak karmaşık mekânsal organizasyonların bulunduğu yapıların ortaya çıkmasına neden olmuştur (Onat, 1990; Dinç, 2002).

Günümüzde kullanılan binalar için, işlevi devam etmesine rağmen, özellikle teknolojik değişimler sonucu mekânsal gerekliliklerde değişikliklere gereksinim duyulmaktadır. Binada beklenen değişimin karşılanamaması, dolayısıyla işlevsel yetersizlik diyebileceğimiz bu durumun sonucu olarak, beklenen ihtiyaçları karşılamakta yetersiz kalan yapıların kullanımını etkilemekte ve bu durum mevcut binanın kullanılamaz duruma gelmesine neden olabilmektedir (Aydın ve Uysal, 2009).

Henüz yapısal ömrünü tamamlamamış bir binanın sadece işlevsel ömrünü tamamlamış olması nedeniyle yıkılması, mevcut kaynakların etkin kullanımı açısından verimsiz bir yaklaşımı temsil etmektedir. Özellikle dünyanın azalan kaynakları, yüksek enerji maliyeti ve gelişmiş ülkelerdeki işçilik masrafları göz önünde bulundurulduğunda, kaynak kullanımına ilişkin daha net bir anlayış ortaya çıkmaktadır (Selçuk, 2006).

Her binanın imalatının yapıldığı günkü şartlara göre belirlenmiş bazı özellikleri vardır. Bunlar o günkü tabi oldukları yönetmeliklere göre sınırlandırılmıştır. Bununla birlikte bina kullanım amacı, sınıfı ve kapasitesi yine inşa edildiği zamana göre belirlenerek yapılmıştır. Zaman içerisinde hem yönetmeliklerde hem de kullanıcı ihtiyaçlarında değişiklikler meydana gelmektedir. Genel olarak binalardan istenilen kullanıcı performans düzeyi, belirlenecek kriterlere ve bu kriterlerin etki ağırlık faktörlerine bağlıdır. Kriterlerin seçimi ve ağırlıklandırılması zamana ve yapı kullanıcılarının beklentilerine göre değişiklik gösterebilmektedir.

Okul tesisleri dayanıklılık ve uzun vadeli işlevselliğe odaklanılarak inşa edilmelidir. Bu yaklaşım önemli miktarda finansal yatırım gerektirir. Ekonomik aksaklıkları önlemek ve binaların hedeflenen amaçlarına etkili bir şekilde hizmet etmesini sağlamak için belirli tasarım öğelerini dahil etmek esastır. Eğitim kurumları öğrenme ortamlarına yaklaşımlarında uyarlanabilir olmalıdır. Mevcut eğitim standartlarını karşılamamanın ötesinde, okul binaları eğitim uygulamalarındaki gelişen ihtiyaçlara ve gelişmelere yanıt olarak yeniden yapılandırılabilme yeteneğine sahip olmalıdır (Millî Eğitim Bakanlığı. 2015; Bademcioğlu, 2017).

Performans göstergelerinin belirlenmesine ilişkin yapılan çalışmalardan sınıflar, laboratuvarlar ve atölyeler için teknik, işlevsel ve estetik performans gösterge içeriklerinden birkaçı aşağıdaki tabloda verilmiştir (Tablo 7). (Aydın ve Uysal, 2009).

Tablo 7. Mekânlar ve performans değişkenleri.

MEKANLAR	TEKNİK PERFORMANS	İŞLEVSEL PERFORMANS	ESTETİK PERFORMANS
SINIFLAR LABORATUARLAR ATÖLYELER	Aydınlatma Akustik Ses yalıtım Havalandırma Sıcaklık Tesisatın yeterliliği Teknoloji kullanımına uygunluk	Mekânın eğitim öğretim amacına uygunluğu Mekânın büyüklüğe Mekânın kullanım değişikliğine uygunluğu Mekânın teknoloji kullanımına uygunluğu Mekânda oturma elemanının konforu	Genel Görünüm Oturma elemanlarının görünümü, Mekân düzeni Yapı malzemeleri

4.4.1. Binanın Projesine Uygunluk Düzeyi (İP-1)

Binanın statik ve mimari projesi ile mevcut hali arasında zamanla yapılan değişikliklerin tespiti olarak tanımlanır.

Binaların depreme dayanıklılığının sorgulandığı durumlarda, öncelikle yapım yılı itibarıyla yürürlükteki yönetmeliklere uygun olarak tasarlanmış ve onaylı uygulama projesine göre inşa edilmiş olup olmadığı kontrol edilir. Ayrıca gelişen şartlar dikkate alınarak yönetmeliklerde yapılan güncelleme ve değişiklikler nedeniyle, önceki yönetmeliklere tabi binaların yeniden incelenmesi gerekebilir (Biol, 2010; Değertekin, 2015).

Binaların yapısal olarak istenilen düzeye getirilmesi ve yeniden işlevlendirilmesi, özellikle sismik yönetmeliklerle zorunlu kılınan, mevcut standartlarla uyumlu olması gereken depreme dayanıklı perde duvar elemanlarla gerçekleştirilmektedir. X ve Y eksenleri boyunca stratejik olarak eklenen bu duvarlar binanın depreme dayanıklılığını artırsa da, çeşitli iç bağlantıların bozulmasına veya geniş açık alanların kaybına yol açabilmektedir (Selçuk, 2006).

Gösterge Adı:	Bina Projesine Uygunluk Düzeyi
Kısaltılmış Kodu:	İP-1
Açıklaması:	Binanın statik ve mimari projesi ile mevcut hali arasında zamanla yapılan değişikliklerin tespiti olarak tanımlanır. Referanslar: TBDY-2018, Eğitim yapıları asgari tasarım standartları kılavuzu (EYATSK-2015)
Güçlendirme Kararı İlişkisi Fonksiyonu:	Mevcut durum tespiti ve değerlendirmesi yapılacaktır.
Gösterge Ölçeklendirme ve Skorlama Bilgisi:	Binanın statik projesinde yer alan taşıyıcı elemanlarda (kolon, kiriş, döşeme, merdiven vb.) değişiklik bulunması, mimari projesinden farklı olarak, ilave kat çıkılması, çatı eklenmesi ya da kaldırılması, kademeli ruhsatlandırma, duvar veya taşıyıcı olmayan elemanlarda mimari proje ile uygulamalar arasındaki farklılıkların bulunması durumuna göre senaryo tabanlı ölçeklendirme kullanılacaktır. Projesine Uygunluk Düzeyi; Yapı güv. etkileyecek nitelikte statik projeden farklı uygulamalar "VAR" → "1" Yapı güv. etkileyecek nitelikte mimari projeden farklı uygulamalar "VAR" → "2" Yapı güv. etkileyecek nitelikte çok az uygulama "VAR" → "3" Yapı güv. etkileyeceği düşünülmeyen, birçok uygulama "VAR" → "4" Yapı güv. etkilemeyecek çok az uygulama "VAR" ya da Hiç "YOK" → "5"

Şekil 23. İP-1, skor sayı puan tespit kartı

4.4.2. Bina Kapalı Alan Yeterlilik Düzeyi (İP-2)

Binada hizmet veren veya hizmet alan kişi sayısının (öğrenci), bina kullanılabilir toplam kapalı alan değerine oranlanmasıyla elde edilecek sayı olarak tanımlanır.

Okul binalarında eğitim-öğretim faaliyetlerinin sağlıklı yürütülebilmesi için gerekli fiziksel altyapı (sınıf büyüklüğü, koridor genişliği, tavan yüksekliği, doğal ışıklandırma, dış bahçe alanı vb.) asgari standartları karşılayacak biçimde tasarlanmalıdır.

Sınıflarda görülen yetersizlik genelde öğrenci sayısının çokluğundan ya da derslik boyutlarının ölçülerinden kaynaklanabilmektedir. Kalabalık okul binalarında genellikle kapalı alan birim karesine düşen kayıtlı öğrenci sayısı, normal kapasitenin üzerindedir. Bu eğitim kurumlarının birçoğu disiplin sorunları, yüksek stres seviyeleri,

yetersiz kaynaklar ve akademik başarısızlığa yol açan diğer zorluklarla karşı karşıya bulunmaktadır (Castaldi, 1994; Tanner, 2008).

Gösterge Adı:	Bina Kapalı Alan Yeterlilik Düzeyi
Kısaltılmış Kodu:	İP-2
Açıklaması:	Binada hizmet veren veya hizmet alan kişi sayısının (öğrenci), bina kullanılabilir toplam kapalı alan değerine oranlanmasıyla elde edilecek sayı olarak tanımlanır. Referanslar: 222 sayılı İlköğretim ve Eğitim Kanunu, Eğitim yapıları asgari tasarım standartları kılavuzu (EYATSK-2015)
Güçlendirme Kararı İlişkisi Fonksiyonu:	Maksimize $\left\{ \begin{array}{l} \text{Daha büyük} \\ \text{Daha ağır} \\ \text{Daha fazla} \end{array} \right\}$  olması daha iyidir.
Gösterge Ölçeklendirme ve Skorlama Bilgisi:	Ölçüm tabanlı değere karşılık gelen doğrusal ölçek kullanılacaktır. Bina Kapalı Alan Yeterlilik Düzeyi kişi başına düşen kapalı alan değeri (m^2); 1,80 m^2 den az $\rightarrow$ " 1 " 1,80 m^2 – 2,00 m^2 $\rightarrow$ " 2 " 2,01 m^2 – 2,20 m^2 $\rightarrow$ " 3 " 2,21 m^2 – 2,40 m^2 $\rightarrow$ " 4 " 2,4 m^2 üzeri $\rightarrow$ " 5 "

Şekil 24. İP-2, skor sayı puan tespit kartı

4.4.3. Binanın Sunulan Hizmete Uygunluk Düzeyi (İP-3)

Binada eğitim-öğretim faaliyetleri için gerekli fiziksel altyapı (sınıf büyüklüğü, koridor genişliği, tavan yüksekliği, doğal ışıklandırma, dış bahçe alanı vb.) asgari standartları karşılama düzeyi olarak tanımlanır.

İdeal bir sınıf ortamında tavan yüksekliği doğal ışık koşullarına uygun olmalı ve en az 3.00 metre olarak inşa edilmelidir. Tavan yüksekliği 3.00 metre ve üzerinde olan sınıflarda her öğrenci için ayrılan alan anaokulu ve kreş ortamlarında 1.5 metrekarenin altına düşmemeli, ilkokul, ortaokul ve lise sınıflarında ise en az 1.2 metrekare olmalıdır. Tavan yüksekliğinin 3,00 metrenin altında olduğu durumlarda öğrenci başına düşen hacim ilkokul, ortaokul ve liselerde 3,5 metreküp, anaokulu ve kreşlerde ise 4,5 metreküp olmalıdır (MEB, 2012).

Sınıf büyüklüklerinin belirlenmesinde; eğitim düzeyi, öğretilecek konuların özellikleri, kullanılan öğretim yöntemleri, öğrenci sayısı, kullanılacak araç-gereç vb. gibi çeşitli etkenler göz önünde bulundurulmalıdır (Hesapçioğlu, 1994).

Eğitim binalarında aydınlatmanın birincil amacı hem öğrenciler hem de öğretmenler için görsel olarak elverişli bir ortam yaratmaktır. Yeterli doğal ışık, fiziksel ve zihinsel konfor için koşulların oluşturulmasında önemli bir rol oynar.

Mühendisler, mimarlar, psikologlar ve eğitimciler de dahil olmak üzere çeşitli mesleklerden çok sayıda araştırmacı, aydınlatma, öğrenme, sağlık ve davranış arasındaki ilişkiyi araştırmıştır. Doğal ışığın yalnızca öğrenme sürecini değil aynı zamanda öğrencilerin fiziksel sağlıklarını da olumlu yönde etkilediği sonucuna varmışlardır. Dersliklerdeki pencerelerin yüzeyi, taban alanının 1/10'undan az olmamalıdır (Upitis, 2009; Kurt ve Güçlü, 1997).

Gösterge Adı:	Binanın Sunulan Hizmete Uygunluk Düzeyi
Kısaltılmış Kodu:	İP-3
Açıklaması:	Binada eğitim-öğretim faaliyetleri için gerekli fiziksel altyapı (sınıf büyüklüğü, koridor genişliği, tavan yüksekliği, doğal ışıklandırma, dış bahçe alanı vb.) asgari standartları karşılama düzeyi olarak tanımlanır. Referanslar: 222 sayılı İlköğretim ve Eğitim Kanunu, Eğitim yapıları asgari tasarım standartları kılavuzu (EYATSK-2015)
Güçlendirme Kararı İlişkisi Fonksiyonu:	Mevcut durum değerlendirmesi yapılacaktır.
Gösterge Ölçeklendirme ve Skorlama Bilgisi:	Durum değerlendirme sonucuna göre, senaryo tabanlı ölçeklendirme kullanılacaktır. Binanın Sunulan Hizmete Uygunluk Düzeyi; Eğitim yapıları asgari tasarım standartları kılavuzunda EYATSK-2015 belirtilen, aşağıdaki koşullardan; • Sınıf boyutları, • Sınıf öğrenci sayısının sınıf alanına oranı, • Kat yüksekliği, • Koridor genişliği, • Doğal ışıklandırma düzeyi, • Toplam öğrenci sayısının dış bahçe alanına oranı, göstergeleri arasından, Dört (4) veya daha fazla uygun olmayan göstergenin bulunması durumu → " 1 " Üç (3) adet uygun olmayan göstergenin bulunması durumu → " 2 " İki (2) adet uygun olmayan göstergenin bulunması durumu → " 3 " Bir (1) adet uygun olmayan göstergenin bulunması durumu → " 4 " Tüm göstergelerin uygun olması durumu → " 5 "

Şekil 25. İP-3, skor sayı puan tespit kartı

Eğitim tesislerinde koridorlar, sınıfları ve çeşitli ortak alanları birbirine bağlayan yollar olarak hizmet eder ve binanın farklı bölümleri arasındaki hareketi kolaylaştırır. Bu koridorların boyutları, bağlantı kurulan etkinlik alanı özelliğine göre değişiklik gösterebilmektedir. Koridorlar, öğrencilerin gruplar halinde hareket etmesinde zorluk yaşanmayacak ve giriş-çıkışlarda sıkışıklık yaşanmayacak genişlikte olmalıdır. (Pasalar, 2004).

Çağdaş eğitim yaklaşımlarına göre, öğrencilerin yalnızca bilişsel gelişimi değil, aynı zamanda öğrencilerin duygusal ve fiziksel gelişimini de ön planda tutarak okul oyun alanlarının önemi büyüktür. Özellikle büyük şehirlerde yeterli oyun alanından

yoksun çok katlı konut binalarında yaşayan çocukların sayısının artması, iyi tasarlanmış okul oyun alanlarına olan ihtiyacı desteklemektedir. Görece, okul öncesi ve ilkokul düzeyinde eğitim veren okullardaki öğrenciler dünyaya dair meraklarını gidermek için keşfetme fırsatlarına ihtiyaç duyarlar. Açık ortamlara erişim, çocukların motor ve bilişsel becerilerinin, duygularının ve kişilerarası iletişim yeteneklerinin gelişiminde önemli bir rol oynar (Alıcıgüzel, 1979; Çağlayan, 2014).

4.4.4. Bina Büyüyebilirlik Düzeyi (İP-4)

Binada yürütülen eğitim-öğretim faaliyetinin kapasitesi öğrenci sayısına göre zamanla değişiklik gösterebilmektedir. Mevcut binanın bitişiğine veya arsa içerisinde uygun yere bina (derslik, atölye, çok amaçlı salon vb.) inşa edilme durumunun değerlendirilmesi olarak tanımlanır.

Belirli kategorilerdeki kamu binalarının tasarımında, işlevsellik ve kullanılabilirliğin sağlanması için “genişletilebilirlik” ilkesi önemli olabilir. Binanın barındırması amaçlanan kamu kurumunun talepleri zaman içinde değişebilir. Bu nedenle, bina başlangıçta kurumun öngörülen ihtiyaçlarını karşılayacak şekilde tasarlanmış olsa bile, gelecekte genişlemeye izin veren bir tasarım stratejisinin benimsenmesi çok önemli olabilir (URL-1; Aydın, 2018).

Gösterge Adı:	Binanın Büyüyebilirlik Düzeyi															
Kısaltılmış Kodu:	İP -4															
Açıklaması:	Binada yürütülen eğitim-öğretim faaliyetinin kapasitesi öğrenci sayısına göre zamanla değişiklik gösterebilmektedir. Mevcut binanın bitişiğine veya arsa içerisinde uygun yere bina (derslik, atölye, çok amaçlı salon vb.) inşa edilme durumunun değerlendirilmesi olarak tanımlanır. . Referanslar: EYATSK-2015															
Güçlendirme Kararı İlişkisi Fonksiyonu:	Optimize   olması daha iyidir.															
Gösterge Ölçeklendirme ve Skorlama Bilgisi:	Durum değerlendirme sonucuna göre, senaryo tabanlı ölçeklendirme kullanılacaktır. Arsa Alanının, Bina Taban Alanı oranı değere karşılık gelen doğrusal ölçek kullanılacaktır. <table><tr><td>1 Katından az</td><td>→</td><td>" 1 "</td></tr><tr><td>1,1 – 2,0 katı</td><td>→</td><td>" 3 "</td></tr><tr><td>2,1 – 3,0 katı</td><td>→</td><td>" 5 "</td></tr><tr><td>4,1 – 6,0 katı</td><td>→</td><td>" 3 "</td></tr><tr><td>6 Katından fazla</td><td>→</td><td>" 1 "</td></tr></table>	1 Katından az	→	" 1 "	1,1 – 2,0 katı	→	" 3 "	2,1 – 3,0 katı	→	" 5 "	4,1 – 6,0 katı	→	" 3 "	6 Katından fazla	→	" 1 "
1 Katından az	→	" 1 "														
1,1 – 2,0 katı	→	" 3 "														
2,1 – 3,0 katı	→	" 5 "														
4,1 – 6,0 katı	→	" 3 "														
6 Katından fazla	→	" 1 "														

Şekil 26. İP-4, skor sayı puan tespit kartı

Bina, kendisinden beklenen mekânsal ihtiyaçları tam olarak karşılayamadığı durumlarda, binanın taşıyıcı sisteminin yönetmeliklere ve imar hükümlerine uygun olması şartıyla binaya ek yapılması veya ilave kat yapılması alternatif bir yol olabilir. Burada arsanın durumu ve binanın bulunduğu bölgeye özgü yüklerindeki yönetmelik etkili olmaktadır.

Belirli kamu binalarının tasarımında, "genişletilebilirlik" ilkesi işlevsellik ve kullanılabilirlik açısından bir gereklilik olarak kabul edilebilir. Binanın hizmet verdiği kamu kurumunun gereksinimleri zamanla gelişebilir ve artabilir. Dolayısıyla, başlangıçta kurumun güncel ihtiyaçlarına göre projelendirilen bir yapı için bile, büyümeyi destekleyen bir tasarım yaklaşımı benimsenmelidir [URL-1.]

Eğitim tesislerinin tasarımında, toplumun ihtiyaçlarını karşılayacak şekilde mevcut çevre koşullarının değerlendirilmesi, aynı zamanda eğitimdeki gelişmelere ve artan kapasiteye uyum sağlayacak esnekliğin korunması esastır.

4.4.5. Binanın Afet Sonrası Kullanılabilirlik Düzeyi (İP-5)

Binanın yaşanması muhtemel deprem ve afet sonrası bölge insanı için barınma alanı olarak kullanılabilme potansiyeli olarak tanımlanır.

Ülkemizde yaşanan büyük depremler sonucu meydana gelen kayıpların ve yıkımların ardından barınma sorunu kritik bir hal almaktadır. Deprem anından sonra vatandaşların korku, panik veya önlem amaçlı da olsa evlerini terk ederek, barınma gereksinimlerini karşılamak için görece daha güvenli binalara ihtiyaç duyulmaktadır. Yıkıcı sonuçları olan bir depremin ardından barınma, koordinasyon ve yardım gibi acil ihtiyaçların karşılanması amacıyla kullanılacak güvenli yapıların başında kamu binaları gelmektedir (Kartal vd., 2024).

Deprem gibi doğal afet olayları hemen sonrasında eğitim kurumları binaları temel operasyonların gerçekleştirilmesi amacıyla kullanılabilir. Bu nedenle okul binaları dayanıklı olacak şekilde tasarlanmalıdır. Bir felaketin ardından okullar yardım ve kurtarma girişimlerinin ayrılmaz bir parçasıdır ve önemli sorumluluklar üstlenir (Ilumin, vd.,2018).

Gösterge Adı:	Binanın Afet Sonrası Barınma Amaçlı Kullanılabilirlik Düzeyi
Kısaltılmış Kodu:	İP-5
Açıklaması:	Binanın yaşanması muhtemel deprem ve afet sonrası bölge insanı için barınma alanı olarak kullanılabilme potansiyeli olarak tanımlanır Referanslar: EYATSK-2015
Güçlendirme Kararı İlişkisi Fonksiyonu:	Mevcut durum tespiti ve değerlendirme sonucu "KÖTÜ", "DÜŞÜK", "ORTA", "İYİ" ÇOK İYİ" seçenekleriyle tanımlanacaktır.
Gösterge Ölçeklendirme ve Skorlama Bilgisi:	Durum değerlendirme sonucuna göre, senaryo tabanlı ölçeklendirme kullanılacaktır. • Bina kapasitesi koordinasyon ve barınma amaçlı kullanıma uygun mu? • Bina bahçe alanı bakımından, barınma amaçlı kullanıma uygun mu? • Binanın yakın çevresinde bulunan yüksek katlı yapılardan uzaklığı yeterli düzeyde mi? • Binanın ana ulaşım yollarına olan konumu uygun mu? Hiçbir göstergenin sağlanamaması durumu "YETERSİZ" → "1 " Göstergelerden en az bir (1) uygun gösterge olması durumu "KÖTÜ" → "2 " İki (2) adet uygun olmayan göstergenin bulunması durumu "ORTA" → "3 " Üç (3) adet uygun göstergenin bulunması durumu "İYİ" → "4 " Tüm göstergelerin uygun olması durumu "ÇOK İYİ" → "5 "

Şekil 27. İP-5, skor sayı puan tespit kartı

Deprem sonrasında erişilebilir ve kullanılabilir yapı sayısının yetersiz olması veya maddi imkânsızlıklar nedeniyle barınma imkânı sağlanamadığı durumlarda, barınma ihtiyacını karşılamak amacıyla kamu binalarından yararlanmak büyük önem taşımaktadır (Yalçın, 2023).

Okul binaları bu konudaki ihtiyaçlar için, geçici bir süreliğine de olsa ilk akla gelen binalardandır. 6 Şubat'ta Kahramanmaraş depremlerinde okul binaları ve bahçeleri, başta AFAD'a ait koordinasyon merkezleri olmakla beraber her türlü barınma ve yardım faaliyetlerinin yürütülmesinde aktif olarak kullanılmıştır.



Şekil 28. Yaşanan deprem sonrası okul bina bahçesi görünümü (URL-4).

4.4.6. Binanın Konumu İtibariyle Olumsuz Etkisi Bulunabilecek Mekanlara Olan Uzaklık Düzeyi (İP-6)

Binanın bulunduğu bölgede eğitim-öğretim faaliyetlerine olumsuz etkisi bulunabilecek mekânlara (bar, gazino, meyhane, hapishane, mezarlık vb.) olan uzaklık durumu olarak tanımlanan parametredir.

Gösterge Adı:	Binanın Konumu İtibariyle Olumsuz Etkisi Bulunabilecek Mekânlara Olan Uzaklık Düzeyi
Kısaltılmış Kodu:	İP-6
Açıklaması:	Binanın bulunduğu bölgede eğitim-öğretim faaliyetlerine olumsuz etkisi bulunabilecek mekânlara olan uzaklık (hapishane, meyhane, mezarlık vb.) durumu olarak tanımlanan parametredir. Referanslar: EYATSK-2015
Güçlendirme Kararı İlişkisi Fonksiyonu:	Mevcut durum tespiti ve değerlendirme sonucu "VAR" veya "YOK" seçenekleriyle tanımlanacaktır.
Gösterge Ölçeklendirme ve Skorlama Bilgisi:	Durum değerlendirme sonucuna göre, senaryo tabanlı ölçeklendirme kullanılacaktır. Binanın hapishane, meyhane, mezarlık vb. alanlara yeterli uzaklıkta bulunma durumu, bu alanlardan herhangi birine olan uzaklık yeterli seviyede olmaması halinde "VAR", aksi taktirde "YOK" olarak kategorize edilecektir. Olumsuz etkisi bulunabilecek mekânlar bulunma durumu "VAR" ise → "1" Olumsuz etkisi bulunabilecek mekânlar bulunma durumu Sınırlı "VAR" → "3" Olumsuz etkisi bulunabilecek mekânlar bulunma durumu "YOK" ise → "5"

Şekil 29. İP-6, skor sayı puan tespit kartı

Eğitim binaları ve çevrelerinde bulunan sosyal ve fiziksel ortamlar, belirli bir olgunluk düzeyine ulaşana kadar toplumumuzun temeli olarak nitelendirilen çocuklarımızın gelişiminde önemli bir rol oynar. Okul, okul bahçesi ve yakın çevreye dair görsel ve işitsel uyaranlar başta olmak üzere, çocukların psikolojik, sosyal, duygusal, fiziksel ve zihinsel gelişimi üzerinde önemli etkiye sahiptir (Erdönmez, 2007).

Okul binaları Çevre Sağlığı Standartları'na göre öğrencilerin kolaylıkla gidip gelebilecekleri, kolay ulaşılabilir konumda olması gerekir. Öğrencileri ve eğitim ortamını olumsuz etkileyebilecek bar, meyhane ve kahvehane gibi işletmelerden yeterince uzakta inşa edilmelidir. Bahse konu eğitim binaları, öğrenciler üzerinde psikolojik zedelenme yapabilme olasılığı bulunan mekanlardan (cezaevi, mezarlık vb.) mümkün olabildiğince uzak mesafede planlanmalıdır (Özcebe vd., 2008)

4.4.7. Bina Çevresinin Trafik ve Yaya Güvenliği Açısından Düzenlenebilir Olanlığı (İP-7)

Binanın bulunduğu bölge, okul giriş çıkış noktaları, trafik ve yaya güvenliği açısından değerlendirilmesi olarak tanımlanmaktadır.

Eğitim Yapıları Asgari Tasarım Standartları Kılavuzu'nda (EYATSK-2015) belirtildiği gibi, okul binaları için uygun yerlerin önemi, bölgelerin yerleşim alanlarına yakınlığı, minimum trafik yoğunluğuna sahip olmaları, toplu taşımaya erişim sağlamaları, gürültü rahatsızlıklarından ve olumsuz çevresel faktörlerden uzakta bulunmaları gerektiği belirtilmiştir. Ayrıca, kısa ve orta vadede gelişme potansiyeli olan ve altyapı planları kullanıcıların ihtiyaçlarıyla uyumlu olan alanların seçilmesi konusuna dikkat çekilmiştir (İlhan Uryan, 2021).

Gösterge Adı:	Binanın Çevresinin Trafik ve Yaya Güvenliği Açısından Düzenlenme Olanlığı
Kısaltılmış Kodu:	İP-7
Açıklaması:	Binanın bulunduğu bölge, okul giriş çıkış noktaları, trafik ve yaya güvenliği açısından değerlendirilmesi olarak tanımlanmaktadır. Referanslar: EYATSK-2015
Güçlendirme Kararı İlişkisi Fonksiyonu:	Mevcut durum tespiti ve değerlendirmesi yapılacaktır.
Gösterge Ölçeklendirme ve Skorlama Bilgisi:	Durum değerlendirme sonucuna göre, senaryo tabanlı ölçeklendirme kullanılacaktır. Okul giriş çıkış noktalarının yaya güvenli geçişleri, okul servis araçları için kısa süreli duraklama alanları, trafik ve yaya güvenliği vb. olanakların değerlendirilmesi sonucunda "çok iyi", "iyi", "orta", "kötü" ya da "çok kötü" şeklinde skor tabanlı ölçek kullanılacaktır. "Çok Kötü" → "1" "Kötü" → "2" "Orta" → "3" "İyi" → "4" "Çok İyi" → "5"

Şekil 30. İP-7, skor sayı puan tespit kartı

4.5. Çevresel / Enerji Performans Göstergeleri (ÇP)

Okul tasarımları yapılırken, okulun bulunduğu çevrenin şartlarının da göz önünde bulundurulması gerekmektedir. Ülkemizde eğitim binalarının yapımı özellikle tip projeler ile gerçekleştiğinden, çoğu zaman çevresel koşulların ve diğer bazı gerekliliklerin ihmal edilerek, finansal konulara ağırlık verilmesi gibi durumlarla karşılaşılabilir. Sonuç olarak, bu yaklaşım modern ve çağdaş standartlara

uygun, orijinal ve iyi donanımlı projeler üretmede gösterilen çabayı sekteye uğratmaktadır (Aydoğan, 2012).

Yeni bir yapı inşa etmek, önemli miktarda iş gücü, makine, malzeme ve enerji gerektirir. Altyapı, kazı vb. işlerinden üst yapı sistemlerine, ince işlere ve hatta işgal öncesi temizliğe kadar her şeyi kapsayan bir üretim sürecidir. Bu süreçte, yapı malzemelerinin inşaat alanına taşınması, ağır makineler için yoğun enerji, dolayısıyla yakıt kullanımını gerektirir.

Okul binaları, işlevsel tasarımları nedeniyle önemli miktarda enerji tüketimi gerektiren ortamlar olarak kabul edilir. Bu bağlamda, sürdürülebilir tasarım stratejileri eğitim kurumlarında uygulandığında dikkate değer farklılıklar ortaya çıkar. Örneğin, araştırmalar gelişmiş ülkelerdeki yüksek performanslı sürdürülebilir okulların ortalama enerji kullanımının 65 kWh/m² olduğunu, geleneksel okulların ise 160 kWh/m²'yi aştığını gösteren çalışmalar mevcuttur (Zomorodian, 2013).

Enerji verimliliği politikaları ve bu alandaki gelişmeler, 2 Mayıs 2007'de yürürlüğe giren 5627 sayılı Enerji Verimliliği Kanunu'na dayanmaktadır. Bu mevzuat, enerji verimliliği projelerinin etkin bir şekilde uygulanması, denetlenmesi ve koordinasyonu için idari bir çerçeve oluşturmayı amaçlayan birden fazla hükmü kapsamaktadır (Tosun, 2018).

Enerji, bir sistemin iş yapma yeteneğini veya gücünü karakterize eden bir kavramdır. Enerjinin çevre ile olumsuz etkileşimleri, özellikle sanayileşme döneminden sonra giderek daha önemli hale gelmiştir (Alkin ve İlkin, 1991).

Binalar, enerji tüketen sektörler arasında nihai enerji tüketiminin en büyük payını oluşturur ve %37'sini temsil eder. Bina yaşam döngüsü perspektifinden bakıldığında, bu payın %83'ü binanın kullanım aşamasında tüketilmektedir.

Enerjinin etkin kullanımı, israfın önlenmesi, maliyetlerin ekonomik yükünün azaltılması ve çevrenin korunması amacıyla 2 Mayıs 2007 tarihinde 5627 sayılı “Enerji Verimliliği Kanunu” yürürlüğe girmiştir. Ayrıca, 5 Aralık 2008 tarihli ve 27075 sayılı Resmi Gazete'de yayımlanan “Binalarda Enerji Performansı Yönetmeliği” ile yeni inşa edilen binalara önemli sorumluluklar yüklenmiştir.

Bu çerçevede, kamu binalarında enerji verimliliği yatırımlarının teşvik edilmesi ve mevcut yapıların yalıtım standartlarına uygun hale getirilmesi amaçlanmaktadır

(Porgalı, 2015). Enerji verimliliği 2030 Strateji ve II. Ulusal Enerji Verimliliği Eylem Planında, kamu binalarının daha verimli hale getirilmesine yönelik uygulamalara devam edilmesi ve enerji yöneticisi atama zorunluluğu getirilen kamu binalarının 2030 yılına kadar %30 enerji tasarrufu hedefine ulaşacağı belirtilmektedir (Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, 2023).

Binalar için alınacak güçlendirme veya yıkım-yeniden inşası çevre ve enerji açısından düşünüldüğünde eski bir yapıyla aynı işlevi gören yeni bir binanın inşasıyla ilişkili enerji verimliliği konuya farklı bir boyut getirmektedir. Yeni bina “enerji yoğun” bir çaba gerektirirken, eski binanın yeniden işlevlendirilmesi “emek yoğun” gereken bir süreç olarak değerlendirilmiştir (Altınoluk, 1998).

Okullarda enerji tüketiminin azaltılmasına yönelik planlamalar için binaya ait periyodik veriler ve hizmet durumu önemli faktörler arasındadır. Enerji kullanımı açısından değerlendirildiğinde, ülkemizde okul binalarının aktif olarak kullanıldığı dönemlerin çoğu kış aylarına denk gelmektedir. Bu nedenle enerji performansı için okul binasının ısı tasarımı, enerji tüketim verileri arasındaki ilişkiler ve verimli iyileştirme senaryoları oluşturmada genel eğilim, bina kabuğunun özellikleri, boşluk oranı, bina yönelimi, bina hacmi, çatı alanı ve kullanıcı parametreleri üzerinden değerlendirilmektedir (Su, 2011).

4.5.1. Enerji Kullanım Düzeyi (ÇP-1)

Binada kullanılan enerji çeşitlerinin (fosil yakıt, elektrik vb.) kullanımının kWh/m².yıl değerinden belirlenmesi olarak tanımlanır.

Kalkınma Planı'nda binalarda enerji verimliliğine ilişkin başlıca tedbirler sıralanmakla birlikte kamu binalarının verimliliğini artırmaya yönelik girişimlerin sürdürülmesi özellikle vurgulanmaktadır. Kamu yapılarında, elektrik ve doğal gazın aşırı tüketimi ve bu enerji kaynaklarının üretiminde kullanılan fosil yakıtlar nedeniyle çevresel zararlar ortaya çıkmaktadır. Sürdürülebilir planlama teknikleri kullanılarak binaların yenilenmesi gerekmektedir (Tekbıyık, 2018).

Enerjinin verimli kullanımı, pasif ısıtma ve soğutma teknikleri, yerel planlama, enerji verimli kentsel tasarım, alternatif enerji kaynaklarının kullanımı, düşük enerjili malzeme seçimi, enerji tasarruflu detaylandırma ve enerji tasarruflu malzeme seçimi

ve aydınlatmada doğal gün ışığından en iyi şekilde yararlanma gibi çeşitli stratejilerle sağlanır (Evrar, 2011))

Gösterge Adı:	Bina Enerjiyi Kullanım Düzeyi
Kısaltılmış Kodu:	ÇP-1
Açıklaması:	Binada kullanılan enerji çeşitlerinin (fosil yakıt, elektrik vb.) kullanımının kWh/m ² .yıl değerinden belirlenmesi olarak tanımlanır. Referanslar: 5627 Sayılı Enerji Verimliliği Kanunu, (EYATSK-2015)
Güçlendirme Kararı İlişkisi Fonksiyonu:	Mevcut durum tespiti ve değerlendirilmesi yapılacaktır.
Gösterge Ölçeklendirme ve Skorlama Bilgisi:	Durum değerlendirme sonucuna göre, senaryo tabanlı ölçeklendirme kullanılacaktır. Binada kullanılan toplam enerjinin kullanımının kWh/m ² .yıl olarak hesaplanan değere karşılık gelen doğrusal ölçek kullanılacaktır. Eğitim Binaları İçin Belirlenen Ortalama Değerin %20'nden fazla olması → "1" Belirlenen Ortalama Değerden %10 - %20 si arasında olması → "3" Eğitim Binaları İçin Belirlenen Ortalama Değerin ± %10 arasında olması → "5"

Şekil 31. ÇP-1, skor sayı puan tespit kartı

Bir binanın enerji performansı, belirli tesislerin kaldırılmasıyla ilişkili ısıtma, sıcak su, soğutma, havalandırma, aydınlatma ve diğer hizmetler için tüketilen toplam enerji olarak tanımlanır. Bu, binanın standart yapılandırmasının dikkate alındığı varsayılarak, çeşitli masrafları karşılamak için tamamen kullanılan veya kullanılması öngörülen enerjiyi kapsar (Güvenç, 2013).

4.5.2. Bina Yalıtım Düzeyi (ÇP-2)

Binanın ısı yalıtım ve enerji verimliliği mevzuatında belirtilen asgari koşulları sağlayabilme düzeyi (dış cephe yalıtımı, çatı yalıtımı, cephe pencerelerinin yalıtımlı malzemeden imal edilme durumu vb.) olarak tanımlanır.

Binanın enerji etkinliği, belirtilen bina tipinin enerji tüketim standardına göre belirlenen iklim koşullarında binanın metrekare başına enerji tüketimini göstermektedir. Enerji konusunda birçok ülkenin temel stratejisi, enerjiyi verimli kullanmak ve mevcut kaynakların ömrünü uzatan politikalar öngörerek yenilenebilir enerji kullanımını desteklemektir. Bina Kabuğu; pencere, kapı, döşeme, tavan, duvar gibi elemanlardan oluşan ve binayı dış ortamdan ayıran elemandır. Bina kabuğunda ısı enerjisinin iç-dış geçişleri yaşanır. Bu nedenle ısı kayıp ve kazançları üzerindeki etkisi büyüktür (Koyun, 2017).

Gösterge Adı:	Binanın Isı Yalıtım Düzey
Kısaltılmış Kodu:	ÇP-2
Açıklaması:	Binanın ısı yalıtım ve enerji verimliliği mevzuatında belirtilen asgari koşulları sağlayabilme düzeyi (dış cephe yalıtımı, çatı yalıtımı, cephe pencerelerinin yalıtımlı malzemeden imal edilme durumu vb.) olarak tanımlanır. Referanslar: 5627 Sayılı Enerji Verimliliği Kanunu, (EYATSK-2015))
Güçlendirme Kararı İlişkisi Fonksiyonu:	Mevcut durum tespiti ve değerlendirmesi yapılacaktır.
Gösterge Ölçeklendirme ve Skorlama Bilgisi:	Bina durum değerlendirme sonucuna göre, senaryo tabanlı ölçeklendirme kullanılacaktır. • Çatı ısı yalıtım uygulaması var mı? • Dış Cephe ısı yalıtım uygulaması var mı? • Pencere kasa ve camların durumu ısı yalıtımı için yeterli düzeyde mi? Isı yalıtım uygulamalarından hiçbirinin bulunmaması durumu → " 1 " Isı yalıtım uygulamalarından sadece çatı yalıtımı bulunması durumu → " 3 " Isı yalıtım uygulamalarından iki (2) sinin bulunması durumu → " 4 " Isı yalıtım uygulamalarından tümünün bulunması durumu → " 5 "

Şekil 32. ÇP-2, skor sayı puan tespit kartı

Bir binanın dış cephe sistemi, özellikle iç mekan konfor ısı sıcaklığının sağlanması ve binanın enerji tüketiminin belirlenmesinde son derece önemlidir. Dış cephe ve bağlı yalıtım sistemler iki amaca hizmet ederler. Birincil amaç iç mekânı zararlı dış çevre koşullarından korur ve sağlıklı, konforlu alanların yaratılmasına katkıda bulunurken, ikincil olarak binanın mimari görünüm özelliklerinin de korumasına katkıda bulunur (Gülaçmaz, vd. 2022).

4.5.3. Binanın Enerji İyileşme Potansiyeli (ÇP-3)

Binada yapılan inceleme sonrasında, enerji verimliliği artış odaklı iyileştirme potansiyeli (bina kabuğu yalıtımı, aydınlatma sistemleri yenilemesi, mekanik tesisat (ısıtma-soğutma) sistemleri yenilemesi vb.) olarak tanımlanır. Değerlendirme sonucu “VAR, KISMEN VAR veya YOK” seçenekleriyle tanımlanacaktır.

Son yıllarda küresel ölçekte fosil enerji kaynaklarının tükenmeye başlaması, enerjinin insanlık için ne kadar önemli olduğunu, bu konuda bireylerin ve toplumların daha verimli enerji kullanımı sağlayacak uygulamaların benimsenerek, bu konuya ayrı bir önem verilmesi gerektiği fikri benimsenmiştir Enerji verimliliği üzerine yapılan araştırmalar, yaklaşık 7,5 milyar TL'lik önemli bir enerji tasarrufu potansiyeli olduğunu gösteriyor. Bu potansiyel, inşaat sektörünün %30, sanayi sektörünün %20

ve ulaştırma sektörünün %15 oranında potansiyel bir azalma elde etmesiyle birden fazla sektöre dağılmış durumdadır. (Doğan ve Yılankırkan 2015; Sağbaş ve Başbuğ, 2018).

Binalar için cephe yalıtımı (bina kabuğu) enerji verimliliğini artırmak ve termal konforu sağlamak için çok önemlidir Dış duvarlar, döşemeler, çatılar, tavanlar ve pencereler dahil olmak üzere binaya ait çeşitli bileşenler, o binadaki ısıtma ve soğutma için enerji taleplerinin yanı sıra termal konfor, havalandırma ve aydınlatma seviyelerini önemli ölçüde etkiler (Hua ve Yu, 2019).

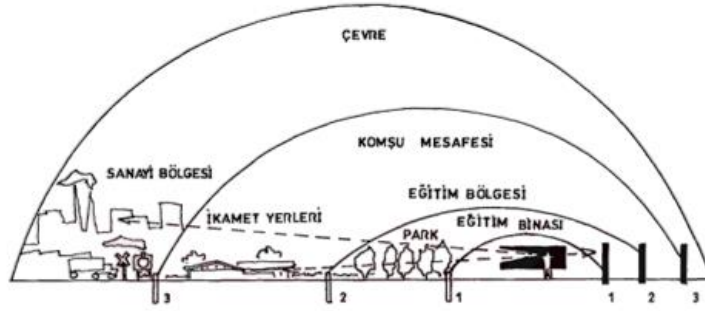
Gösterge Adı:	Binanın Enerji İyileştirme Potansiyeli
Kısaltılmış Kodu:	ÇP-3
Açıklaması:	Binada yapılan inceleme sonrasında, enerji verimliliği artış odaklı iyileştirme potansiyeli (bina kabuğu yalıtımı, aydınlatma sistemleri yenilemesi, mekanik tesisat (ısıtma-soğutma) sistemleri yenilemesi vb.) olarak tanımlanır. Değerlendirme sonucu "VAR, KISMEN VAR veya YOK" seçenekleriyle tanımlanacaktır. Referanslar: 5627 Sayılı Enerji Verimliliği Kanunu, (EYATSK-2015)
Güçlendirme Kararı İlişkisi Fonksiyonu:	Mevcut durum tespiti ve değerlendirmesi yapılacaktır.
Gösterge Ölçeklendirme ve Skorlama Bilgisi:	Bina durum değerlendirme sonucuna göre, senaryo tabanlı ölçeklendirme kullanılacaktır. Enerji kayıpları bakımından; • Bina kabuğu kötü durumda ve iyileştirme potansiyeli kısmen VAR. • Bina kabuğu kötü durumda ve iyileştirme potansiyeli VAR. • Bina içi aydınlatma sistemi iyi durumda veya iyileştirme potansiyeli VAR. • Bina ısıtma-soğutma sistemi iyi durumda veya iyileştirme potansiyeli VAR. Enerji İyileşme Potansiyeli göstergelerinden en çok bir (1) seçenek için → "1" Enerji İyileşme Potansiyeli göstergelerinden iki (2) seçenek için → "3" Enerji İyileşme Potansiyeli göstergelerinden üç (3) seçenek için → "5"

şekil 33. ÇP-3, skor sayı puan tespit kartı

4.5.4. Bina Çevresel Gürültü Düzeyi (ÇP-4)

Binanın yakın çevresinde insanlar üzerinde olumsuz etki yapabilecek, istenmeyen seslerin kaynağı olan işletmelerin (fabrika, sanayi bölgesi, tren gari, hava limanı vb.) bulunma düzeyi olarak tanımlanır. İnceleme sonrası "VAR veya YOK" şeklinde skor tabanlı ölçek kullanılacaktır.

Eğitim tesisleri, erişilebilirlik açısından arzu edilir olmalarına rağmen, öğrencilerin çıkardığı gürültü nedeniyle genellikle yakındaki sakinler tarafından olumsuz karşılanır. Bu nedenle, kentsel alanları tasarlarken bu gerekliliği göz önünde bulundurmak önemlidir (Demircioğlu, 1997). Ayrıca eğitim binaları, gürültü, koku veya duman üreten fabrikalar ile yoğun trafiğe sahip karayolları, demiryolları ve tren istasyonlarından yeterli uzaklıkta bulunmalıdır.



Şekil 34. Kentsel Yerleşme Alanında Okulların Yeri (Demircioğlu, 1997).

Eğitim bina ve tesisleri için geçerli olmakla beraber, özellikle sınıflarda yüksek gürültü seviyeleri, öğrenciler arasındaki iletişim ve konsantrasyon üzerinde olumsuz bir etkiye sahiptir. Okullardaki yaygın gürültü kaynakları, yakın çevrede bulunan trafik ve uçak, tren vb. gürültüsü gibi dış kaynak sesleri ile, ısıtma ve havalandırma sistemleri tarafından üretilen sesler ve bitişik alanlardan gelen gürültü gibi iç kaynak nedenli olmak üzere sınıflandırılabilir.

Öğrencilerin toplandığı alanlarda oluşan yankılanma da dahil olmak üzere, yukarıda kategorize edilmiş çeşitli gürültü biçimleri, temel eğitim tesislerindeki öğrencilerin konsantrasyonunu olumsuz etkiler. Uygun olmayan bir akustik ortamda dinlemeye çalışmak stres seviyelerini yükseltir, odaklanmayı azaltır ve etkili öğrenme potansiyelini engeller. Eğitim tesislerinin, tren istasyonu, havaalanı gibi fiziksel ve psikolojik rahatsızlıklara yol açabilecek yerlerden uzakta veya olumsuz etki yaratmayacak şekilde konumlandırılması gerekir (Kayıhan, 2006; Özaktan, 2014).

Gösterge Adı:	Bina Çevresel Gürültü Düzeyi
Kısaltılmış Kodu:	ÇP-4
Açıklaması:	Binanın yakın çevresinde insanlar üzerinde olumsuz etki yapabilecek, istenmeyen seslerin kaynağı olan işletmelerin (fabrika, sanayi bölgesi, tren garı, hava limanı vb.) bulunma düzeyi olarak tanımlanır. İnceleme sonrası "VAR veya YOK" şeklinde skor tabanlı ölçek kullanılacaktır. Referanslar: EYATSK-2015
Güçlendirme Kararı İlişkisi Fonksiyonu:	Mevcut durum tespiti ve değerlendirmesi yapılacaktır.
Gösterge Ölçeklendirme ve Skorlama Bilgisi:	Bina yakın çevresinde gösterge tanımında belirtilen ses ve gürültü oluşturabilecek işletmelerin bulunma düzeyine göre; Bina yakın çevresinde gürültü oluşturabilecek tesisi VAR- ETKİLİ → "1" Bina yakın çevresinde gürültü oluşturabilecek tesisi VAR- ETKİSİZ SINIRLI → "3" Bina yakın çevresinde gürültü oluşturabilecek tesisi YOK → "5"

Şekil 35. ÇP-4, skor sayı puan tespit kartı

4.5.5. Binaya Yakın Konumda Zararlı Etki ve Çevresel Kirliliğe Yol Açan Tesislerin Bulunma Durumu (ÇP-5)

Binanın yakın çevresinde insan sağlığına ve çevre kirliliğine yol açabilecek tesislerin (katı atık depolama -çöplük-, bataklık, termik santral vb.) bulunma durumu olarak tanımlanır.

Çocuklar, gelişimin hayati aşamalarında zamanlarının çoğunu ağırlıklı olarak eğitim ortamlarında geçirirler. Bu nedenle, sağlığı geliştiren ve öğrenciler için bir model görevi gören bir okul ortamı yaratmak çok önemlidir. İnsan sağlığını olumsuz etkileyen tüm çevresel faktörlerin aynı zamanda okul ortamının sağlığını da tehdit ettiği kabul edilmektedir. İnşaat aşamasında okulun çevresine dikkat etmek esastır. Bu ortamlarda çocuklar, güvenli olmayan içme suyu, yetersiz ve dengesiz beslenme, kirli hava, kötü atık toplama sistemleri, gürültü ve kaza riski dahil olmak üzere çok sayıda çevresel risk ve tehlikeyle karşı karşıyadır (Örs, 2013).

Gençlerin, yetişkinlere kıyasla iç ortam kalitesindeki eksikliklere karşı daha fazla hassasiyet gösterdikleri yaygın olarak kabul edilmektedir. Hala fiziksel ve zihinsel gelişim sürecinde olan öğrenciler için, sağlıklı büyümelerini desteklemek için çevre koşullarının uygun olması esastır. Bu koşullar yetersiz kaldığında, bir dizi sağlık ve gelişim sorunu ortaya çıkabilir (Kayıhan, 2006).

Gösterge Adı:	Binaya Yakın Konumda Zararlı Etki ve Çevresel Kirliliğe Yol Açan Tesislerin Bulunma Durumu
Kısaltılmış Kodu:	ÇP-5
Açıklaması:	Binanın yakın çevresinde insan sağlığına ve Çevre Kirliliğe yol açabilecek tesislerin (Katı Atık Depolama -çöplük-, bataklık, termik santral vb.) bulunma durumu olarak tanımlanır. Referanslar: EYATSK-2015
Güçlendirme Kararı İlişkisi Fonksiyonu:	Mevcut durum tespiti ve değerlendirmesi yapılacaktır.
Gösterge Ölçeklendirme ve Skorlama Bilgisi:	Durum değerlendirme sonucuna göre, senaryo tabanlı ölçeklendirme kullanılacaktır. Bina yakın çevresinde gösterge tanımında belirtilen insan sağlığına ve çevre kirliliğe yol açabilecek tesislerin bulunma durumuna göre; İnsan sağlığına ve Çevre Kirliliğe yol açabilecek tesis VAR- ETKİLİ → "1" İnsan sağlığına ve Çevre Kirliliğe yol açabilecek tesis VAR- ETKİSİ SINIRLI → "3" İnsan sağlığına ve Çevre Kirliliğe yol açabilecek tesis YOK → "5"

Şekil 36. ÇP-5, skor sayı puan tespit kartı

Okul için yer seçerken, bölgesel iklimi ve hâkim rüzgarların yönünü dikkate almak esastır. İlkokullar için belirlenen arsalar nispeten düz bir arazide bulunmalıdır. Kayalık veya bataklık koşullarıyla karakterize edilen alanlar, uygun hale getirilmek üzere değiştirilmeli veya tamamen kaçınılmalıdır (Özaktan, 2014).

4.6. Ekonomik Performans Göstergeleri (EP)

Güçlendirme çalışmaları genellikle yaşanmış bir deprem sonrası hasar almış yapılar için uygulanmaktadır. Son 50 yılda yaşanan depremler, mevcut yapıların depreme karşı yeterli düzeyde güvenlik performansını saylayıp sağlayamadığını sorgulamamıza neden olmuştur. Yapılan bina performans analizi sonrası güçlendirme gereksinimi duyulan bina için, yapısal özellikleri ve bulunduğu konumun niteliği gibi pek çok değişkenlere bağlı olarak oldukça yüksek maliyetlere katlanılmasını gerektirebilecek bir durum ortaya çıkmaktadır.

Projelerin hazırlanmasından önce veya proje gelişim aşamalarının başlangıcında, genel inşaat alanı ve yapının niteliği ile ilgili ön değerlendirmeler ile bazı varsayımlar yapılarak tahmini inşaat maliyetleri belirlenebilir (Pancarlı, 2002). Bir yapının toplam maliyeti, ihtiyaçların belirlenmesiyle başlayıp, binanın hizmet ömrü boyunca devam eden ve hizmet ömrünün sonunda bertaraf maliyetleri de dahil olmak üzere çeşitli süreçlerde yapılan harcamaların toplamı olarak tanımlanabilir (Özgan, 2007).

Bir binayı güçlendirmeye veya yıkıp yeniden inşa etme kararı, maliyeti temel alan bir kıyaslama yardımıyla alınabilir. Güçlendirme sürecinden kaynaklanan onarım işleriyle ilişkili masraflar, örneğin kırma ve sökme, güçlendirme maliyetlerine eklenerek, binaya ait genel güçlendirme maliyetlerinin yaklaşık değeri hesaplanabilir (Uluöz, 2010).

4.6.1. Güçlendirme Maliyetinin Yeniden Yapım Maliyetine Oranı (EP-1)

Bina için öngörülen güçlendirme maliyetinin, yine öngörülen yeniden inşa maliyetine oranı olarak tanımlanır. % olarak ölçeklendirilerek, ifade edilir.

Güçlendirme maliyeti” ile “yıkıp yeniden inşa etme maliyeti” kıyaslanarak binanın güçlendirilmesine veya yıkılıp yeniden inşa edilmesine karar verilebilmektedir. Binanın özellikleri de göz önüne alınarak güçlendirme maliyetinin, yıkıp yeniden inşa maliyetine oranı %40 ~ %60 değerlerinden (bina özelliğine göre değişiklik göstermekte) büyük olması halinde, binanın yıkılarak yeniden inşa edilmesinin ekonomik açıdan daha uygun bir seçenek olacağı yaygın olarak kabul görmektedir. Bu kabul herhangi bir kanun, yönetmelik, yönerge, genelge vb.

metinlerde yer almamakla birlikte genel bir teamül ve tavsiye niteliğinde olduğu, değerlendirilmiştir (Nuhoglu, 2009; Yılmaz vd. 2017; Mutlu, 2020).

Güçlendirme maliyeti, o binaya özgü hazırlanan güçlendirme projesinde yer alan imalatlarla ilgili maliyetlerin yanı sıra zemin etüdü, beton basınç dayanım değerinin tespiti, donatı çapının, miktarının ve yerleşiminin belirlenmesi ile genel proje maliyetlerini kapsar.

Mevcut binalar için güçlendirme prosedürü 2 (iki) aşamada gerçekleşir. İlk aşama yapının mevcut durumunun güncel yönetmelik koşullarına göre deprem performans analizinin (deprem tahkiki) yapılarak, olası depremde hasar görülebilirlik düzeyinin belirlenmesi aşamasıdır. Bu aşama sonunda güçlendirme kararı verilen yapı için çeşitli güçlendirme yöntemleri kullanılarak, bina mevcut performansının artırılarak bahse konu yönetmeliklerde belirtilen düzeye getirilmesi sağlanır. Uygulanacak güçlendirme yönteminin seçimi binanın hasar durumu, konumu, taşıyıcı sistem özellikleri, çevre ve fiziksel olanakları, zaman, maliyet, uygulanabilme olanakları vb. faktörlere göre değişiklik göstermektedir.

Naja ve arkadaşları tarafından yapılan çalışmada güçlendirme yöntemine göre katlanılması gereken birim maliyet değerleri Tablo 8 de sunulmuştur (Naja, ve Baytiyeh, 2014).

Tablo 8. Güçlendirme Yöntemlerine Göre Ortalama Maliyetler

Güçlendirme Yöntemi	Maliyet / m ² (\$)	Açıklamalar
Çelik Çaprazlar Eklenmesi	81	En düşük maliyetli yöntemdir. Uygulama sürecinde bina kullanılmaya devam edilebilir.
Kolonların Genişletilmesi	103	Mimari dezavantajları vardır, hantaldır ve uygulama sırasında bina kullanımını engeller.
Perde Duvar Eklenmesi	123	En düşük maliyetli yöntemdir. Uygulama sürecinde bina kullanılmaya devam edilebilir.
Çelik Mantolama	154	Pahalı bir tekniktir. Estetik açıdan avantajlıdır fakat uygulama sürecinde binanın kullanımını engeller.
Kolonların FRP ile Sarılması	196	En pahalı ve estetik olarak en çok tercih edilen tekniktir. Uygulama sürecinde binanın kullanımını engellemez.

Gösterge Adı:	Bina Güçlendirme Maliyetinin, Yeniden İnşa Maliyetine Oranı
Kısaltılmış Kodu:	EP -1
Açıklaması:	Bina için öngörülen güçlendirme maliyetinin, yine öngörülen yeniden inşa maliyetine oranı olarak tanımlanır. % olarak ölçeklendirilerek, ifade edilir. Referanslar:
Güçlendirme Kararı İlişkisi Fonksiyonu:	Mevcut bina için hazırlanan güçlendirme maliyeti parasal değerinin, binanın aynı düzeydeki toplam kalalı alan m ² değerinin bugünkü birim alan maliyetleriyle hesaplanan yeniden inşa maliyeti parasal değerine oranı olarak tanımlanır.
Gösterge Ölçeklendirme ve Skorlama Bilgisi:	Binanın hesaplanan güçlendirme maliyetinin, yeniden inşa maliyetine oranı; % 0 – % 10 → " 5 " % 11 – % 20 → " 4 " % 21 – % 30 → " 3 " % 31 – % 40 → " 2 " % 40 ve üzeri → " 1 "

Şekil 37. EP-1, skor sayı puan tespit kartı

4.6.2. Güçlendirme dolayısıyla katlanılması muhtemel (kiralama, taşınma, onarın ve tamirat vb.) Maliyetinin, Yeniden İnşa Maliyetine Oranı (EP-2)

Güçlendirme yapılacak bina için, güçlendirme süresince ve sonrasında ortaya çıkması muhtemel (kiralama, taşınma, onarım ve tamirat vb.) maliyetlerin toplamının, yeniden inşa maliyetine oranı olarak tanımlanır. % olarak ölçeklendirilerek, ifade edilir.

Gösterge Adı:	Güçlendirme dolayısıyla katlanılması muhtemel (kiralama, taşınma, onarın ve tamirat vb.) Maliyetinin, Yeniden İnşa Maliyetine Oranı
Kısaltılmış Kodu:	EP-2
Açıklaması:	Güçlendirme yapılacak bina için, güçlendirme süresince ve sonrasında ortaya çıkması muhtemel maliyetlerin toplamının, yeniden inşa maliyetine oranı olarak tanımlanır. % olarak ölçeklendirilerek, ifade edilir. Referanslar:
Güçlendirme Kararı İlişkisi Fonksiyonu:	Güçlendirme kaynaklı katlanılması gereken maliyetler birim fiyat*metraj değerleriyle çarpılarak hesaplanan parasal değer, binanın aynı düzeydeki toplam kalalı alan m ² değerinin bugünkü birim alan maliyetleriyle hesaplanan yeniden inşa maliyeti parasal değerine oranı ile belirlenir.
Gösterge Ölçeklendirme ve Skorlama Bilgisi:	Güçlendirme dolayısıyla katlanılması muhtemel maliyetlerin toplamının, yeniden inşa maliyetine oranı; % 0 < (EP-2) ≤ %3 → " 5 " % 3 < (EP-2) ≤ %6 → " 4 " % 6 < (EP-2) ≤ %9 → " 3 " % 9 < (EP-2) ≤ %12 → " 2 " % 12 < (EP-2) ≤ %15 → " 1 "

Şekil 38. EP-2, skor sayı puan tespit kartı

4.6.3. İleriki 10 Yıl için Ön Görülen Büyük Bakım Onarım Maliyetinin Yeniden Yapım Maliyetine Oranı (EP-3)

Binanın önümüzdeki 10 yıl için ihtiyaç duyulan “Büyük bakım onarım işleri” maliyetinin, yeniden inşa maliyetine oranı olarak tanımlanır.

Bakım ve onarım faaliyetleri, binayı kendisinden beklenen tatmin edici bir duruma geri döndürmek, mevcut durumunu korumak veya mevcut seviyesinden daha iyi bir duruma getirmek (gençleştirmek) için, planlanmış organize bir çabadan oluşur. Bu çaba bina tasarım aşamasından başlayarak, bina kullanım süresinin sonuna kadar devam eden bir süreçtir.

Kamuya ait taşınmaz mallarla ilgili olarak, bunların ekonomik ömürlerini ve değerlerini artırmaya yönelik yenileme amaçlı bakım-onarımlar ile işletmeye yönelik rutin olarak yapılması gereken bakım ve onarımlar bu kapsamda değerlendirilirler. Söz konusu taşınmaz mallarla (bina) ilgili kanalizasyon, boya ve badana, çatı ve asansör onarımları, mevcut elektrik, su, doğalgaz ve ısıtma tesisatının tevsii, bakım onarımları olarak tanımlanır (Strateji, T. C., & Başkanlığı, B. 2019).

Mevcut kamu binalarının bakım ve onarımıyla ilgili faaliyetler, ekonomik ömürlerini ve değerlerini artırmayı amaçlamayanlarla sınırlıdır. Ancak, yenileme amaçlı yapılan bakım ve onarımlar, düzgün işlevselliği sağlamak için düzenli olarak gerçekleştirilmelidir (MY 319-1 (A)).

Gösterge Adı:	İleriki 10 Yıl için Ön Görülen Büyük Bakım Onarım Maliyetinin Yeniden Yapım Maliyetine Oranı
Kısaltılmış Kodu:	EP-3
Açıklaması:	Binanın önümüzdeki 10 yıl için ihtiyaç duyulan “Büyük Bakım Onarım İşleri” Maliyetinin, Yeniden İnşa Maliyetine Oran olarak tanımlanır. Referanslar:
Güçlendirme Kararı İlişkisi Fonksiyonu:	Binaya önümüzdeki 10 yıl için ihtiyaç olacağı öngörülen “Büyük Bakım Onarım İşlerinin birim m ² değerleriyle, birim maliyetlerin çarpımından elde edilecek yaklaşık parasal değerler kullanılacaktır.
Gösterge Ölçeklendirme ve Skorlama Bilgisi:	Mevcut bina durumu değerlendirilerek önümüzdeki 10 yıl için öngörülen; • Çatı onarımı ve yalıtım işleri maliyeti, • Aydınlatma elemanları ve elektrik tesisat işleri maliyeti, • Isıtma kazanı ve mekanik tesisat işleri maliyeti, • Cephe yalıtım ve boya işleri maliyeti, • Islak hacim (W.C. vb.) bakım-onarım işlerinin maliyeti, Yukarıda adı geçen onarım işlerine ait yaklaşık maliyetleri toplamının, bina yeniden inşa maliyetine oranı olarak hesaplanır. $\% 0 < (EP-3) \leq \% 10 \longrightarrow "5"$ $\% 11 < (EP-3) \leq \% 20 \longrightarrow "4"$ $\% 21 < (EP-3) \leq \% 30 \longrightarrow "3"$ $\% 31 < (EP-3) \leq \% 40 \longrightarrow "2"$ $\% 41 < (EP-3) \longrightarrow "1"$

Şekil 39. EP-3, skor sayı puan tespit kartı

4.6.4. Ülkede Yaşanan Yıllık Enflasyon Değeri (EP-4)

Güçlendirme uygulamasının yapıldığı zaman zarfında ülkedeki yıllık enflasyon verisi olarak tanımlanır. % olarak ölçeklendirilerek, ifade edilir.

Güçlendirme kararının fayda / maliyet analizlerine dayalı olarak alınmasının gerektiğini savunan araştırmacılar olmakla beraber genel kanı güçlendirme maliyetinin yeniden yapım maliyetine oranının %40 olduğu durumlarda yıkım kararı verilebilmektedir (Yanmaz vd. 2005; Cui vd., 2021; Mutlu, 2015).

Ülkemizdeki mevcut yapı stokunun büyüklüğü, taşıyıcı malzeme özellikleri, binaların yaşı ve ekonomik ömrü ile güçlendirmeye duyulan ihtiyacın büyüklüğü düşünüldüğünde, bahse konu binaların önemli bir kısmı için yıkım-yeniden inşa kararı çıkarmaktadır. Bu büyüklükteki yapı stoku için yıkım-yeniden inşa işlerinin kısa vadede gerçekleştirilmesinin ekonomik imkanlardan kaynaklı olarak, çokta mümkün görülmediği söylenebilir. Ekonomik imkanları bir kenara bırakın sadece yıkım ve yeniden inşa faaliyetleri kaynaklı enerji tüketimi ve malzeme üretimi kaynaklı karbon salınımı CO₂ önemli ölçüde artacaktır (İşler, 2014; Zhang vd. 2024; Crawford, vd. 2014).

Ülkemizde ekonomik kaynakların kıtlığı, alım gücünün düşüklüğü, inşaat maliyetlerinin yüksekliği ve konut talebine duyulan ihtiyaç, bina güçlendirme veya yıkım-yeniden yapım kararı ile ilgili olarak güçlendirme seçeneğini ön plana çıkarmaktadır.

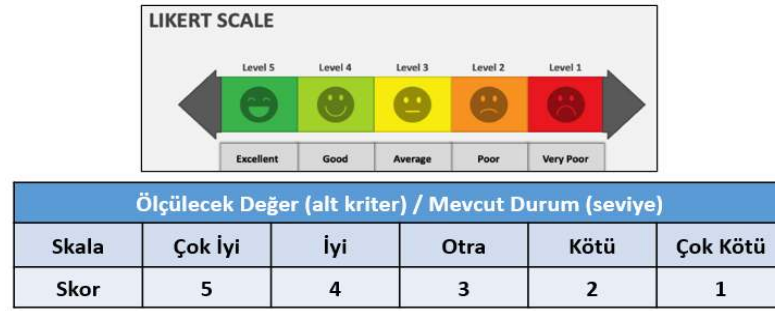
Gösterge Adı:	Ülkede Yaşanan Yıllık Enflasyon Değeri
Kısaltılmış Kodu:	EP-4
Açıklaması:	Güçlendirme uygulamasının yapıldığı zaman zarfında ülkedeki yıllık enflasyon verisi olarak tanımlanır. % olarak ölçeklendirilerek, ifade edilir. Referanslar:
Güçlendirme Kararı İlişkisi Fonksiyonu:	TUİK verilerine dayalı olarak açıklanan yıllık enflasyon verileri dikkate alınır. .
Gösterge Ölçeklendirme ve Skorlama Bilgisi:	Elde edilen yıllık enflasyon verilerine dayalı doğrusal tabanlı ölçek kullanılacaktır. Yıllık Enflasyon Oranı; % 0 – % 10 → “ 1 ” % 11 – % 20 → “ 2 ” % 21 – % 30 → “ 3 ” % 31 – % 40 → “ 4 ” % 40 ve üzeri → “ 5 ”

Şekil 40. EP-4, skor sayı puan tespit kartı

4.7. Performans Göstergeleri İçin Kullanılacak Ölçeklendirme ve Skor Sayı Puan Kartları Hakkında

Bilimsel araştırmamızda, incelemeyi amaçladığımız değişkenleri, ölçekler üzerindeki kavramsal çerçeveler aracılığıyla belirleriz. Ölçek puanları, belirlenen soyut kavramları niceliksel bir biçime dönüştürmemizi sağlar. Kişinin belli bir tutum nesnesine ilişkin duygu, düşünce ve davranışlarını belirlemede kullanılan yöntemlerden biri Likert ölçeğidir.

Çalışmada benzer nitelikteki kriterlerin değerlendirilmesinde 5’li likert ölçeği kullanılacaktır (Şekil 41). Her bir performans kriteri için olması gereken değer 5 skor sayı değerine karşılık gelmektedir. Güçlendirme veya yıkım-yeniden inşa kararı alınacak bina için skor sayı puanı (S.S.P.), bahse konu performans kriterinin mevcut değeri için 5’li likert ölçeğinde karşılık gelen seviye değerine göre belirlenir.



Şekil 41. 5’li likert ölçek skalası

Önerilen değerlendirme modelinin işleyişi için, Yapısal (Y), İşlevsel (İ), Çevresel (Ç) ve Ekonomi (E) başlıkları için belirlenmiş temel performans göstergelerine bağlı alt kriterlerin durum seviye düzeylerinin tespitine yönelik somut karşılaştırma yapılabilmesine imkân veren skor sayı bilgisine ihtiyaç vardır. Bu amaçla en düşük (1) ve en yüksek (5) puan baremi kabulü yapılarak, her bir alt kriterin mevcut durum düzeyine yönelik skor sayı değeri belirlenmiştir. Alt kriterlerin skor sayı değerlerinin belirlenmesinde kardinal ve ordinal ölçeklerden faydalanılmıştır. Yararlanılan ölçek tipleri ölçüm tabanlı, sayma tabanlı, likert tipi, senaryo tabanlı ve bunların birlikte kullanıldığı karışık tabanlı ölçek çeşitleri yer almaktadır. Örneğin bina mevcut beton basınç dayanımı (YP-1) için;

Güçlendirme gereksinimi olan binanın “güçlendirme” veya “yıkım” karar seçenekleri için, beton basınç dayanım değerinin yüksek olması “GÜÇLENDİRME”, tersi durum ise “YIKIM” yönünde karar alınmasında etkilidir. O halde beton basınç dayanımı değeri için karar ilişki fonksiyonu ve skor sayı değeri en düşük (1) ve en yüksek (5) puan olmak üzere aşağıdaki gibi belirlemek mümkündür (Tablo 9).

Tablo 9. Skor sayı puan değeri örneği (YP-1)

Alt Kriter Tanımı:	Bina Mevcut Beton Basınç Dayanımı (YP-1)
Güçlendirme Kararı İlişki Fonksiyonu	Skor Sayı Değeri (Puan)
	<i>Beton Basınç Dayanımı;</i>
Maksimize $\left\{ \begin{array}{l} \text{Daha büyük} \\ \text{Daha ağır} \end{array} \right\}$  olması daha iyidir.	1 Mpa – 6 Mpa → “1 “ 7 Mpa – 12 Mpa → “2 “ 13 Mpa – 18 Mpa → “3 “ 19 Mpa – 24 Mpa → “4 “ 25 Mpa ve üzeri → “5 “

Araştırma modeli için belirlenen 4 (dört) temel gösterge başlığı altında yer alan toplam 23 (yirmi üç) alt kriter için Tablo 9 da örneği verilen ilişki fonksiyonu ve mevcut durum seviyesine göre tanımlanmış skor sayı değeri belirlenmiş ve alt kriter açıklamalarının yapıldığı önceki bölümde yer alan tablolarda gösterilmiştir.

4.8. Önerilen Değerlendirme Modeli, Kullanılan Yöntem ve Analizler

Değerlendirme modelinin ana hatları ve temel dayanağı, güçlendirme gereksinimi olan - deprem performans analizi sonucuna göre güçlendirme yapılması gerekli - okul binası için (kamu binası) belirlenen her bir Yapısal, İşlevsel, Çevresel ve Ekonomik (Y.İ.Ç.E.) göstergelere bağlı alt kriterlerin (YP-1, ..., İP-1,..., ÇP-1, ..., EP-1, ...) mevcut durum seviye performansını gösteren skor sayı puan (S.S.P.) değerleri ile yine bu göstergelerin uzman görüşüne dayalı Analitik Hiyerarşi Prosesi (AHP) yöntemi yardımıyla gerçekleştirilen ikili karşılaştırmalar sonrası belirlenen

Performans Önem katsayıları (P.Ö.K.) çarpımlarından elde edilecek değerlerin toplamı, ilgili performans göstergesine ait, Yapısal Performans Puanı (Y.P.P.), İşlevsel Performans Puanı (İ.P.P), Çevresel Performans Puanı (Ç.P.P.) ve Ekonomik Performans Puanı (E.P.P.) olarak belirlenebilecektir (Eşitlik 4.1, ..., 4.4).

$$\text{Yapısal Performans Puanı (Y.P.P.)} = \sum_{i=1}^{n=7} Y.(S.S.P.)_n \times Y.(P.Ö.K.)_n \quad (4.1)$$

$$\text{İşlevsel Performans Puanı (İ.P.P.)} = \sum_{i=1}^{n=7} İ.(S.S.P.)_n \times İ.(P.Ö.K.)_n \quad (4.2)$$

$$\text{Çevresel Performans Puanı (Ç.P.P.)} = \sum_{i=1}^{n=5} Ç.(S.S.P.)_n \times Ç.(P.Ö.K.)_n \quad (4.3)$$

$$\text{Ekonomik Performans Puanı (E.P.P.)} = \sum_{i=1}^{n=4} E.(S.S.P.)_n \times E.(P.Ö.K.)_n \quad (4.4)$$

Önerilen değerlendirme modelinde bir sonraki aşama değerlendirmesi yapılacak bina için Y.İ.Ç.E. puanının hesaplanması aşamasıdır. Her bir temel performans puanına karşılık gelen sayısal değer (Y.P.P., İ.P.P., Ç.P.P. ve E.P.P) AHP yöntemi yardımıyla, alanında son derece uzman kişilerin bilgi, deneyim ve tecrübelerinden yararlanılarak gerçekleştirilen ikili karşılaştırma anketlerinden elde edilen ilgili Temel Performans Göstergeleri Önem Katsayılarıyla (T.P.Ö.K.) çarpım sonuçlarının toplamlarından elde edilen nihai değer Y.İ.Ç.E. puanı olarak ifade edilir (Eşitlik 4.5). Y.İ.Ç.E. puanı, skor sayı puan değerleri seçiminden kaynaklı olarak en düşük “1” en yüksek “5” olarak hesaplanır.

$$\text{YİÇE Puanı (Y.İ.Ç.E.)} = ((Y.P.P.) \times Y.(T.P.Ö.K.)) + ((İ.P.P.) \times İ.(T.P.Ö.K.)) + ((Ç.P.P.) \times Ç.(T.P.Ö.K.)) + ((E.P.P.) \times E.(T.P.Ö.K.)) \quad (4.5)$$

Oluşturulan değerlendirme modelinin yapısı Şekil 42 de verilmiştir.

4.8.1. Analitik Hiyerarşi Prosesi (AHP)

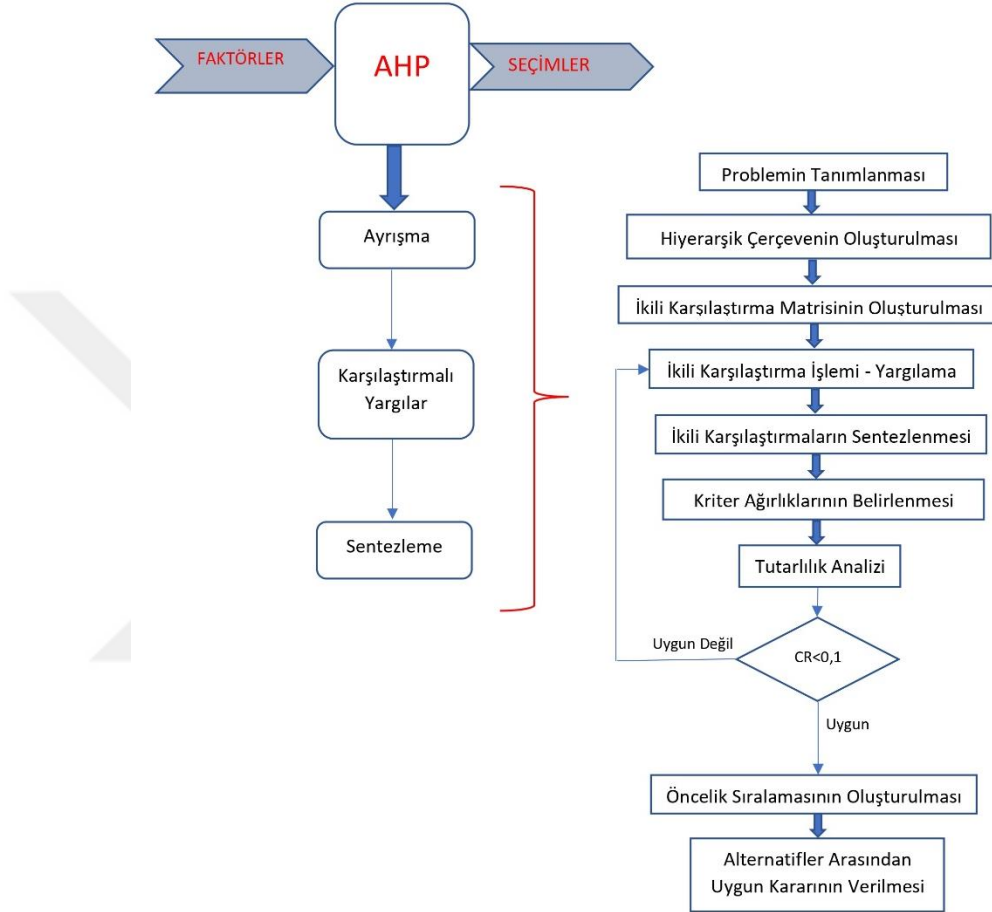
AHP, hedefleri, kriterleri, olası alt kriter seviyelerini ve her bir sorun için alternatifleri de kapsayan yapılandırılmış bir süreç sonunda çözüme ulaşır. Bu süreç diğer ÇKKV yöntemleriyle kıyaslandığında daha gerçekçi bir yöntem olarak kabul edilir. Bu nedenle AHP metodu pek çok kritik karar verme probleminde en sık başvurulan yöntemler arasındadır. AHP ile ilgili en eski referans 1972'ye dayanmaktadır. Yöntem karmaşık, belirsiz veya yapılandırılmamış sorunları ele almak için kapsamlı bir yaklaşım görevi görür ve üç temel ilke üzerine kurulmuştur (Alp, 2008; Göksu, 2008; İnan, 2008).

- Hiyerarşik yapının oluşturulması ilkesi
- Üstünlüklerin (görece önem düzeylerinin) belirlenmesi ilkesi,
- Mantıksal ve sayısal tutarlılık ilkesi,

Çok Kriterli Karar Verme (ÇKKV) Yöntemlerinden olan biri olan AHP (Analitik Hiyerarşi Prosesi) nitel ve nicel faktörlerin birlikte değerlendirilmesine imkân sağlar. AHP yöntemi çok nitelikli karar verme problemlerinde en sık kullanılan tekniklerden biri olup, karmaşık bir karar problemini alt bileşenlerine ayırarak çözmeyi amaçlayan bir yaklaşım olup, karar vericilerin öznel ve nesnel görüşlerini beraberce karar sürecine katabilmektedirler. Genel olarak Çok Kriterli Karar Verme (ÇKKV) yöntemlerinde hiyerarşik bir yapı söz konusudur. Bu hiyerarşide amaç en iyi kararı verme ya da en iyi alternatifini seçme yaklaşımına dayanır (Saaty, 1986; Zahedi, 1986).

Analitik Hiyerarşi Prosesi (AHP) yöntemi, karar vericinin yargısına dayalı olarak, belirli bir alternatifler kümesi için bir oran ölçeğinde göreceli öncelikleri nicelleştirmeyi amaçlar ve karşılaştırmanın tutarlılığının yanı sıra karar vericinin sezgisel yargılarının önemini vurgular. AHP bilginin, tecrübenin ve karar vericinin fikirleri ile önsezilerinin mantıksal bir yapı içerisinde birleştiren bir yaklaşıma sahip bir ölçüm yöntemidir. Bu nedenle karar vericinin davranışlarına oldukça iyi uyum sağlar (Güner ve Yücel, 2007; Al-Harbi, 1999). Yöntem karar vericilere ana hedef, kriterleri, alt kriterleri ve alternatifler arasındaki ilişkiyi gösteren hiyerarşik bir model aracılığıyla karmaşık sorunları tanımlama yeteneği sağlar. AHP kullanılarak karar sorunlarının çözümü birkaç adımı içerir: İlk olarak, hiyerarşik bir yapının kurulması (ayırıştırma), ardından çiftler arası karşılaştırmalar yapılması, göreceli önceliklerin

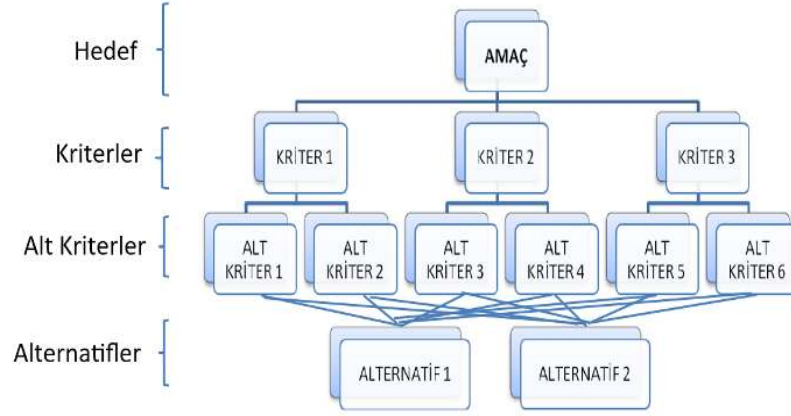
hesaplanması (sentez), sonraki adımda tutarlılık oranının belirlenmesi ve son olarak öncelik değerlerinin hesaplanması şeklinde sıralanmaktadır. (Saaty, 1986; Harker ve Vargas, 1987). AHP yöntemine dair temel prensipler ve iş akış şeması çeşitli kaynaklardan yararlanılarak yazar tarafından uyarlanmıştır [Kumar ve Singal, 2015; Gür, vd. 2017; Aydın ve Gumus, 2021).



Şekil 43. AHP Akış Şeması

AHP yöntemi, karmaşık ve iyi tanımlanmamış bir durumun unsurlarını ve değişkenlerini hiyerarşik bir yapıya organize etme tekniği olarak da tanımlanabilir. Bu, her bir alternatifin göreceli önemiyle ilgili bireysel değerlendirmelere nicel değerler atamayı ve toplanan yargıların sonuçlarına göre değişkenlerin öncelik seviyelerini sentezlemeyi içerir. AHP kullanılarak karar verme problemlerinin çözümü aşağıda belirtilen sıralı adımlarda açıklanarak, işlem adımlarına dair özet bilgi Şekil 43 de gösterilmiştir (Alp ve Engin, 2012).

AHP yönteminin ilk aşamasında karar probleminin çözümüne yönelik, amaç, hedef, kriterler ve alt kriterlerinde yer aldığı bir hiyerarşik yapı oluşturulur (Şekil 44).. Probleme dair, karar vericinin ulaşmak istediği hedef açık bir şekilde ortaya konularak, çözülmesi istenilen problem ayrıntılı bir şekilde tanımlanır.



Şekil 44. AHP Hiyerarşik Yapısı

Sonraki aşama problemin çözümüne yönelik, her seviyedeki kriter ve alt kriter için, hiyerarşik bir sıra dahilinde kendi aralarında ikili karşılaştırmaların yapıldığı aşamadır. Aynı düzeydeki kriterlerin göreceli önem ağırlıklarının belirlenmesinin amaçlandığı bu aşamada, hiyerarşik yapı için uygun olan kişi veya karar vericiler yardımıyla, karşılaştırılan iki kriterden hangisinin daha önemi olduğu ve yine karşılaştırılan iki kriterden birinin, diğerine göre ne derece önemli olduğu belirlenir. Hiyerarşik yapıya karşılık gelen bu karşılaştırmaların konusunda uzman karar vericiler tarafından gerçekleştirilmesi önemlidir. Kriterler ve alt kriterlerin (varsa) birbirine göre önem ağırlıklarının belirlenmesinde Saaty tarafından oluşturulan 1-9 puanlı kıyaslama ölçeği kullanılır (Tablo 10). Uzmanların karşılaştırmayı eşit, az üstünlük, güçlü derecede üstünlük, çok güçlü derecede üstünlük, son derecede üstünlük olarak değerlendirebilir.

Tablo 10. Kıyaslama ölçekleri ve açıklamaları

Ölçek	Tanım	Kıyaslama Açıklaması
1	Eşit	İki kriter eşit önemdedir.
3	Az üstün	Kriterlerden birinin tecrübe ve yargıya dayanan az üstünlüğü vardır.
5	Güçlü derecede üstün	Kriterlerden birinin tecrübe ve yargıya dayanan güçlü üstünlüğü vardır.
7	Çok güçlü derecede üstün	Kriterlerden biri diğerine göre çok güçlü üstünlüğü vardır.
9	Son derece üstün	Bir kriterin diğerine göre son derece (mutlak) üstünlüğü vardır.
2, 4, 6, 8	Ara değerler	İki ardışık yargı değeri için, uzlaşabilmek amacıyla kullanılacak ara değerlerdir.

Tablo 11 e göre yapılan kriter önem derece kıyaslaması uygun bir anket yardımıyla gerçekleştirilir.

Tablo 11. Kriter önem dereceleri kıyaslama tablosu.

Kriterler	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Kriterler
A Kriteri									x									B Kriteri
B Kriteri													x					C Kriteri
C Kriteri			x															D Kriteri

Anket sonuçlarından elde edilen kriterlere ait ikili karşılaştırmalar geometrik ortalama yöntemiyle yargıları birleştirme yoluna gidilerek karşılaştırma matrisi elde edilir (Tablo 12).

Tablo 12. Karşılaştırma matrisi tablosu

Karşılaştırma Matrisi				
Kriterler	C ₁	C ₂	C...	C _n
C ₁	C ₁₁	C ₁₂	C _{1...}	C _{1n}
C ₂	C ₂₁	C ₂₂	C _{2...}	C _{2n}
C...	C _{...1}	C _{...2}	C...	C _{...n}
C _n	C _{n1}	C _{n2}	C _{n...}	C _{nn}

İkili karşılaştırma matrisinde yer alan her bir sütunun toplam değeri bulunur. Kriterler arası karşılaştırma matrisinde bulunan her elemanın bulunduğu sütun değerler toplamına bölünmesiyle matris normalleştirilir. Bu işlem matriste yer alan her bir sütunun toplam değerinin 1,00 olmasını sağlamaktadır. Sonraki adımda her satırda yer alan değerlerin aritmetik ortalaması alınarak öz vektör değerleri hesaplanır. Öz vektör hesaplanmasıyla, kriter ve alt kriterler (varsa) için görece önem ağırlık değerleri belirlenmiş olur.

Sonraki adımda yapılması gereken karşılaştırma matrisinin tutarlılık (CR) değerinin hesaplanmasıdır. CR tutarlılık değerinin hesaplanmasındaki amaç, karar vericilerin kriterler arasında yapmış oldukları kıyaslamaları (kriter karşılaştırmaları) gerçekleştirirken tutarlı davranıp davranmadıklarının belirlenmesine yönelik bir adımdır. AHP yönteminde tam bir tutarlılık gerekli değildir. Ancak tutarsızlığın kabul edilebilir sınırlar içinde kalması esastır. Saaty, tutarlılık oranı üst sınırını 0.10 olarak önermiştir (Saaty, 1987).

Tutarlılık oranının (CR) hesaplanması için, Tutarlılık indeksi (CI) ve Rastgele değer indeksinin (RI) belirlenmesine gereksinim duyulur. Bu değerler aşağıda verilen Rastgele değer indeks tablosu (Tablo 13) ve eşitlikler yardımıyla hesaplanır.

Tablo 13. Rastgele Değer İndeksi Çizelgesi

Kriter sayısı (n)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Rastgele değer indeksi (RI)	0	0	0,52	0,89	1,11	1,25	1,35	1,40	1,45	1,49

$$CI = \frac{(\lambda_{max} - n)}{(n-1)} \quad (4.6)$$

$$CR = \frac{CI}{RI} \quad (4.7)$$

Tutarlılık oranı (CR) 0,10 değerini aşarsa, karar vericinin yargıları tutarsız kabul edilir ve kriter karşılaştırmalarının gözden geçirilerek iyileştirme yapılması gerekir. CR sıfıra ne kadar yakınsa karar matrisinin tutarlılığı da o kadar yüksektir (Donegan vd. 1992; Xu vd. 2008). AHP adımlarının gösterildiği çizelge aşağıda verilmiştir (Taş vd. 2017)..

Tablo 14. AHP Adımları.

Adımlar	Açıklama
1. Karar problemi tanımlanır.	Karar verme probleminin tanımlanması.
2. Hiyerarşik yapı oluşturulur.	Alternatifler ve kriterler belirlenerek, yapısal hiyerarşinin oluşturulması.
3. İkili karşılaştırma matrisi oluşturulur.	Kriterler ve alt kriterler (varsa) için ikili karşılaştırma matrislerinin oluşturulması.
4. Öz vektör oluşturulur.	Her bir kriterin diğer kriterlere göre önem ağırlığını gösteren öz vektör hesaplanması.
5. Tutarlılık değeri hesaplanır.	Tutarlılık oranı için gerekli olan Tutarlılık indeksi (CI) değerinin hesaplanması ve Rastgele Değer İndeksi (RI) değerinin tablodan okunarak eşitlikte yerine konulması.
6. Tutarlılık oranı kontrolü yapılır.	$CR > 0,10$ ise karar matrisinin tutarsız, $CR \leq 0,10$ ise karar matrisinin tutarlı kabul edilmesi.

4.8.2. Veri Toplama Teknikleri

4.8.2.1. Karar Modelinin Oluşturulmasında Gerekli Verilerin Elde Edilmesi

Çok kriterli karar verme (ÇKKV) teknikleri arasında yer alan ve değerlendirme modeli için uygun görülen AHP (Analitik Hiyerarşi Proses) yönteminin işlem adımlarından biri hiyerarşik yapıda yer alan, kriter ve alt kriterlerin önem ağırlıklarının belirlenmesidir. Bu işlem kriterlerin ikili karşılaştırmasına imkân sağlayan ve yazar tarafından oluşturulmuş anket formu ile gerçekleştirilmiştir.

Hazırlanan anket formu ilk olarak pilot uygulama için sınanmıştır. İlk etapta anket uygulanacak hedef kitle inşaat mühendisi, mimar, makine mühendisi, çevre mühendisi vb. meslek gruplarındaki akademisyenler, kamu kurumlarındaki teknik elemanlar ve piyasada aktif çalışan bahse konu meslek grupları olarak belirlenmiş, bu sayede katılımcı kişi sayısının artırılması amaçlanarak, etkili sonuçlar elde edileceği düşünülmüştür. Ancak sonuç beklendiği gibi olmamış, katılımcıların mesleki uzmanlık ve tecrübe alanları mühendislik ve mimarlık anabilim dalları için farklılık gösterdiği (ör. İnşaat mühendisi olup, ulaştırma alanında tecrübeli olması veya mimar olup, sanat yapıları alanında tecrübeli olması vb. durumlarla karşılaşılması) bu nedenle ankette yer alan kıyaslamalar için yeteri kadar uzmanlık bilgisine sahip olamadıkları anlaşılmıştır. Bunun yanında pilot anket uygulamasının web tabanlı bir anket

uygulaması (google forms) ile gerçekleştirilmiş olması, anket katılımcıların yeteli özeni göstermeden, gelişigüzel doldurdıkları anlaşılmıştır. Bu nedenle elde edilen verilerin tutarsızlık göstermesi de yukarıda bahsi geçen durumu desteklemektedir.

Pilot anket uygulaması neticesinde anket uygulanacak hedef kitle sınırlandırılmış, her bir temel performans kriterleri için "alanında son derece" uzman kişilerin bilgi, deneyim ve tecrübelerinden yararlanılmasını sağlamak amacıyla inşaat mühendisi ve mimarlardan oluşan akademisyen grup içerisinde uzmanlık alanına göre “binaların güçlendirilmesi, betonarme yapılar, deprem, performans analizi, kamu ve okul binaları, binalarda enerji verimliliği ve enerji etkin tasarım, fiziksel çevre denetimi, depreme dayanıklı mimari tasarım” konularında çalışmaları bulunan akademisyen hocalar ile ön görüşme ve ayrıntılı bilgilendirme yapılarak esas anket formu uygulanmıştır. Elde edilen sonuçlar anket bölümlerinde sunulmuştur.

4.8.2.2.Güçlendirme Gereksinimi Olan Binalara Ait Verilerin Elde Edilmesi

Tez araştırma modeli için önerilen değerlendirme yönteminin sınanması ve uygulamaya dönük verilerin elde edilmesi amacı ile çalışmaya konu örnek binalara - temel eğitim binaları (okul binaları) - ait bilgilerin temin edilmesi adına Manisa Celal Bayar Üniversitesi ile Millî Eğitim Bakanlığı arasında gerekli yazışmalar gerçekleştirilmiştir. Bu sayede çalışmaya konu edilen binalar inceleme fırsatı oluşturularak, önceden yapılmış güçlendirme işlerine ait bilgilere ulaşılmıştır. Bu bilgiler sadece bilimsel çalışmalarda veri sağlamak amacıyla kullanılacağı taahhüdü ilgili makamlara sunulmuştur.

4.8.3. Esas Anket Çalışması

Doktora tezi kapsamında uygulanacak anket formu için öncelikle etik kurul izni gerektiğinden hareketle, etik kurul izin talebi oluşturulmuş, Üniversitemiz Fen ve Mühendislik Bilimleri Bilimsel Araştırma ve Yayın Etik Kurulu'nun 22.05.2024 tarih ve 2024/3 sayılı toplantısında alınan kararda çalışmanın etik yönden uygun olduğu değerlendirilmiştir (Ek-3).

Hazırlanan anket çalışması üzerinde gerçekleştirilen pilot çalışmalar neticesi gerekli revizyonlar gerçekleştirilerek “esas anket formu” adı altında son haline

getirilmiştir. Anket formunun ilk sayfasının üst kısmında bulunan katılımcıları bilgilendirmeye yönelik paragrafın ardından, bu çalışmanın güçlendirme gereksinimi olan – **deprem performans analizi sonrası güçlendirilmesi gereken** – okul binaları için “GÜÇLENDİRME” veya “YIKIM-YENİDEN İNŞA” kararının alınmasında etkili parametrelerin önem ağırlıklarının belirlenmesi amacıyla gerçekleştirildiği bilgisi yer almaktadır.

Anket formu 3 (üç) bölümden oluşmaktadır. 1. Bölüm, katılımcı profilinin belirlenmesine yönelik iki soru (meslek ve mesleki deneyim) yer almaktadır. 2. Bölüm katılımcının uzmanlık alanına özgü olarak ayrı ayrı belirlenmiş temel performans kriterlerine bağlı (Yapısal/Fiziksel, İşlevsel/Mimari, Çevresel/Enerji ve Ekonomik) alt kriterlerin ikili karşılaştırmalarının yapılması istenmektedir. Gerçekleştirilen örnek anket Şekil 45.ve Şekil 46 da gösterilmektedir. Ayrıca her karşılaştırma tablosundan önce aşağıda yer alan karşılaştırma ölçeğine (Tablo 15) dikkat çekilerek, karşılaştırmaya konu kriterler Eşit üstünlükte ise "1", Az üstünlükte "3", Fazla üstünlükte "5", Çok üstünlükte "7", Son derece Çok üstünlükte ise "9" olarak işaretleme yapması gerektiği ("2", "4", "6", "8" değerleri ara değerler olduğu) hatırlatılmıştır. Çalışmada uygulanan anket formunun tamamı EK. 1 de sunulmuştur.

Tablo 15. Performans kriterleri kıyaslama/karşılaştırma ölçeği

Önem Değeri	Değer Tanımları
1	İki Kriterde Eşit Önemde
3	Bir Kriter Diğer Kriterlere Göre Biraz Daha Önemli
5	Bir Kriter Diğer Kriterlere Göre Oldukça Önemli
7	Bir Kriter Diğer Kriterlere Göre Çok Önemli
9	Bir Kriter Diğer Kriterlere Göre Son Derece Önemli
2, 4 ,6 ve 8	(Ara Değerler)

Yapısal/Fiziksel Performans Kriterleri Önem (Üstünlük) Karşılaştırma Tablosu:

Performans Kriterleri	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Performans Kriterleri
Bina Beton Basınç Dayanımı									✓									Donatı Tipi, Sınıfı, Etriye Durumu
Bina Beton Basınç Dayanımı								✓										Donatıda Gözlenen Korozyon Durumu
Bina Beton Basınç Dayanımı											✓							Zemin Sıvılaşma Riski
Bina Beton Basınç Dayanımı											✓							Binanın Dere, Taşkın ve Heyelan Yatağında Bulunma Durumu
Bina Beton Basınç Dayanımı					✓													Binanın Yaşı (Fiziksel Eskime)
Bina Beton Basınç Dayanımı									✓									Binada Bulunan Taşıyıcı Sistem Düzensizlik Durumu
Donatı Tipi, Sınıfı, Etriye Durumu								✓										Donatıda Gözlenen Korozyon Durumu
Donatı Tipi, Sınıfı, Etriye Durumu											✓							Zemin Sıvılaşma Riski
Donatı Tipi, Sınıfı, Etriye Durumu											✓							Binanın Dere, Taşkın ve Heyelan Yatağında Bulunma Durumu
Donatı Tipi, Sınıfı, Etriye Durumu					✓													Binanın Yaşı (Fiziksel Eskime)
Donatı Tipi, Sınıfı, Etriye Durumu									✓									Binada Bulunan Taşıyıcı Sistem Düzensizlik Durumu
Donatıda Gözlenen Korozyon Durumu											✓							Zemin Sıvılaşma Riski
Donatıda Gözlenen Korozyon Durumu											✓							Binanın Dere, Taşkın ve Heyelan Yatağında Bulunma Durumu
Donatıda Gözlenen Korozyon Durumu								✓										Binanın Yaşı (Fiziksel Eskime)

Şekil 45. Yapısal/Fiziksel performans kriteri karşılaştırma anket sayfası bölümü.

İşlevsel/Mimari Performans Kriterleri Önem (Üstünlük) Karşılaştırma Tablosu:

Performans Kriterleri	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Performans Kriterleri
Binanın Projesine Uygunluk Düzeyi			✓															Bina Kapalı Alan Yeterlilik Düzeyi
Binanın Projesine Uygunluk Düzeyi													✓					Binanın Sunulan Hizmette Uygunluk Düzeyi
Binanın Projesine Uygunluk Düzeyi											✓							Bina Büyüyebilirlik Düzeyi
Binanın Projesine Uygunluk Düzeyi																	✓	Binanın Muhtemel Afet Sonrası Kullanılabilirlik Düzeyi
Binanın Projesine Uygunluk Düzeyi											✓							Bina Konumunun Olumsuz Mekanlara Uzaklık Düzeyi
Binanın Projesine Uygunluk Düzeyi									✓									Bina Çevresi Trafik ve Yaya Düzenlenme Olanakları
Bina Kapalı Alan Yeterlilik Düzeyi									✓									Binanın Sunulan Hizmette Uygunluk Düzeyi
Bina Kapalı Alan Yeterlilik Düzeyi											✓							Bina Büyüyebilirlik Düzeyi
Bina Kapalı Alan Yeterlilik Düzeyi																	✓	Binanın Muhtemel Afet Sonrası Kullanılabilirlik Düzeyi
Bina Kapalı Alan Yeterlilik Düzeyi									✓									Bina Konumunun Olumsuz Mekanlara Uzaklık Düzeyi
Bina Kapalı Alan Yeterlilik Düzeyi									✓									Bina Çevresi Trafik ve Yaya Düzenlenme Olanakları
Binanın Sunulan Hizmette Uygunluk Düzeyi									✓									Bina Büyüyebilirlik Düzeyi
Binanın Sunulan Hizmette Uygunluk Düzeyi																	✓	Binanın Muhtemel Afet Sonrası Kullanılabilirlik Düzeyi
Binanın Sunulan Hizmette Uygunluk Düzeyi									✓									Bina Konumunun Olumsuz Mekanlara Uzaklık Düzeyi
Binanın Sunulan Hizmette Uygunluk Düzeyi									✓									Bina Çevresi Trafik ve Yaya Düzenlenme Olanakları
Bina Büyüyebilirlik Düzeyi																	✓	Binanın Muhtemel Afet Sonrası

Şekil 46. İşlevsel/Mimari performans kriteri karşılaştırma anket sayfası bölümü.

Anketin 3. ve Son bölümünde temel performans kriterleri tüm katılımcılar tarafından değerlendirilerek, gerekli üstünlük kıyaslamasının yapılması istenilmiştir.

Temel Performans Kriterleri Karşılaştırma Tablosu:

Performans Göstergesi	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Performans Göstergesi
Yapısal/Fiziksel Performans																		İşlevsel/Mimari Performans
Yapısal/Fiziksel Performans																		Çevresel/Enerji Performans
Yapısal/Fiziksel Performans																		Ekonomik Performans
İşlevsel/Mimari Performans																		Çevresel/Enerji Performans
İşlevsel/Mimari Performans																		Ekonomik Performans
Çevresel/Enerji Performans																		Ekonomik Performans

Şekil 47. Temel performans kriteri karşılaştırma anket sayfası bölümü.

Anket çalışmasıyla ilgili uzman katılımcıların demografik özelliklerine ilişkin bilgiler Tablo 16 da sunulmuştur. Her bir temel performans kriterinin alanında son derece uzman kişiler tarafından gerçekleştirilmesi kararı, anket sonuçlarının tutarlı bulunması açısından son derece önemlidir.

Tablo 16. Ankete katılan uzmanların demografik özellikleri

Uzman	Mesleki Özeliği	Deneyim (yıl)	Sayı
Akademisyenler	İnşaat Mühendisi	10-20	4
		20-40	5
		50-60	2
	Mimar	10-20	6
		20-40	7
		50-60	2
Toplam:			26

Anket uygulamasına katılan 26 akademisyen arasından, ilk aşamada değerlendirme modeli temel performans göstergeleriyle ilişkili uzmanlık çalışmaları bulunan, Yapısal/Fiziksel kriterler için 11 (on bir), İşlevsel/Mimari kriterler için 8

(sekiz), Çevresel/Enerji kriterleri için 7 (yedi) akademisyen hocamıza uygulanmıştır. İkinci aşamada temel performans Y.İ.Ç.E. (Yapısal-İşlevsel-Çevresel-Ekonomik) kriterlerinin ikili karşılaştırmaları tüm akademisyen hocalarımız tarafından gerçekleştirilmiştir. Elde edilen anket sonuçları birleştirme aşamasına geçmeden önce tutarlılık değerleri kontrol edilmiştir. Toplam üç aşamada uygulanan anketin her aşamasından elde edilen sonuçlar ayrı ayrı Super Decision (2.10 sürüm) programında, oluşturulan hiyerarşik yapı (Şekil 48) içerisinde veri girişi sağlanarak tutarlılık oranı kontrolü yapılmıştır. Bu kontrol sonrasında tutarlılık oranı (CR) 0,10 düzeyi referans alınarak, anket ikili karşılaştırmaları için tutarsız olduğu değerlendirilen anket cevapları elenmiştir. Tutarlı cevapların alındığı ikili karşılaştırma tablolarında, Yapısal/Fiziksel kriterler için 7 (yedi), İşlevsel/Mimari kriterler için 5 (beş) Çevresel/Enerji kriterleri için 5 (beş) olmak üzere toplam 17 kişilik, alanında son derece uzman akademisyenlerin cevapları, önerilen değerlendirme modeline konu edilmiştir.

AHP yöntemi birden çok uzman kişinin görüşlerinden yararlanabilmeye imkân tanımaktadır. Birden çok kişinin yargısına başvurulmasının söz konusu olduğu durumlarda, yargıların birleştirilmesi gerekmektedir. Bu birleştirme geometrik ortaların alınması ile gerçekleştirilmiştir. Birleştirme için aritmetik ortalama yönteminin uygun bir yaklaşım olmayacağı araştırmacılar tarafından açıkça belirtilerek, ikili karşılaştırmalardaki yargıların birleştirme işleminin geometrik ortalama alınması yoluyla yapılmasının doğru olacağı konusu açıklığa kavuşturulmuştur (Aydın, 2008; Eray, 2015; Kuruüzüm ve Atsan, 2001; Yazır,2022; Dağdeviren vd. 2004).

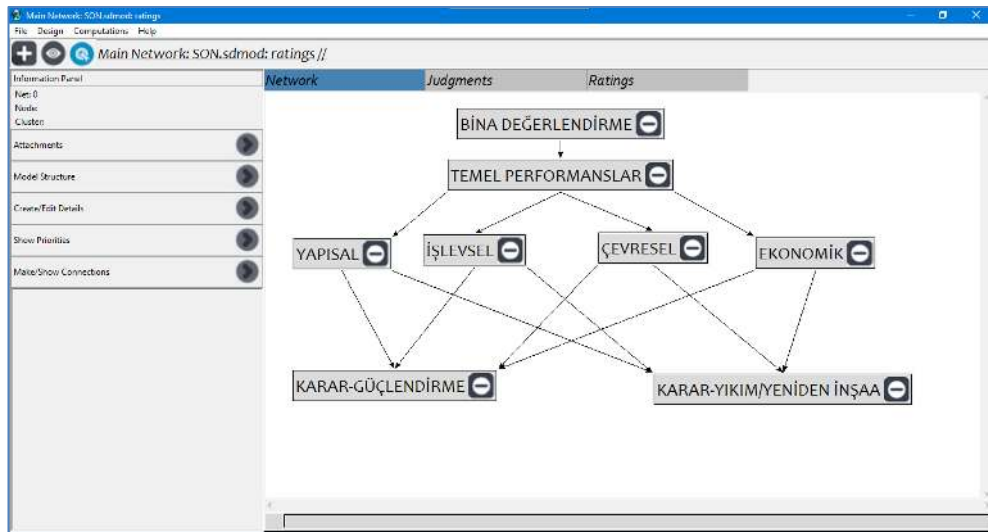
Araştırma konusu karar destek modelinde kriter ve alt kriter ağırlıklandırmasının elde edilmesi amacıyla, uzman görüşüne dayalı anket sonuçları elde edilmiştir. Birden çok kişinin yargılarına dayanan anket verileri geometrik ortalama alınması metoduyla birleştirilmiştir. Bu aşamadan sonra bölüm 4.8.1 ‘de belirtilen AHP adımları takip edilerek, her bir kriter ve temel performans göstergesi için belirlenen önem ağırlık katsayı (Ö.A.K.) değerleri elde edilecektir.

Böylece tez çalışmasında önceki bölümlerinde ayrıntılı olarak açıklanan ve hedef okul binaları için değerlendirme yöntemi olarak önerilen Y.İ.Ç.E. puanı hesaplama modeli (eşitlik 4.5) için gerekli katsayılar belirlenmiş olacaktır. Sonraki aşamada önerilen karar destek modelinin uygulanacağı Temel Eğitim Kurumu (Okul)

binaları üzerinde yapılan inceleme ve dosyalarından elde edilecek mevcut verilerin, yine bu araştırma modeli için tasarlanan skor sayı puan kartları yardımıyla belirlenecek skor sayı puan (S.S.P.) değerlerinin belirlenmesi ile Y.İ.Ç.E. Puanı hesaplama modeli için gerekli tüm veriler tamamlanmış olacaktır. Elde edilen verilerin eşitlik 4.5 de yerine konması ile Y.İ.Ç.E. Puan hesaplanması yapılabilecektir.

4.8.4. AHP Analizleri ve Önem Ağırlıklarının Belirlenmesi

Birleştirilmiş anket verileri için sıralı AHP adımları Microsoft Office Excel programı ile gerçekleştirilebilir. Ancak bu zaman alıcı ve hata yapma olanağı yüksek bir seçenektir. Bu konuda özel olarak hazırlanmış paket programlar mevcut olup, bunların başında Super Decision ve Expert Choice programları ön plana çıkmaktadır. AHP temelli karar problemlerinin çözümüne yönelik hazırlanmış bu programların kurulumu ve kullanımı ücretsiz olup, web sitesi üzerinden kolayca ulaşılabilir. Önerilen değerlendirme modelinin yapısı gereği temel performans göstergeleri ve alt kriterler için uzman görüşüne dayalı anket verileri ayrı ayrı birleştirilmiştir. AHP modeli yardımıyla kriter ve alt kriterlere ait önem ağırlık değerlerinin hesaplanması adımına geçilmiştir. Verilerin hızlı ve doğru bir şekilde analiz edilerek çıktılarının bir bütün olarak değerlendirilmesi son derece önemlidir. Bu nedenle Super Decision programından faydalanarak hiyerarşik yapı için gerekli amaç, kriter ve alt kriterler ile alternatifler yazılıma tanımlanmıştır. Oluşturulan hiyerarşik yapı Şekil 48 de verilmiştir.



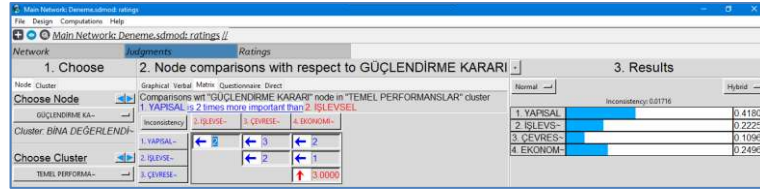
Şekil 48. Değerlendirme modeli hiyerarşik yapısı.

Sonraki adımda temel performans kriterleri ve alt kriterler için uygulanan ve birleştirilmiş anket sisteminden elde edilen ikili karşılaştırma verileri Super Decisions yazılımında ilgili alanlara veri girişleri gerçekleştirilmiştir. İlk etapta temel performans göstergeleri (Yapısal-İşlevsel-Çevresel-Ekonomik) için birleştirilmiş anket verilerinden elde edilen ikili karşılaştırmalar yazılıma girilmiştir (Şekil 49).



Şekil 49. Temel performans kriterleri karşılaştırma sonuçları.

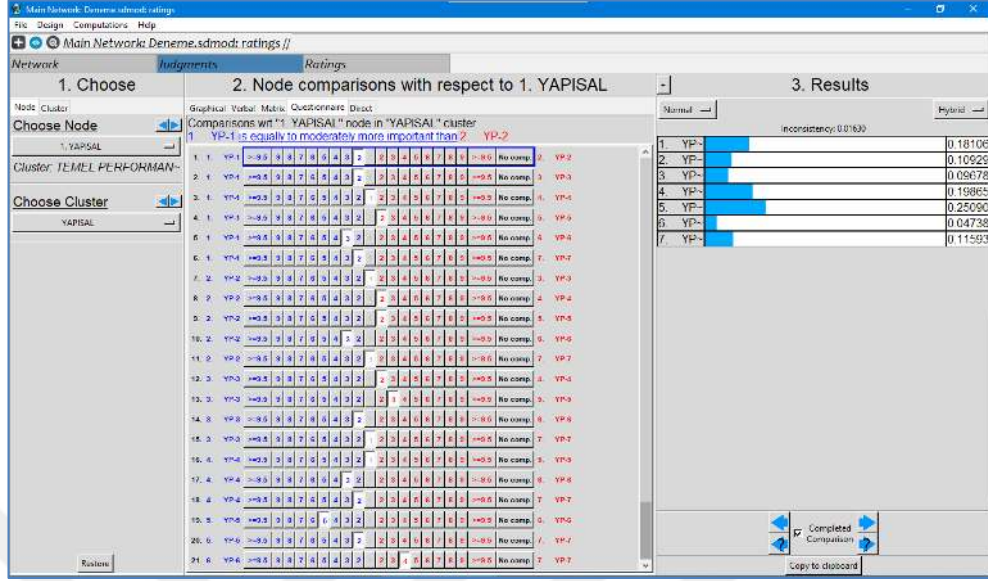
İkili karşılaştırmalar sonucunda Super Decisions yazılımından elde edilen temel performans göstergelerine ait karşılaştırma matrisi sonucunda tutarlılık oranı 0,01716 ve önem ağırlık değerleri Şekil 49 ve Şekil 50 de gösterilmektedir.



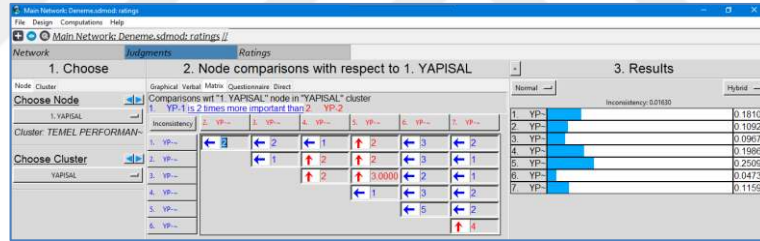
Şekil 50. Temel performans göstergeleri karşılaştırma matrisi ve önem ağırlık değerleri

Araştırma modeli hiyerarşik yapısında yer alan alt kriterlere ait birleştirilmiş anket verilerinin Super Decisions yazılımına girilmesi ve elde edilen karşılaştırma matrisleri ve kriterlere ait önem ağırlık değerleri ve elde edilen önem ağırlık değerlerine ait bilgiler aşağıda verilmiştir. Yapısal/Fiziksel performans kriterler için elde edilen tutarlılık oranı (CR):0,01630, İşlevsel/Mimari performans kriterler için (CR):0,05234, Çevresel/Enerji performans kriterler için (CR):0,09764 ve Ekonomik performans kriterler için (CR):0,08815 olarak bulunmuştur. Elde edilen değerlerden

tüm performans kriterleri için tutarlılık oranı (CR) referans oran olan 0,10 değerinden küçük, dolayısıyla tutarlı olduğu görülmüştür.



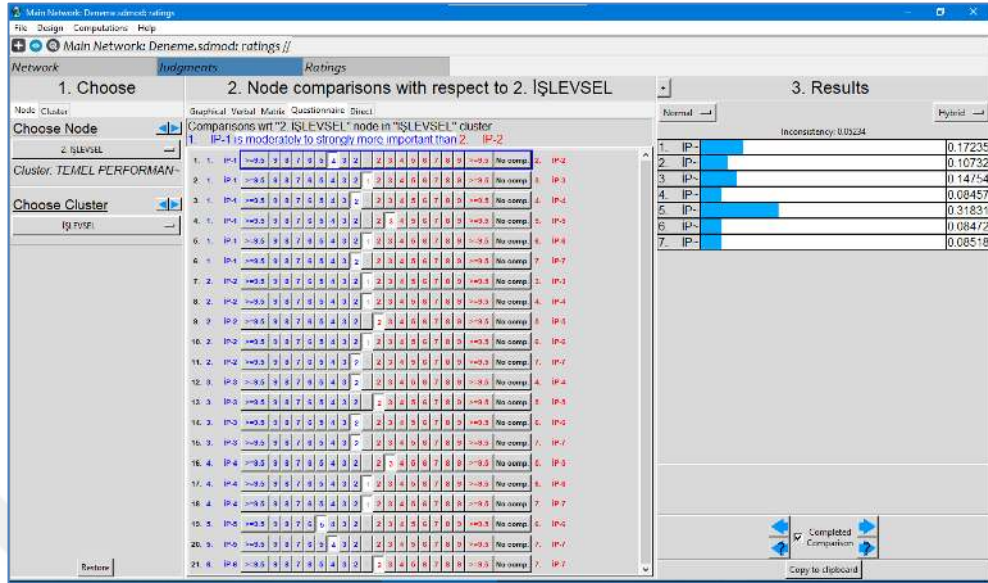
Şekil 51. Yapısal performans kriterleri karşılaştırma sonuçları.



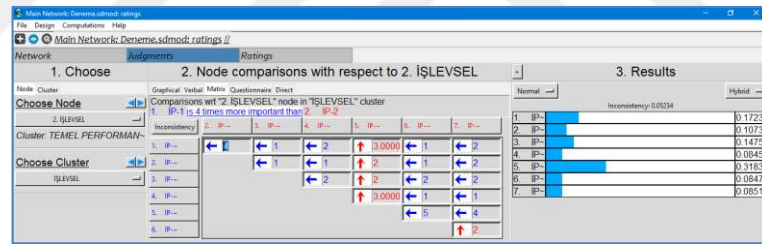
Şekil 52. Yapısal performans kriterleri karşılaştırma matrisi ve önem ağırlık değerleri

Araştırma modeli için belirlenen temel performans göstergeleri arasında yer alan Yapısal/Fiziksel performans göstergesi için birleştirilmiş anket verileri programa girişleri, AHP adımları sonrasında elde edilen karşılaştırma matrisi ve kriterlere ait hesaplanan önem ağırlık katsayı (Ö.A.K.) değerleri Şekil 51 ve Şekil 52 de verilmiştir.

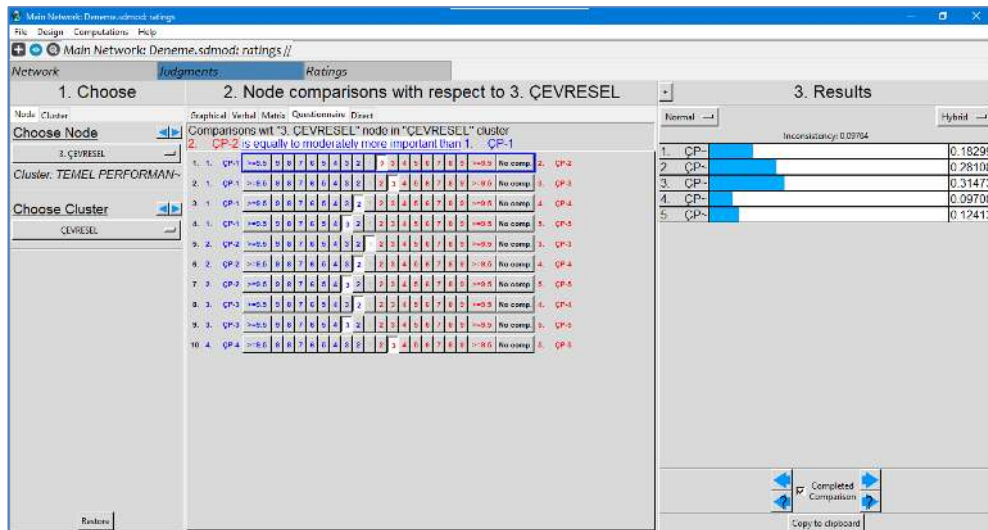
Yukarıda bahse konu 4 (dört) temel performans göstergesine dair birleştirilmiş anket verilerinin Super Decisions yazılımı girişleri ile elde edilen karşılaştırma matrisleri ve hesaplanan önem ağırlık katsayı değerleri aşağıda Şekil 53, Şekil 54, Şekil 55, Şekil 56, Şekil 57, Şekil 58 de sırasıyla yer almaktadır.



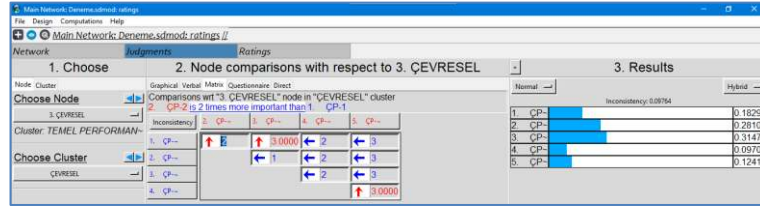
Şekil 53. İşlevsel performans kriterleri karşılaştırma sonuçları.



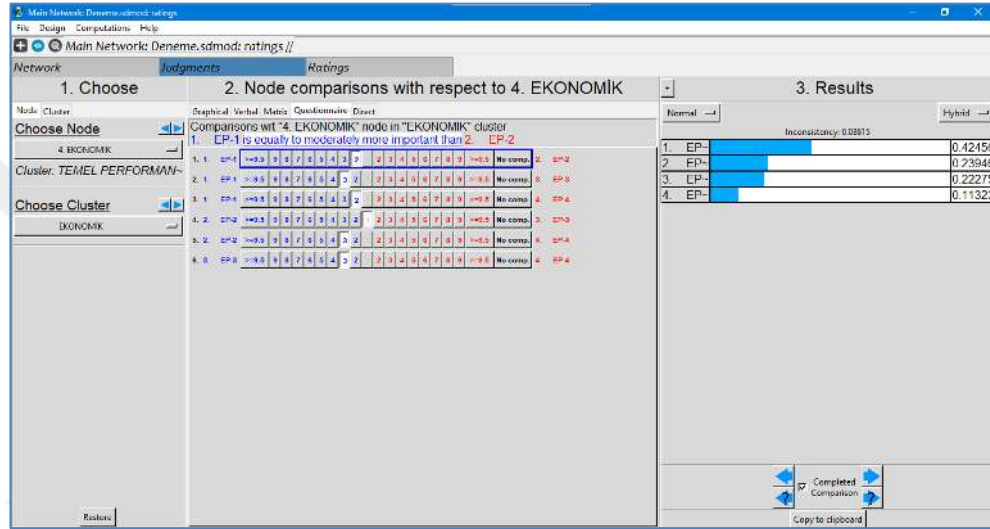
Şekil 54. İşlevsel performans kriterleri karşılaştırma matrisi ve önem ağırlık değerleri



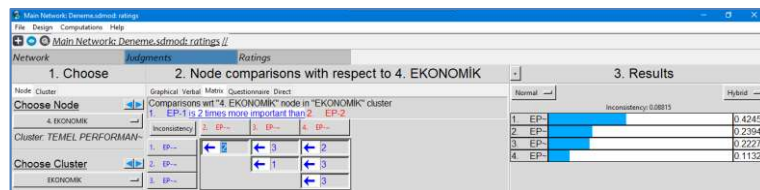
Şekil 55. Çevresel performans kriterleri karşılaştırma sonuçları.



Şekil 56. Çevresel performans kriterleri karşılaştırma matrisi ve önem ağırlık değerleri



Şekil 57. Ekonomik performans kriterleri karşılaştırma sonuçları.



Şekil 58. Ekonomik performans kriterleri karşılaştırma matrisi ve önem ağırlık değerleri

Bu işlemlerinin tamamlanması ile temel performans göstergeleri ve alt kriterlerin önem ağırlık katsayı değerleri AHP proses adımları, Super Decisions yazılımıyla gerçekleştirilmiş olup, temel performans göstergeleri için Tablo 17 de yer alan veriler, alt kriterler için ise Tablo 18 de yer alan değerler hesaplanmıştır. Bu

katsayılar önerilen Y.İ.Ç.E. değerlendirme modeli için kullanılacak önem ağırlık katsayı değerleridir.

Tablo 17. Temel performans göstergeleri önem ağırlık değerleri

Y	İ	Ç	E
0.4181	0.2226	0.1096	0.2497

Tablo 18. Alt kriterlere ait performans önem ağırlık değerleri

Kriter	Önem Ağırlık	Kriter	Önem Ağırlık	Kriter	Önem Ağırlık	Kriter	Önem Ağırlık
YP-1	0.1811	İP-1	0.17235	ÇP-1	0.182990	EP-1	0.42456
YP-2	0.1093	İP-2	0.10732	ÇP-2	0.281080	EP-2	0.23946
YP-3	0.0968	İP-3	0.14754	ÇP-3	0.314473	EP-3	0.22275
YP-4	0.1987	İP-4	0.08457	ÇP-4	0.097080	EP-4	0.11323
YP-5	0.2509	İP-5	0.31831	ÇP-5	0.124130		
YP-6	0.0474	İP-6	0.08472				
YP-7	0.1159	İP-7	0.08518				

Yukarıda hesaplanan kriter önem ağırlık katsayıları yardımıyla Y.P.P., İ.P.P. Ç.P.P. ve E.P.P. için bağıntılar yazılacak olursa;

$$Y.P.P. = (0,1811 \times YP-1) + (0,1093 \times YP-2) + (0,0968 \times YP-3) + (0,1987 \times YP-4) \\ + (0,2509 \times YP-5) + (0,0474 \times YP-6) + (0,1159 \times YP-7)$$

$$İ.P.P. = (0,1724 \times İP-1) + (0,1073 \times İP-2) + (0,1475 \times İP-3) + (0,0846 \times İP-4) + (0,3183 \times İP-5) \\ + (0,0847 \times İP-6) + (0,0852 \times İP-7)$$

$$Ç.P.P. = (0,1830 \times ÇP-1) + (0,2811 \times ÇP-2) + (0,3145 \times ÇP-3) + (0,0971 \times ÇP-4) \\ + (0,1241 \times ÇP-5)$$

$$E.P.P. = (0,4246 \times EP-1) + (0,2395 \times EP-2) + (0,2228 \times EP-3) + (0,1132 \times EP-4)$$

ve

$$Y.İ.Ç.E. \text{ Puanı} = (0,4181 \times Y.P.P.) + (0,2226 \times İ.P.P.) + (0,1096 \times Ç.P.P.) + (0,2497 \times E.P.P.)$$

Eşitlikler elde edilmiştir.

5. ÖRNEK MODEL UYGULAMALARI

Bu bölümde tez çalışmasıyla ortaya konan araştırma modelinin, Millî Eğitim Bakanlığına ait temel eğitim kurumları (okul binaları) üzerinde sınanması ve elde edilecek Y.İ.Ç.E. Puan değerlendirileceği son aşamadır.

Önerilen değerlendirme modeli ile deprem performans analizi sonucu, mevcut bina hakkında alınacak “Güçlendirme” veya “Yıkım-Yeniden İnşa” kararları için bir yaklaşım ortaya konulmuştur. Toplam 16 (onaltı) adet güçlendirme uygulaması yapılması kararı verilmiş bina ile bu binalar arasından yıkım kararı alınan 4 (dört) adet bina üzerinde önerilen değerlendirme modeli sınanmıştır.

Binalara ait verilerin elde edilmesinde Milli Eğitim Müdürlükleri, Çevre Şehircilik ve İklim Değişikliği Müdürlükleri ile ilgili bina güçlendirme (proje – ihale) çalışmalarında danışmanlık veya proje müellifi olan firmalara ait arşivlerin taranmasıyla elde edilmiştir. Bahse konu binalara ait ihale-idare dosyaları, güçlendirme öncesi hazırlanan röleve raporları, okullara ait bilgi formları, bina onarım ihtiyaç tutanakları, güçlendirme (takviye) raporları, salt güçlendirme ve onarım + güçlendirme imalatlarına ait yaklaşık maliyet değerleri vb. bilgi ve belgeler (EK-2) üzerinden önerilen değerlendirme modeli için veri girişleri yapılmıştır (Şekil. 56).

Örnek model için seçilen her bina kritik seviye diye adlandırılan okullar seçilmiştir. Bu okulların seçilmesinde referans noktalar olarak, beton basınç dayanımı düşük, güçlendirme maliyeti yüksek, donatı korozyonu görülen, ileriki süreçte büyük bakım onarım gerektiren ve yapım yılı itibarıyla yaşlı sayılabilecek okul binaları belirlenmiştir.

Önerilen değerlendirme modelinin yapısı ve hesaplamalar özetlenecek olursa; temel performans göstergeleri ve alt kriterlere ait önem ağırlık katsayı değerleri (Ö.A.K.) uzman görüşüne dayalı ikili karşılaştırmalar yardımıyla, AHP yöntemi ve Super Decision programından elde edilmiştir. Alt kriterlere mevcut durum değerleri, kurumlardan elde edilen güçlendirme raporları ve dokümanlarda yer alan bilgiler yardımıyla tespit edilmiş, bu bilgiler yardımıyla her bir alt kritere özgü oluşturulan skor sayı puan (S.S.P) değerleri belirlenmiştir. Her bir temel performans göstergesi için eşitlikler (4.1), (4.2), (4.3), (4.4) yardımıyla performans puan (P.P.) değerleri hesaplanmıştır. Bahse konu binalar için temel performans göstergelerine

(Yapısal/Fiziksel, İşlevsel/Mimari, Çevresel/Enerji ve Ekonomik) bağlı olarak hesaplanan performans puan (Y.P.P., İ.P.P., Ç.P.P., E.P.P.) değerleri ve bahse konu binalar için mevcut duruma göre yapısal performans kaybı yüzdeler olarak ifade edilebilmiştir. Ayrıca her bir performans kriterinden elde edilen performans göstergeleri ve ilgili performans önem ağırlık değerleri çarpımlarının toplanmasıyla (Eşitlik 4.5) binaya ait Y.İ.Ç.E. puanı hesaplanabilmektedir.

Önerilen değerlendirme modelinin sınanması amacıyla toplam 16 (on altı) adet okul binası için ulaşılan veriler Microsoft Excel programı yardımıyla düzenlenerek, temel performans alt kriter değerleri, mevcut duruma karşılık gelen skor sayı puanları, önem ağırlık katsayılarına ait bilgiler Şekil.59 da verilen tabloda ayrıntılı olarak belirtilmiştir.

Değerlendirme modeli yardımıyla örnek okul binalarına ait (16 adet) hesaplanan performans puan değerleri ve % kayıpları ile eşitlik ve Y.İ.Ç.E. Puan değeri ile % kayıpları hesaplanarak, Şekil.60,, Şekil.65 ve EK-4 de gösterilmiştir. Önerilen değerlendirme modeli yardımıyla elde edilen sonuçlar kullanılarak, oluşturulan kıyaslama ve ilişki durumunu gösteren grafikler Şekil. 66, ..., Şekil. 72 de sunulmuştur.

Ayrıca araştırmaya konu binalarla ilgili yapmış olduğumuz çalışmalar ve deneyimler ile araştırmaya destek veren, alanında son derece uzman akademisyen hocalarımızın katkısıyla önerilen değerlendirme modeline ek olarak;

- En önemli parametrelerin başında “Bina Mevcut Beton Basınç Dayanımı” (YP-1) geldiği ve beton basınç dayanımı değerimin 6 MPa ve altında olması durumunda, güçlendirme uygulamasının sağlıklı yapılabilmesinin kuşku olabileceği,
- Diğer etkili parametrelerden, “Binanın Dere, Taşkın ve Heyelan Yatağında Bulunma Durumu” (YP-5) olması halinde konum itibarıyla bina güvenliğinin riskli olduğu değerlendirilmektedir.

Bahse konu parametreler için yukarıda belirtilen sınır durumların bulunması halinde, binalar için verilecek kararın; Güçlendirme yerine, Yıkım-Yeniden İnşa seçeneğinin tercih edilmesinin daha isabetli olacağı yönündedir.

ÖRNEK OKUL BİNALARINA AİT BİLGİLER	ÖRNEK BİNA-1 ... Ortaokulu	ÖRNEK BİNA-2 ... İlkokulu	ÖRNEK BİNA-3 ... Ortaokulu	ÖRNEK BİNA-4 ... İlkokulu	ÖRNEK BİNA-5 ... Anadolu Lisesi	ÖRNEK BİNA-6 ... İlkokulu	ÖRNEK BİNA-7 ... Ortaokulu	ÖRNEK BİNA-8 ... Ortaokulu A-Blok	ÖRNEK BİNA-9 ... Ortaokulu B-Blok	ÖRNEK BİNA-10 ... İlkokulu	ÖRNEK BİNA-11 ... İlkokulu Ortaokulu	ÖRNEK BİNA-12 ... Anadolu Lisesi	ÖRNEK BİNA-13 ... İLKOKULU	ÖRNEK BİNA-14 ... Ortaokulu A-Blok	ÖRNEK BİNA-15 ... Ortaokulu B-Blok	ÖRNEK BİNA-16 ... İlk-ortaokulu
Mevcut Beton Mukavemeti (Mpa):	6.4	9.6	10.0	8.0	9.0	6.9	6.5	16.0	7.2	10.5	7.9	8.5	10.0	10.3	6.9	7.3
Donatı tipi:	220	220	220	220	220	220	220	220	220	220	220	220	220	220	220	220
Etriye Sıkıştırma Durumu:	yok	yok	yok	yok	yok	yok	yok	yok	yok	yok	yok	yok	yok	yok	yok	yok
Donatıda korozyon	hafif	hafif	yüksek	yüksek	yok	hafif	hafif	hafif	hafif	yüksek	hafif	yüksek	yok	hafif	hafif	hafif
Sivılaşma Riski:	yok	yok	yok	yok	yok	yok	yok	yok	yok	yok	yok	yok	yok	yok	yok	yok
Heyelan Riski:	yok	yok	yok	yok	yok	yok	yok	yok	yok	yok	yok	yok	yok	yok	yok	yok
Düzensizlik Durumu:	iyi	iyi	iyi	iyi	çok iyi	iyi	iyi	iyi	iyi	iyi	orta	iyi	iyi	iyi	iyi	çok iyi
Bina Yapım Yılı:	1992	-	1972	1986	1992	1990	1995	1991	1999	1992	1989	1996	1998	1985	1985	1986
Projesine uygunluk düzeyi:	iyi	iyi	iyi	iyi	iyi	iyi	iyi	iyi	iyi	iyi	iyi	iyi	iyi	iyi	iyi	iyi
Toplam İnşaat Alanı (m2):	1554	1094	3352	920	3008	1467	1892	5033	2081	1102	1265	1586	1425	1569	286	1133
Öğrenci Sayısı:	215	265	800	63	314	230	506	461	461	36	60	251	134	236	236	66
m2 deki kişi sayısı (kişi/m2)	7.2	4.1	4.2	14.6	9.6	6.4	3.7	15.4	6.9	30.6	21.1	6.3	10.6	6.6	1.2	17.2
Derslik Sayısı:	8	9	24	4	11	12	19	23.0	23.0	6	9	10	12	11	11	6
Derslik teki kişi sayısı (kişi/derslik sayısı):	26.9	29.4	33.3	15.8	28.5	19.2	26.6	20.0	20.0	6.0	6.7	25.1	11.2	21.5	21.5	11.0
Kat Yüksekliği (m):	3.1	3.3	3.3	3.1	3.2	3.2	3.2	3.5	3.2	3.2	3.0	3.2	3.1	3.2	3.4	3.0
Bahçe Alanı/Bina Oturma Alanı:	yeterli	yeterli	yeterli	yeterli	yeterli	yeterli	yeterli	yeterli	yeterli	yeterli	yeterli	yeterli	yeterli	yeterli	yeterli	yeterli
Bina Çevresi Trafik Durumu	iyi	iyi	iyi	iyi	iyi	iyi	iyi	iyi	iyi	iyi	iyi	kötü	iyi	iyi	iyi	iyi
Çatı Yalıtımı:	mebran	yok	yok	yok	yok	yok	yok	yok	yok	yok	yok	yok	yok	yok	yok	yok
Diğ cephe ısı yalıtımı :	yok	yok	yok	yok	yok	yok	yok	yok	yok	yok	yok	yok	yok	yok	yok	yok
Pencere ve Cam Yalıtımı:	kötü	pvc	pvc	pvc	pvc	pvc	pvc	pvc	pvc	pvc	pvc	pvc	pvc	pvc	pvc	pvc
Bina çevresinde zararlı etki ve gürültü mekan var mı?	yok	yok	yok	yok	yok	yok	yok	yok	yok	yok	yok	yok	yok	yok	yok	yok
Güçlendirme Maliyeti - statik (TL)	157,747.00	207,273.00	1,431,399.39	182,134.00	1,249,156.00	853,532.50	591,891.00	2,155,327.00	848,832.00	348,395.00	503,472.00	591,508.00	197,147.00	732,049.00	33,916.00	181,202.00
Katlanılması Gereken Maliyet-Kira-taşıma (TL):	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Yeniden Yapım Maliyeti (TL):	1,370,654.00	965,826.00	4,088,436.00	1,162,608.00	3,818,124.00	1,911,516.00	2,444,340.00	6,390,540.00	2,498,124.00	1,322,448.00	1,518,960.00	1,903,224.00	1,807,980.00	1,883,748.00	318,552.00	1,360,380.00
Güçlendirme + İleriki 10 Yıllık Maliyeti Tümü (TL):	658,593.00	597,525.00	2,519,147.69	572,248.00	2,330,029.00	1,453,782.00	1,214,262.00	3,506,617.00	1,627,039.00	662,890.00	970,496.00	1,002,244.00	704,237.00	1,079,297.00	104,929.00	411,692.00
İleriki 10 Yıllık Maliyetler Toplamı (TL):	500,846.00	390,252.00	1,087,748.30	390,114.00	1,080,873.00	600,249.50	622,371.00	1,351,290.00	778,207.00	314,495.00	467,024.00	410,736.00	507,090.00	347,248.00	71,013.00	230,490.00
G.M/Y.Y.M (%):	0.12	0.21	0.35	0.16	0.33	0.45	0.24	0.34	0.34	0.26	0.33	0.31	0.11	0.39	0.11	0.13
10 yıllık Bakım Onarım/Yeniden Yapım Oranı (%):	0.37	0.40	0.27	0.34	0.28	0.31	0.25	0.21	0.31	0.24	0.31	0.22	0.28	0.18	0.22	0.17
Enflasyon oranı (yıllık %):	20.0	20.0	14.6	14.6	14.6	14.6	14.6	14.6	14.6	14.6	14.6	14.6	14.6	14.6	14.6	14.6
Raporun Hazırlama Yılı:	2018	2018	2020	2020	2020	2020	2020	2020	2020	2020	2018	2020	2020	2020	2020	2020

■ Örnek Bina-2, Örnek Bina-3, Örnek Bina-6 ve Örnek Bina-11 Bakanlık tarafından “Yıkım” kararı verilerek yıktırılan okullardır.

Şekil 59. Modelin sınındığı okul binalarına ait bilgiler (toplam 16 okul).

Okul / Bina Adı : ÖRNEK BİNA-1					Mevcut Durum Değeri	Gösterge Skor Sayı Puanı	Kriter Ağırlık (AHP)	S.S.D x Kriter Ağırlığı	Toplam Skor Sayısı	Performans Gösterge Ağırlık (AHP)	Toplam S.S. x Performans Ağırlığı		
Mevcut Beton Mukavemeti (Mpa):	6.4	Temel Performans Göstergeleri:	(Y) YAPISAL	(YP-1) Bina Ortalama Beton Basıncı Dayanımı	6.4	5	0.181	0.905	4.365	0.418	1.825	Yapısal Puan Kaybı (%) 15.88	
Donatı tipi:	220			(YP-2) Donatı Tipi, Sınıfı ve Etriye Durumu	220/yetersiz	2	0.109	0.219					
Etriye Sıklaştırma Durumu:	yok			(YP-3) Donatıda Gözlenen Korozyon Durumu	hafif	4	0.097	0.387					
Donatıda korozyon	hafif			(YP-4) Zemin Sıvılaşma Riski	yok	5	0.199	0.993					
Sıvılaşma Riski:	yok			(YP-5) Dere, Heyelan Yapağında Bulunma Durumu	yok	5	0.251	1.255					
Heyelan Riski:	yok			(YP-6) Bina Yaşı	26	3	0.047	0.142					
Düzensizlik Durumu:	iyi			(YP-7) Taşıyıcı Sistem Düzensizlik Durumu	iyi	4	0.116	0.464					
Bina Yapım Yılı:	1992		(İ) İŞLEVSEL		(İP-1) Mevcut Projesine Uygunluk Düzeyi	iyi	4	0.172	0.689	4.828	0.223	1.075	İşlevsel Puan Kaybı (%) 4.31
Projesine uygunluk düzeyi:	iyi				(İP-2) Bina Kapalı Alan Yeterlilik Düzeyi	çok iyi	5	0.107	0.537				
Toplam İnşaat Alanı (m2):	1554				(İP-3) Sunulan Hizmete Uygunluk Düzeyi	uygun	5	0.148	0.738				
Öğrenci Sayısı:	215				(İP-4) Büyüyebilirlik Düzeyi	uygun	5	0.085	0.423				
m2 deki kişi sayısı (kişi/m2)	7.2				(İP-5) Afet Sonrası Kullanılabilirlik	uygun	5	0.318	1.592				
Derslik Sayısı:	8.0				(İP-6) Olumsuz Mekanlara Uzaklık	uygun	5	0.085	0.424				
Derslik teki kişi sayısı (kişi/derslik sayısı):	26.9				(İP-7) Trafik ve Yaya Güvenliği	uygun	5	0.085	0.426				
Kat Yüksekliği (m):	3.1		(Ç) ÇEVRESEL		(ÇP-1) Enerji Kullanım Düzeyi	Uygun	5	0.183	0.915	4.156	0.110	0.456	Çevresel Puan Kaybı (%) 21.11
Bahçe Alanı/Bina Oturma Alanı:	yeterli				(ÇP-2) Isı yalıtım Düzeyi	düşük	2	0.281	0.562				
Bina Çevresi Trafik Durumu	iyi				(ÇP-3) Enerji İyileşme Potansiyeli	yüksek	5	0.314	1.572				
Çatı Yalıtımı:	mebran				(ÇP-4) Çevresel Gürültü Düzeyi	uygun	5	0.097	0.485				
Dış cephe ısı yalıtımı :	yok				(ÇP-5) Çevrede Kirliliğe Neden Olan Tesis	yok	5	0.124	0.621				
Pencere ve Cam Yalıtımı:	kötü	(E) EKONOMİK		(EP-1) Güçlendirme / Yeniden İnşaa Oranı	0.12	4	0.425	1.698	3.568	0.250	0.891	Ekonomik Puan Kaybı (%) 35.81	
Bina çeresinde zararlı etki ve gürültü mekan var mı?	yok			(EP-2) Güç. Kaynaklı Maliyet/ Yeniden İnşaa	yok	5	0.239	1.197					
Güçlendirme Maliyeti - statik (TL)	157,747.00			(EP-3) 10 yıllık Bakım Onarım/Yeniden Yapım Oranı	0.37	2	0.223	0.446					
Katlanılması Gereken Maliyet-Kira-taşıma (TL):	0.0			(EP-4) Enflasyon Oranı	20.00	2	0.113	0.226					
Yeniden Yapım Maliyeti (TL):	1,370,654.00												
Güçlendirme + İleriki 10 Yıllık Maliyetleri Tümü (TL):	658,593.00												
İleriki 10 Yıllık Maliyetler Toplamı (TL):	500,846.00												
G.M/Y.Y.M (%):	0.12												
10 yıllık Bakım Onarım/Yeniden Yapım Oranı (%):	0.37												
Enflasyon oranı (yıllık %):	20.00												
Raporun Hazırlama Yılı:	2018												

Mevcut Bna Y.İ.Ç.E. Puanı =	4.25
Maksimum Y.İ.Ç.E. Puanı	5.00
Y.İ.Ç.E. Puanı Kaybı (%)	18.86

Mevcut Bna Y.i.Ç.E. Puanı =	4.25
Maksimum Y.i.Ç.E. Puanı	5.00
Y.i.Ç.E. Puanı Kaybı (%)	18.86

Şekil 60. Örnek Okul Binası -1 için bina bilgileri ve hesaplanan değerler

Okul / Bina Adı : ÖRNEK BİNA-3								Mevcut Durum Değeri	Gösterge Skor Sayı Puanı	Kriter Ağırlık (AHP)	S.D.xkriter Ağırlığı	Toplam Skor Sayısı	Performans Gösterge Ağırlık (AHP)	Toplam S.S. x Performans Ağırlığı		
Mevcut Beton Mukavemeti (Mpa):		10.0	(Y) YAPISAL	(YP-1) Bina Ortalama Beton Basınç Dayanımı	10.0	2	0.181	0.362	3.436	0.418	1.437				Yapısal Puan Kaybı (%)	39.09
Donatı tipi:		220		(YP-2) Donatı Tipi, Sınıfı ve Etriye Durumu	220/yetersiz	2	0.109	0.219								
Etriye Sıklaştırma Durumu:		yok		(YP-3) Donatıda Gözlenen Korozyon Durumu	yüksek	1	0.097	0.097								
Donatıda korozyon		yüksek		(YP-4) Zemin Sıvılaşma Riski	yok	5	0.199	0.993								
Sıvılaşma Riski:		yok		(YP-5) Dere, Heyelen Yapağında Bulunma Durumu	yok	5	0.251	1.255								
Heyelan Riski:		yok		(YP-6) Bina Yaşı	48	1	0.047	0.047								
Düzensizlik Durumu:		iyi		(YP-7) Taşıyıcı Sistem Düzensizlik Durumu	iyi	4	0.116	0.464								
Bina Yapım Yılı:		1972	(İ) İŞLEVSEL	(İP-1) Mevcut Projesine Uygunluk Düzeyi	iyi	4	0.172	0.689	4.447	0.223	0.990				İşlevsel Puan Kaybı (%)	13.82
Projesine uygunluk düzeyi:		iyi		(İP-2) Bina Kapalı Alan Yeterlilik Düzeyi	çok iyi	5	0.107	0.537								
Toplam İnşaat Alanı (m2):		3352		(İP-3) Sunulan Hizmete Uygunluk Düzeyi	orta	3	0.148	0.443								
Öğrenci Sayısı:		800		(İP-4) Büyüyebilirlik Düzeyi	uygun	5	0.085	0.423								
m2'deki kişi sayısı (kişi/m2):		4.2		(İP-5) Afet Sonrası Kullanılabilirlik	uygun	5	0.318	1.592								
Derslik Sayısı:		24.0		(İP-6) Olumsuz Mekanlara Uzaklık	uygun	5	0.085	0.424								
Derslikteki kişi sayısı (kişi/derslik sayısı):		33.3		(İP-7) Trafik ve Yaya Güvenliği	iyi	4	0.085	0.341								
Kat Yüksekliği (m):		3.3	(Ç) ÇEVRESEL	(ÇP-1) Enerji Kullanım Düzeyi	Uygun	5	0.183	0.915	4.156	0.110	0.456				Çevresel Puan Kaybı (%)	21.11
Bahçe Alanı/Bina Oturma Alanı:		yeterli		(ÇP-2) Isı yalıtım Düzeyi	düşük	2	0.281	0.562								
Bina Çevresi Trafik Durumu		iyi		(ÇP-3) Enerji İyileşme Potansiyeli	yüksek	5	0.314	1.572								
Çatı Yalıtımı:		yok		(ÇP-4) Çevresel Gürültü Düzeyi	uygun	5	0.097	0.485								
Dış cephe ısı yalıtımı :		yok		(ÇP-5) Çevrede Kirliliğe Neden Olan Tesis	yok	5	0.124	0.621								
Pencere ve Cam Yalıtımı:		pvc	(E) EKONOMİK	(EP-1) Güçlendirme / Yeniden İnşaa Oranı	0.35	2	0.425	0.849	2.941	0.250	0.734				Ekonomik Puan Kaybı (%)	51.47
Bina geresinde zararlı etki ve gürültü mekan var mı?		yok		(EP-2) Güç Kaynaklı Maliyet/ Yeniden İnşaa	yok	5	0.239	1.197								
Güçlendirme Maliyeti - statik (TL)		1,431,399.39		(EP-3) 10 yıllık Bakım Onarım/Yeniden Yapım Oranı	0.27	3	0.223	0.668								
Katlanılması Gereken Maliyet-Kira-taşıma (TL):		0.0		(EP-4) Enflasyon Oranı	14.60	2	0.113	0.226								
Yeniden Yapım Maliyeti (TL):		4,088,436.00														
Güçlendirme + İleriki 10 Yıllık Maliyetleri Tümü (TL):		2,519,147.69														
İleriki 10 Yıllık Maliyetler Toplamı (TL):		1,087,748.30														
G.M/Y.Y.M (%):		0.35														
10 yıllık Bakım Onarım/Yeniden Yapım Oranı (%):		0.27														
Enflasyon oranı (yıllık %):		14.60														
Raporun Hazırlama Yılı:		2020														

Mevcut Bna Y.İ.Ç.E. Puanı =	3.62
Maksimum Y.İ.Ç.E. Puanı	5.00
Y.İ.Ç.E. Puanı Kaybı (%)	34.59

Şekil 61. Örnek Okul Binası -3 için bina bilgileri ve hesaplanan değerler

Okul / Bina Adı : ÖRNEK BİNA-6				Temel Performans Göstergeleri:										
					Mevcut Durum Değeri	Gösterge Skor Sayı Puanı	Kriter Ağırlık (AHP)	S.D.xKriter Ağırlığı	Toplam Skor Sayısı	Performans Gösterge Ağırlık (AHP)	Toplam S.S. x Performans Ağırlığı			
Mevcut Beton Mukavemeti (Mpa):		6.9	(Y) YAPISAL	(YP-1) Bina Ortalama Beton Basınç Dayanımı	6.9	2	0.181	0.362	3.821	0.418	1.598	Yapısal Puan Kaybı (%)	29.46	
Donatı tipi:		220		(YP-2) Donatı Tipi, Sınıfı ve Etriye Durumu	220/yetersiz	2	0.109	0.219						
Etriye Sıklaştırma Durumu:		yok		(YP-3) Donatıda Gözlenen Korozyon Durumu	hafif	4	0.097	0.387						
Donatıda korozyon		hafif		(YP-4) Zemin Sıvılaşma Riski	yok	5	0.199	0.993						
Sıvılaşma Riski:		yok		(YP-5) Dere, Heyelen Yapağında Bulunma Durumu	yok	5	0.251	1.255						
Heyelan Riski:		yok		(YP-6) Bina Yaşı	30	3	0.047	0.142						
Düzensizlik Durumu:		iyi		(YP-7) Taşıyıcı Sistem Düzensizlik Durumu	iyi	4	0.116	0.464						
Bina Yapım Yılı:		1990		(İ) İŞLEVSEL	(İP-1) Mevcut Projesine Uygunluk Düzeyi	iyi	4	0.172	0.689	4.828	0.223	1.075	İşlevsel Puan Kaybı (%)	4.31
Projesine uygunluk düzeyi:		iyi			(İP-2) Bina Kapalı Alan Yeterlilik Düzeyi	çok iyi	5	0.107	0.537					
Toplam İnşaat Alanı (m2):		1467			(İP-3) Sunulan Hizmete Uygunluk Düzeyi	uygun	5	0.148	0.738					
Öğrenci Sayısı:		230			(İP-4) Büyüyebilirlik Düzeyi	uygun	5	0.085	0.423					
m2 deki kişi sayısı (kiş/m2)		6.4			(İP-5) Afet Sonrası Kullanılabilirlik	uygun	5	0.318	1.592					
Derslik Sayısı:		12.0			(İP-6) Olumsuz Mekanlara Uzaklık	uygun	5	0.085	0.424					
Derslik teki kişi sayısı (kişi/derslik sayısı):		19.2			(İP-7) Trafik ve Yaya Güvenliği	uygun	5	0.085	0.426					
Kat Yüksekliği (m):		3.2		(Ç) ÇEVRESEL	(ÇP-1) Enerji Kullanım Düzeyi	Uygun	5	0.183	0.915	4.156	0.110	0.456	Çevresel Puan Kaybı (%)	21.11
Bahçe Alanı/Bina Oturma Alanı:		yeterli			(ÇP-2) Isı yalıtım Düzeyi	düşük	2	0.281	0.562					
Bina Çevresi Trafik Durumu		iyi			(ÇP-3) Enerji İyileşme Potansiyeli	yüksek	5	0.314	1.572					
Çatı Yalıtım:		yok			(ÇP-4) Çevresel Gürültü Düzeyi	uygun	5	0.097	0.485					
Dış cephe ısı yalıtımı :		yok			(ÇP-5) Çevrede Kirliliğe Neden Olan Tesis	yok	5	0.124	0.621					
Pencere ve Cam Yalıtım:		pvc		(E) EKONOMİK	(EP-1) Güçlendirme / Yeniden İnşaa Oranı	0.45	1	0.425	0.425	2.294	0.250	0.573	Ekonomik Puan Kaybı (%)	67.65
Bina çeresinde zararlı etki ve gürültü mekan var mı?		yok			(EP-2) Güç. Kaynaklı Maliyet/ Yeniden İnşaa	yok	5	0.239	1.197					
Güçlendirme Maliyeti - statik (TL)		853,532.50			(EP-3) 10 yıllık Bakım Onarım/Yeniden Yapım Oranı	0.31	2	0.223	0.446					
Katlanılması Gereken Maliyet-Kira-taşıma (TL):		0.0			(EP-4) Enflasyon Oranı	14.60	2	0.113	0.226					
Yeniden Yapım Maliyeti (TL):		1,911,516.00												
Güçlendirme + İleriki 10 Yıllık Mliyetleri Tümü (TL):		1,453,782.00												
İleriki 10 Yıllık Mliyetler Toplamı (TL):		600,249.50												
G.M/Y.Y.M (%):		0.45												
10 yıllık Bakım Onarım/Yeniden Yapım Oranı (%):		0.31												
Enflayon oranı (yıllık %):		14.60												
Raporun Hazırlama Yılı:		2020												

Mevcut Bna Y.İ.Ç.E. Puanı =	3.70
Maksimum Y.İ.Ç.E. Puanı	5.00
Y.İ.Ç.E. Puanı Kaybı (%)	32.49

Mevcut Bna Y.İ.Ç.E. Puanı =	3.70
Maksimum Y.İ.Ç.E. Puanı	5.00
Y.İ.Ç.E. Puanı Kaybı (%)	32.49

Şekil 62. Örnek Okul Binası -6 için bina bilgileri ve hesaplanan değerler

Okul / Bina Adı : ÖRNEK BİNA-8			Temel Performans Göstergeleri:											
			Mevcut Durum Değeri	Gösterge Skor Sayı Puanı	Kriter Ağırlık (AHP)	S.D.xKriter Ağırlığı	Toplam Skor Sayısı	Performans Gösterge Ağırlık (AHP)	Toplam S.S. x Performans Ağırlığı					
Mevcut Beton Mukavemeti (Mpa):	16.0	Temel Performans Göstergeleri:	(Y) YAPISAL	(YP-1) Bina Ortalama Beton Basınç Dayanımı	16.0	3	0.181	0.543	4.002	0.418	1.673	Yapısal Puan Kaybı (%)	24.94	
Donatı tipi:	220			(YP-2) Donatı Tipi, Sınıfı ve Etriye Durumu	220/yetersiz	2	0.109	0.219						
Etriye Sıklaştırma Durumu:	yok			(YP-3) Donatıda Gözlenen Korozyon Durumu	hafif	4	0.097	0.387						
Donatıda korozyon	hafif			(YP-4) Zemin Sıvılaşma Riski	yok	5	0.199	0.993						
Sıvılaşma Riski:	yok			(YP-5) Dere, Heyelen Yapağında Bulunma Durumu	yok	5	0.251	1.255						
Heyelan Riski:	yok			(YP-6) Bina Yaşı	29	3	0.047	0.142						
Düzensizlik Durumu:	iyi			(YP-7) Taşıyıcı Sistem Düzensizlik Durumu	iyi	4	0.116	0.464						
Bina Yapım Yılı:	1991		(İ) İŞLEVSEL	(İP-1) Mevcut Projesine Uygunluk Düzeyi	iyi	4	0.172	0.689	4.828	0.223	1.075	İşlevsel Puan Kaybı (%)	4.31	
Projesine uygunluk düzeyi:	iyi			(İP-2) Bina Kapalı Alan Yeterlilik Düzeyi	çok iyi	5	0.107	0.537						
Toplam İnşaat Alanı (m2):	5033			(İP-3) Sunulan Hizmete Uygunluk Düzeyi	uygun	5	0.148	0.738						
Öğrenci Sayısı:	461			(İP-4) Büyüyebilirlik Düzeyi	uygun	5	0.085	0.423						
m2 deki kişi sayısı (kişi/m2)	15.4			(İP-5) Afet Sonrası Kullanılabilirlik	uygun	5	0.318	1.592						
Derslik Sayısı:	23.0			(İP-6) Olumsuz Mekanlara Uzaklık	uygun	5	0.085	0.424						
Derslik teki kişi sayısı (kişi/derslik sayısı):	20.0			(İP-7) Trafik ve Yaya Güvenliği	uygun	5	0.085	0.426						
Kat Yüksekliği (m):	3.5		(Ç) ÇEVRESEL	(ÇP-1) Enerji Kullanım Düzeyi	Uygun	5	0.183	0.915	4.156	0.110	0.456	Çevresel Puan Kaybı (%)	21.11	
Bahçe Alanı/Bina Oturma Alanı:	yeterli			(ÇP-2) Isı yalıtım Düzeyi	düşük	2	0.281	0.562						
Bina Çevresi Trafik Durumu	iyi			(ÇP-3) Enerji İyileşme Potansiyeli	yüksek	5	0.314	1.572						
Çatı Yalıtımı:	yok			(ÇP-4) Çevresel Gürültü Düzeyi	uygun	5	0.097	0.485						
Diş cephe ısı yalıtımı :	yok			(ÇP-5) Çevrede Kirliliğe Neden Olan Tesis	yok	5	0.124	0.621						
Pencere ve Cam Yalıtımı:	pvc		(E) EKONOMİK	(EP-1) Güçlendirme / Yeniden İnşaa Oranı	0.34	2	0.425	0.849	2.941	0.250	0.734	Ekonomik Puan Kaybı (%)	51.47	
Bina çeresinde zararlı etki ve gürültü mekan var mı?	yok			(EP-2) Güç Kaynaklı Maliyet/ Yeniden İnşaa	yok	5	0.239	1.197						
Güçlendirme Maliyeti - statik (TL)	2,155,327.00			(EP-3) 10 yıllık Bakım Onarım/Yeniden Yapım Oranı	0.21	3	0.223	0.668						
Katlanılması Gereken Maliyet-Kira-taşıma (TL):	0.0			(EP-4) Enflasyon Oranı	14.60	2	0.113	0.226						
Yeniden Yapım Maliyeti (TL):	6,390,540.00													
Güçlendirme + İleriki 10 Yıllık Mliyetleri Tümü (TL):	3,506,617.00													
İleriki 10 Yıllık Mliyetler Toplamı (TL):	1,351,290.00													
G.M/Y.Y.M (%):	0.34													
10 yıllık Bakım Onarım/Yeniden Yapım Oranı (%):	0.21													
Enflayon oranı (yıllık %):	14.60													
Raporun Hazırlama Yılı:	2020													

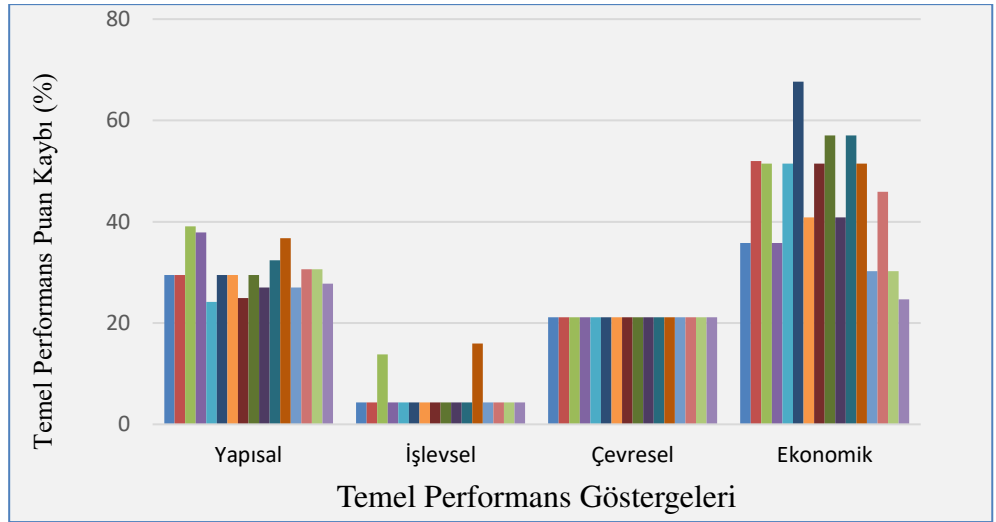
Mevcut Bna Y.İ.Ç.E. Puanı =	3.94
Maksimum Y.İ.Ç.E. Puanı	5.00
Y.İ.Ç.E. Puanı Kaybı (%)	26.55

Şekil 63. Örnek Okul Binası -8 için bina bilgileri ve hesaplanan değerler

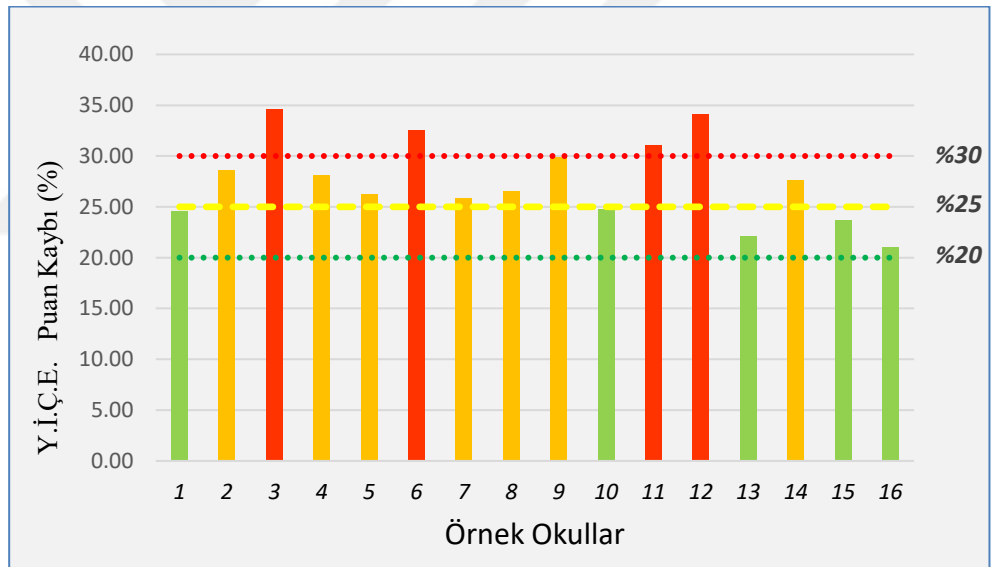
Okul / Bina Adı : ÖRNEK BİNA-11							Mevcut Durum Değeri	Gösterge Skor Sayı Puanı	Kriter Ağırlık (AHP)	S.D.xkriter Ağırlığı	Toplam Skor Sayısı	Performans Gösterge Ağırlık (AHP)	Toplam S.S. x Performans Ağırlığı		
Mevcut Beton Mukavemeti (Mpa):	7.9	Temel Performans Göstergeleri:	(Y) YAPISAL	(YP-1) Bina Ortalama Beton Basınç Dayanımı	7.9	2	0.181	0.362	3.706	0.418	1.549	Yapısal Puan Kaybı (%)	32.36		
Donatı tipi:	220			(YP-2) Donatı Tipi, Sınıfı ve Etriye Durumu	220/yetersiz	2	0.109	0.219							
Etriye Sıkıştırma Durumu:	yok			(YP-3) Donatıda Gözlenen Korozyon Durumu	hafif	4	0.097	0.387							
Donatıda korozyon	hafif			(YP-4) Zemin Sıvılaşma Riski	yok	5	0.199	0.993							
Sıvılaşma Riski:	yok			(YP-5) Dere, Heyelen Yapağında Bulunma Durumu	yok	5	0.251	1.255							
Heyelan Riski:	yok			(YP-6) Bina Yaşı	29	3	0.047	0.142							
Düzensizlik Durumu:	orta			(YP-7) Taşıyıcı Sistem Düzensizlik Durumu	orta	3	0.116	0.348							
Bina Yapım Yılı:	1989														
	0.0		(İ) İŞLEVSEL	(İP-1) Mevcut Projesine Uygunluk Düzeyi	iyi	4	0.172	0.689	4.828	0.223	1.075	İşlevsel Puan Kaybı (%)	4.31		
Projesine uygunluk düzeyi:	iyi			(İP-2) Bina Kapalı Alan Yeterlilik Düzeyi	çok iyi	5	0.107	0.537							
Toplam İnşaat Alanı (m2):	1265			(İP-3) Sunulan Hızmete Uygunluk Düzeyi	uygun	5	0.148	0.738							
Öğrenci Sayısı:	60			(İP-4) Büyüyebilirlik Düzeyi	uygun	5	0.085	0.423							
m2 deki kişi sayısı (kişi/m2):	21.1			(İP-5) Afet Sonrası Kullanılabilirlik	uygun	5	0.318	1.592							
Derslik Sayısı:	9.0			(İP-6) Olumsuz Mekanlara Uzaklık	uygun	5	0.085	0.424							
Derslik teki kişi sayısı (kişi/derslik sayısı):	6.7			(İP-7) Trafik ve Yaya Güvenliği	uygun	5	0.085	0.426							
Kat Yüksekliği (m):	3.0		(Ç) ÇEVRESEL	(ÇP-1) Enerji Kullanım Düzeyi	Uygun	5	0.183	0.915	4.156	0.110	0.456	Çevresel Puan Kaybı (%)	21.11		
Bahçe Alanı/Bina Oturma Alanı:	yeterli			(ÇP-2) Isı yalıtım Düzeyi	düşük	2	0.281	0.562							
Bina Çevresi Trafik Durumu	iyi			(ÇP-3) Enerji İyileşme Potansiyeli	yüksek	5	0.314	1.572							
Çatı Yalıtım:	yok			(ÇP-4) Çevresel Gürültü Düzeyi	uygun	5	0.097	0.485							
Dış cephe ısı yalıtımı :	yok			(ÇP-5) Çevrede Kirliliğe Neden Olan Tesis	yok	5	0.124	0.621							
Pencere ve Cam Yalıtım:	pvc	(E) EKONOMİK	(EP-1) Güçlendirme / Yeniden İnşaa Oranı	0.33	2	0.425	0.849	2.718	0.250	0.679	Ekonomik Puan Kaybı (%)	57.04			
Bina çeresinde zararlı etki ve gürültü mekan var mı?	yok		(EP-2) Güç Kaynaklı Maliyet/ Yeniden İnşaa	yok	5	0.239	1.197								
	0.0		(EP-3) 10 yıllık Bakım Onarım/Yeniden Yapım Oranı	0.31	2	0.223	0.446								
Güçlendirme Maliyeti - statik (TL)	503,472.00		(EP-4) Enflasyon Oranı	14.60	2	0.113	0.226								
Katlanılması Gereken Maliyet-Kira-taşıma (TL):	0.0														
Yeniden Yapım Maliyeti (TL):	1,518,960.00														
Güçlendirme + İleriki 10 Yıllık Milyetleri Tümü (TL):	970,496.00														
İleriki 10 Yıllık Milyetler Toplamı (TL):	467,024.00														
G.M/Y.Y.M (%) :	0.33														
10 yıllık Bakım Onarım/Yeniden Yapım Oranı (%) :	0.31														
Enflasyon oranı (yıllık %) :	14.60														
Raporun Hazırlama Yılı:	2018														

Mevcut Bna Y.i.Ç.E. Puanı =	3.76
Maksimum Y.i.Ç.E. Puanı	5.00
Y.i.Ç.E. Puanı Kaybı (%)	31.05

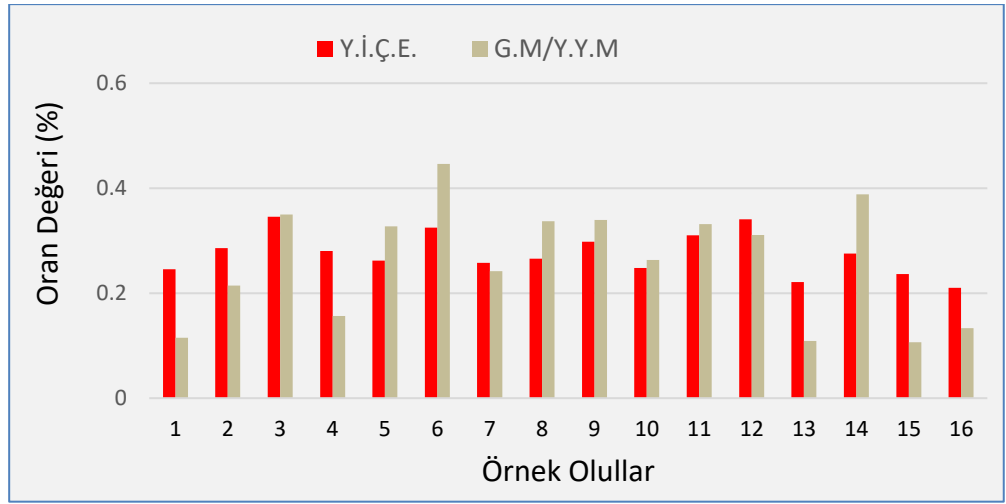
Şekil 64. Örnek Okul Binası -11 için bina bilgileri ve hesaplanan değerler



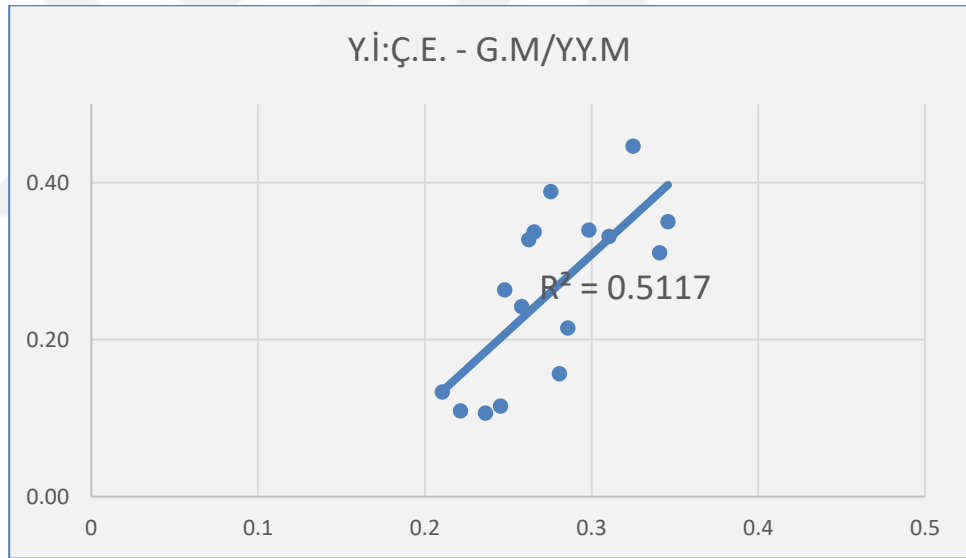
Şekil 66. Toplam 16 adet okul binasına dair hesaplanan T.P.P. kaybı (%)



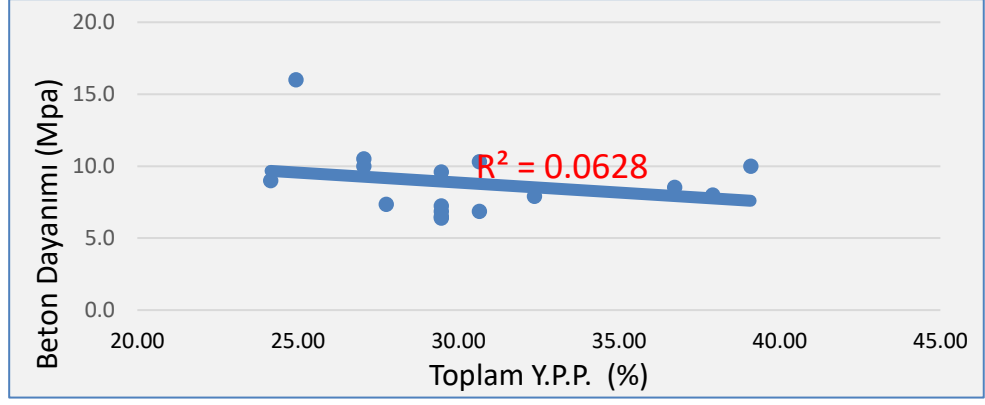
Şekil 67. Toplam 16 adet okul binası için hesaplanan Y.İ.Ç.E. Puan kaybı (%)



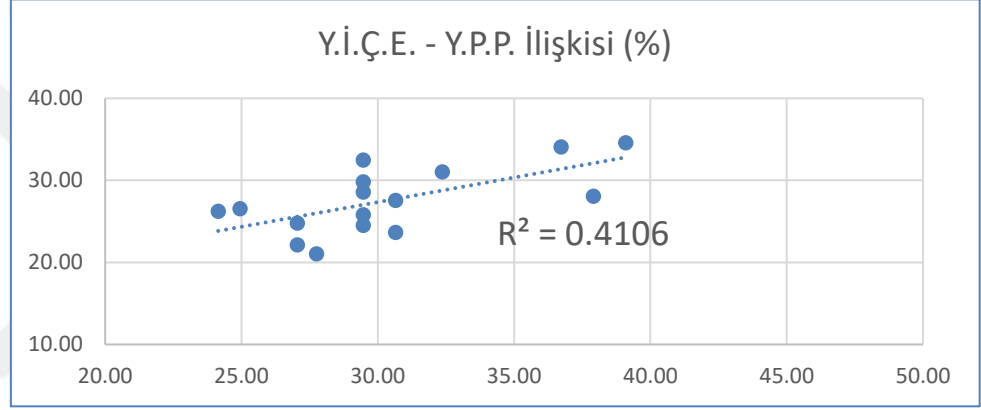
Şekil 68. Toplam 16 adet okul binasına dair Y.İ.Ç.E. – G.M/Y.Y.M değeri karşılaştırması



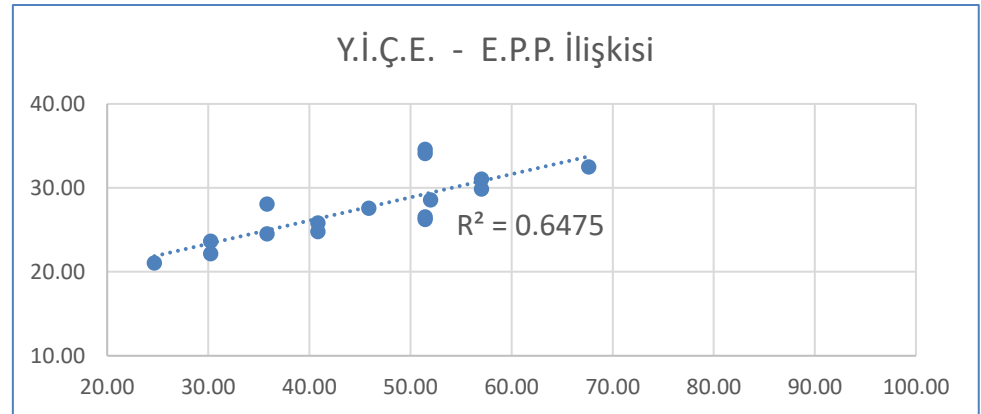
Şekil 69. Örnek okul binalarına ait hesaplanan Y.İ.Ç.E. – G.M/Y.Y.M değeri arasındaki ilişki



Şekil 70. Örnek okul binaları için hesaplanan T.Y.P.P (%) ile Beton Basınç Dayanımı arasındaki ilişki



Şekil 71. Örnek okul binaları için hesaplanan Y.İ.Ç.E. Puan ile Y.P.P arasındaki ilişki



Şekil 72. Örnek okul binaları için hesaplanan Y.İ.Ç.E. Puan ile E.P.P arasındaki ilişki

6. SONUÇ VE ÖNERİLER

Ülkemiz de dahil olmak üzere aktif deprem fay hatları üzerinde bulunan birçok ülkede, mevcut bina stokunun önemli bir kısmı, oluşması muhtemel şiddetli ve yıkıcı depremler karşısında yeterli dayanıklılığa sahip değildir. Özellikle ülkemizde zamanla güncellenen yönetmelikler ve denetim koşulları göz önüne alındığında, 2000 yılı öncesinde inşa edilmiş yapıların, 2000 yılı sonrası inşa edilmiş yapılara nazaran çok daha ciddi risk oluşturduğu bilinmektedir.

Ülkemizde mevcut binaların deprem performans düzeyleri 2019 yılında yürürlüğe giren TBDY-2018 yönetmeliği 15. Bölümünde yer alan “Deprem Etkisi Altında Mevcut Bina Sistemlerinin Değerlendirilmesi ve Güçlendirme Tasarımı İçin Özel Kurallar” başlığı altında belirtilen usul ve esaslara göre gerçekleştirilmektedir. Gerçekleştirilen uygulamalarda özellikle kamuya ait eski (25 yaş ve üzeri) binaların performansının yeterli düzeye getirilmesi için hemen hemen tüm binaların az ya da çok güçlendirmeye gereksinim duydukları anlaşılmaktadır. Ayrıca yine kamuya ait binalar için, değişen ve gelişen teknolojik olanaklar ile mekânsal koşullar göz önüne alındığında güçlendirmenin yanında, yapısal olmayan diğer imalatlar (mimari, yalıtım, erişim, tesisat vb.) içinde bir iyileştirme (büyük bakım onarım işleri) yapılması gerektiği görülmektedir. Bu yapıların bazıları yapısal açıdan yetersizken, bazıları fiziksel ömürlerinin sonuna gelmiş olmasının da yanında, işlevsel olarak kullanıcı beklentilerini karşılamaktan uzak olabilmektedir.

Sonuç olarak, bu binalar için güçlendirme veya yıkım-yeniden inşa ile ilgili bir kararın alınması gerekir. Bu karar kamu yöneticileri açısından hiçte kolay alınacak bir karar değildir. Ülkemizde binalar için güçlendirme veya yıkım-yeniden inşa kararının ağırlıklı olarak ekonomik göstergelere dayalı belirlenen bir indis “güçlendirme maliyeti/yıkım-yeniden inşa maliyeti” oranına 0,40 (%40) göre; bahse konu oran 0,40 altında ise güçlendirme, 0,40 üzerinde ise yıkım-yeniden inşa kararının genel bir teamül olarak alındığı anlaşılmaktadır.

Bu konuya küçükte bir katkı sunmak amacıyla çıkılan bu tez çalışmasında; güçlendirme gereksinimi olan mevcut okul binaları için bir değerlendirme modeli önerilmiştir. Model, sismik güçlendirmeye ihtiyaç duyan okul binalarının, toplam 4 (dört) temel performans göstergesi (Yapısal/Fiziksel, İşlevsel/Mimari, Çevresel/Enerji

ve Ekonomik) ve bunlarla ilişkili 23 (yirmi üç) alt kriter aracılığıyla değerlendirilerek Y.İ.Ç.E. Puanı olarak tek bir performans puanı belirlenmesine imkân sağlayan bir karar destek modelinin oluşturulması amaçlanmıştır. Modeli oluşturan performans göstergelerine bağlı alt kriterler için önem ağırlıkları belirlenmiştir. Bu önem ağırlıklarının hesaplanmasında, ilgili alanında son derece uzman akademisyenler tarafından gerçekleştirilen anket sonuçlarından elde edilmiştir. Yapılan çalışmadan elde edilen sonuçlardan, okul binaları için verilecek güçlendirme veya yıkım-yeniden inşa kararında Yapısal/Fiziksel Performansın % 41,81, İşlevsel/Mimari Performansın %22,26, Çevresel/Enerji Performansının % 10,96 ve Ekonomik Performansın % 24,97 oranında etkili olduğu sonucuna varılmıştır.

Mevcut binalar için verilecek “Güçlendirme, Yıkım-Yeniden Yapım Kararı” için en önemli parametrelerin başında bina mevcut beton basınç dayanımı gelmektedir. Bina mevcut beton basınç dayanımı değerinin 6 MPa ve altında olması durumunda güçlendirme uygulamasının sağlıklı yapılabilmesinin kuşkulu olabileceği, diğer etkili parametrelerden, binanın dere, taşkın ve heyelan yatağında bulunma durumu olması halinde konum itibarıyla bina güvenliğinin riskli olduğu değerlendirilmektedir. Bu parametrelerin bulunması halinde, mevcut binalar için alınacak kararın, Güçlendirme yerine, Yıkım-Yeniden İnşa seçeneğinin tercih edilmesinin daha isabetli bir karar olacağı yönündedir.

Ayrıca değerlendirme modeli için belirlenen parametrelerden “Binanın Yaşı” (Fiziksel Eskime, YP-6) için, sadece yaş (yıl) sayısına bağlı olarak değil de binanın genel durumuyla birlikte (iyi-orta-kötü) dikkate alınmasının daha doğru bir yaklaşım olacağı sonucuna varılmıştır.

Elde edilen tüm veriler ve örnek binalar üzerinde sınanan değerlendirme modelinden yıkım kararı verilecek okul binaları için bir referans aralığı belirlenmiştir. Bu referans aralığında önerilen model için hesaplanan Y.İ.Ç.E. puan kaybının % 30.00 ve daha yüksek olması kırmızı bölge, yani bina için “Yıkım”, yıkılarak mevcut arsa uygun ise yeni bina inşa edilmesini, Y.İ.Ç.E. puan kaybının % 25.00 ile % 30.00 aralığında olması sarı bölge-1 olarak nitelendirilerek, okul binasına duyulan ihtiyaç ve diğer faktörlerinde düşünülerek “Yıkım-Yeniden İnşa” kararına daha yakın olduğunu, Y.İ.Ç.E. puan kaybının % 20.00 ile % 25.00 aralığında olması sarı bölge-2 olarak nitelendirilerek, okul binasına duyulan ihtiyaç ve diğer faktörlerinde düşünülerek “Güçlendirme” kararına daha yakın olduğunu ve Y.İ.Ç.E. puan

kaybının % 20.00 ve daha aşağı olması yeşil bölge yani binanın “Güçlendirilmesi” gerektiği sonucu çıkarılmıştır. Bu sonuçların çıkarılmasında, değerlendirme modelinin sınanması için toplam 16 (on altı) okul binasına dair verilerden elde edilen sonuçlar etkili olmuştur. Bahse konu 16 bina arasında bulunan 4 okul için “yıkım” kararı verilerek yıkım işleminin tamamlandığı bilinmektedir. Bu okullara ait Y.İ..E. puan kayıp değerlerinin % 30.00 ve üzerinde olduğu elde edilen sonuçları destekler niteliktedir.

Araştırma modelinin örnek veriler üzerinde sınanması ile elde edilen veriler kullanarak hesaplanan “Y.İ..E.” Puan kaybının (%), Güçlendirme Maliyeti/Yeniden Yapım Maliyeti Oranı (%) ile doğrudan ilişkisinin olmadığını göstermektedir. Yine Yapısal performans göstergesine ait hesaplanan puan kaybının, bina beton basınç dayanımı ile doğrudan ilişkisinin olmadığını, dolayısıyla elde edilen bu yeni değerin (“Y.İ..E.” Puanı) için, tüm performans kriterlerine bağlı olarak ortaya konan yeni bir parametre olduğu söylenebilir.

Güçlendirme gereksinimi olan (deprem performansı yetersiz) okul binaları için GÜÇLENDİRME veya YIKIM-YENİDEN İNşA kararının alınmasında, mevcut karar yöntemlerine ek olarak, tez araştırmasıyla ortaya konulan karar destek modeli “Y.İ..E.” Puanının ‘da kullanılabileceği ortaya konulmuştur.

Ortaya konulan modelin çok daha fazla veri ile sınanmasına, ayrıca karar destek modelinin ana yapısını oluşturan önem ağırlık katsayılarının belirlenmesinde farklı ÇKKV yöntemleri ve farklı karar vericiler tarafından gerçekleştirilecek ikili karşılaştırmalarla denenmesi ve sonuçların karşılaştırılması faydalı olacağı düşünülmektedir.

KAYNAKÇA

- AFAD., (2023). 06 Şubat 2023 Pazarcık-Elbistan Kahramanmaraş (Mw: 7.7–Mw: 7.6) Depremleri Raporu.
- Afzali, M. F. (2018). Mevcut Bir Betonarme Okul Binasının Betonarme Perdelerle Güçlendirme Alternatiflerinin Karşılaştırılması. İstanbul Aydın Üniversitesi Yüksek Lisans Tezi, İstanbul.
- Akbaş, A., Çalışkan, Ö. (2024). Yapıların Deprem Performansını Artırmak Amacıyla Kullanılan Malzemeler ve Güçlendirme Teknikleri, 6 Th International Conference On Applied Engineering And Natural Sciences September 25-26, 2024 : Konya, Turkey.
- Aköz, A., H., (2008). Deprem Etkisi Altındaki Tarihi Yığma Yapıların Onarım ve Güçlendirilmesi, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Aladağ, Z. (2011). Karar Teorisi (2.Baskı). İstanbul.
- Alan, S. (2008) Çok Boyutlu Ölçekleme Yöntemi ve Bir Uygulama. Yüksek Lisans Tezi, Marmara Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul.
- Al-Harbi, K. M. A. S. (2001). Application Of The Ahp In Project Management. International Journal Of Project Management, 19(1), 19-27.
- Alıcıgüzel, İ. (1979). İlk ve Orta Dereceli Okullarda Öğretim. Basım, İstanbul: İnkılap ve Aka Kitabevleri
- Alp, S. (2008). Doğrusal Hedef Programlama Yöntemi Kullanılarak Kentiçi Otobüsle Toplulaşma Sistemi İçin Bir Model Oluşturulması ve Uygulanması Yayınlanmamış Doktora Tezi, Marmara Üniversitesi. Türkiye.
- Alp, S., & Engin, T. (2012). Trafik Güvenliğini Etkileyen Kriterlerin Ahp ve Bulanık Ahp Yöntemleri Kullanılarak Analizi. In 13th International Conference On Econometrics, Operations Research, And Statistics (Vol. 1, No. 1, P. 3).
- Alpaslan, N. (2013). Zemin Sıvılaşması ve Mekanizması. Batman Üniversitesi Yaşam Bilimleri Dergisi, 3(2), 67-89.
- Altınoluk, Ü. (1998). Binaların Yeniden Kullanımı: Program, Tasarım, Uygulama, Kullanım. Yapı-Endüstri Merkezi Yayınları.
- Anonymous, (2012), Www.Nicee.Org/Eqtips.Php
- Arıkan, R. (2013). Araştırma Yöntem ve Teknikleri. Nobel Akademik Yayıncılık.
- Arıkan, M., Sucuoglu, H., & Macit, G. (2005). Economic Assessment Of The Seismic Retrofitting Of Low-Cost Apartment Buildings. Journal Of Earthquake Engineering, 9(04), 577-584.

- Atasoy, A. (1973). Değişen İhtiyaçlar Karşısında Konut Tasarlamasının Mevcut Konutların Değerlendirilmesi Yolu ile Geliştirilmesi. Doktora Tezi, İTÜ.
- Atay H. (2010). Depremde Hasar Görmüş Yapıların Güçlendirme Yöntemleri ve Güçlendirmede Kullanılan Malzemeler, Yüksek Lisans Tezi, Sakarya Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Sakarya.
- Atımtay, E., (2000). Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik (Betonarme Yapılar). Orta Doğu Teknik Üniversitesi, 2 Cilt, Ankara.
- Atlas, M., & Keçek, G. (2000). Hedef Programlama ve Bir Seramik İşletmesinde Uygulama Denemesi. Anadolu Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, 16(1), 81-104.
- Aydın, D., & Uysal, M. (2009). Mimari Program Verilerinin Mekân Performansının Değerlendirilmesi Yoluyla Belirlenmesi: Eğitim Fakültesi Örneği. Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Fen Bilimleri Dergisi, 25(1), 1-23.
- Aydın, G. (2008). Analitik Hiyerarşi Prosesi (AHP) ve Bir Sanayi İşletmesinde Uygulanması. Yüksek Lisans Tezi, Kocaeli Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- Aydın, H. G. (2018). Havalimanı Terminal Binalarının Büyüyebilirlik Bağlamında Değerlendirilmesi: Gaziantep Oğuzeli Havalimanı Örneği. Yüksek Lisans Tezi, Hasan Kalyoncu Üniversitesi.
- Aydin, F., & Gumus, B. (2021). Determining Optimal Svc Location For Voltage Stability Using Multi-Criteria Decision Making Based Solution: Analytic Hierarchy Process (Ahp) Approach. Ieee Access, 9, 143166-143180.
- Aydoğan M. (2000). Betonarme Binalarda Onarım ve Güçlendirme Sistemleri Ve Tasarımı, Tmmob İnşaat Müh. Odası, İstanbul.
- Aydoğan, İ. (2012). Okul Binalarının Özellikleri ve Öğrenciler Üzerine Etkileri. Milli Eğitim Dergisi, 42(193), 29-43.
- Azhar, N. A., Radzi, N. A., & Wan Ahmad, W. S. H. M. (2021). Multi-Criteria Decision Making: A Systematic Review. Recent Advances In Electrical & Electronic Engineering (Formerly Recent Patents On Electrical & Electronic Engineering), 14(8), 779-801.
- Bademcioğlu, M. (2017). Okul Binalarının Yeşil Okul Kriterlerine Göre Değerlendirilmesi (İstanbul İli Örneği). Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Eğitim Bilimleri Bölümü, İstanbul.
- Ballı, S. (2005). Fuzzy Çok Kriterli Karar Verme ve Basketbolda Oyuncu Seçimine Uygulanması, Yüksek Lisans Tezi. Muğla Üniversitesi. Fen Bilimleri Enstitüsü, Muğla.

- Baran, T., & Kahraman, S. (2023). Afete Dirençli Kentler Mümkün Mü? Sosyal Bilimler ve Sağlık Bülteni, (6), 32-41.
- Başarır, B., Diri, B., (2014). Bina Cephelerinin Yenilenmesinde Kullanılan Stratejiler. 7. Ulusal Çatı & Cephe Sempozyumu, Ss. 1-10.
- Behzadian, M., Otaghsara, S. K., Yazdani, M., & Ignatius, J. (2012). A State-Of The-Art Survey Of Topsis Applications. Expert Systems With Applications, 39(17), 13051-13069.
- Belton, V., & Stewart, T. (2012). Multiple Criteria Decision Analysis: An Integrated Approach. Springer Science & Business Media.
- Benayoun, R., Roy, B., & Sussman, N. (1966). Manual De Reference Du Programme Electre. Note De Synthese Et Formation, 25(79).
- Birol, M. S. (2010). Az ve Çok Katli Yapılarda Bilgi Düzeyi Seviyesinin Binanın Performansına Etkisi Yüksek Lisans Tezi, Sakarya Üniversitesi., Fen Bilimleri Enstitüsü
- Bostenaru Dan, M. D. (2004). Multi-Criteria Decision Model For Retrofitting Existing Buildings. *Natural Hazards And Earth System Sciences*, 4(4), 485-499.
- Bowers, J. H., & Burkett, C. W. (1988). Physical Environment Influences Related To Student Achievement, Health, Attendance And Behavior. Council Of Educational Facility Planners Journal, 26(4), 33-34.
- Boylu, M. (2005). A Benefit/Cost Analysis For The Seismic Rehabilitation On Existing Reinforced Concrete Buildings İn Izmir. İzmir Yüksek Teknoloji Enstitüsü, Fen Bilimleri Enstitüsü. Yüksek Lisans Tezi, İzmir.
- Brauers, W. K. M. Ve Zavadskas, E. K. (2010). Robustness İn The Multimoora Model: The Example Of Tanzania. *Transformations İn Business & Economics*, 9-3(21): 67-83.
- Brauers, W. K., & Zavadskas, E. K. (2006). The Moora Method And Its Application To Privatization İn A Transition Economy. *Control And Cybernetics*, 35(2), 445-469.
- Butler, J., Morrice, D. J., & Mullarkey, P. W. (2001). A Multiple Attribute Utility Theory Approach To Ranking And Selection. *Management Science*, 47(6), 800-816.
- Cash, C. S. (1993). Building Condition And Student Achievement And Behavior. Virginia Polytechnic Institute And State University.
- Castaldi, B. (1994). Educational Facilities: Planning, Modernization, And Management (4thed.). Boston: Allyn And Bacon.

- Caterino, N., Iervolino, I., Manfredi, G., & Cosenza, E. (2008). Multi-Criteria Decision Making For Seismic Retrofitting Of Rc Structures. *Journal Of Earthquake Engineering*, 12(4), 555-583.
- Caterino, N., Iervolino, I., Manfredi, G., & Cosenza, E. (2009). Comparative Analysis Of Multi-Criteria Decision-Making Methods For Seismic Structural Retrofitting. *Computer-Aided Civil And Infrastructure Engineering*, 24(6), 432-445.
- Caterino, N., Nuzzo, I., Ianniello, A., Varchetta, G., & Cosenza, E. (2021). A Bim-Based Decision-Making Framework For Optimal Seismic Retrofit Of Existing Buildings. *Engineering Structures*, 242, 112544.
- Celep, Z., & Kumbasar, N. (2000). Deprem Mühendisliğine Giriş ve Depreme Dayanıklı Yapı Tasarımı. İhlas Matbaacılık.
- Chakraborty, S. (2011). Applications Of The Moora Method For Decision Making İn Manufacturing Environment. *The International Journal Of Advanced Manufacturing Technology*, 54, 1155-1166.
- Chakraborty, S. (2011). Applications Of The Moora Method For Decision Making İn Manufacturing Environment. *The International Journal Of Advanced Manufacturing Technology*, 54, 1155-1166.
- Chan, T. C. (1979). The İmpact Of School Building Age On The Achievement Of Eighth-Grade Pupils From The Public Schools İn The State Of Georgia. Unpublished Doctoral Dissertation. Usa: University Of Georgia.
- Crawford, K., Johnson, C. E., Davies, F., Joo, S., & Bell, S. (2014). Demolition Or Refurbishment Of Social Housing? A Review Of The Evidence.
- Cui, W., Hong, J., Liu, G., Li, K., Huang, Y., & Zhang, L. (2021). Co-Benefits Analysis Of Buildings Based On Different Renewal Strategies: The Emergy-Lca Approach. *International Journal Of Environmental Research And Public Health*, 18(2), 592.
- Cumhurbaşkanlığı Strateji ve Bütçe Başkanlığı (2023), On İkinci Kalkınma Planı (2024-2028), https://www.sbb.gov.tr/wp-content/uploads/2023/12/On-Ikinci-Kalkinma-Plani_2024-2028_11122023.pdf
- Çağlayan, E. (2014). Okul Binaları ve Örgüt İklimi. Yayımlanmamış Doktora Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İzmir.
- Çakır, S., & Perçin, S. (2013). Çok Kriterli Karar Verme Teknikleriyle Lojistik Firmalarında Performans Ölçümü/Performance Measurement Of Logistics Firms With Multi-Criteria Decision Making Methods. *Ege Akademik Bakis*, 13(4), 449.

- Çatakçı, S. (2018). Çevreye Duyarlı, Enerji Etkin Kamu Binalarının Sürdürülebilirliğinin İncelenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Hacettepe Üniversitesi., Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Çelik, O. C. (2024). Etkin Güçlendirme Yöntemlerine Örnekler. İtü Vakfı Dergisi: Sayı 91, 58.
- Çetin, D. F. (1999). Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Ünitelerinde Değişen Kullanıcı Gereksinimlerine Bağlı Esnek Tasarlama Faktörlerinin Belirlenmesi. Doktora Tezi, YTÜ.
- Çetinkaya, S. (2003). Çok Katlı Betonarme Yapı Tasarımı ve Sünme Etkileri, Yüksek Lisans Tezi, İ.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul
- Çevik, M. Ö., (2003). Betonarme Yapıların Onarım ve Güçlendirme Yöntemlerinin Ve Bir Konut Yapısının Güçlendirme Projesinin Hazırlanarak Güçlendirme Sonrası Dinamik Karakteristiklerindeki Değişikliklerin İncelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, İ.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Çiftçi, Ç., (2014). Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleriyle İMKB’de İşlem Gören Büyük Çaplı Şirketlerin Finansal Performanslarının Karşılaştırmalı Analizi, Gebze, Gebze Teknik Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi.
- Dağdeviren, M., Akay, D., & Kurt, M. (2004). İş Değerlendirme Sürecinde Analitik Hiyerarşi Prosesi ve Uygulaması. Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi, 19(2).
- Dalbudak, E., & Rençber, Ö. F. (2022). Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri Üzerine Literatür İncelemesi. Gaziantep Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, 4(1), 1-17.
- Değertekin, S. Ö., & Şik, H. (2015). Deprem Güvenliği Yetersiz Betonarme Bir Bina İçin Farklı Güçlendirme Önerilerinin Karşılaştırılması. Dicle Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Mühendislik Dergisi, 6(2), 121-129.
- Demir, A., Çiftçiöğlu, A. Ö., Başarı, E., Doğan, E., Nohutcu, H., Bozkurt, Mb & Altıok, Ty., 2020. İzmir (Seferihisar-Sisam) Depreminin Sismik Karakteristiği ve Meydana Gelen Yapısal Hasarların İncelenmesi. Teknik Rapor. Manisa Celal Bayar Üniversitesi İnşaat Mühendisliği.
- Demircioğlu, A. B. (1997), İstanbul Genelinde Ortaöğretim Yapılarının Kullanıcı Sorunları Açısından İncelenmesi. Yıldız Teknik Üniversitesi Yayınları, İstanbul.
- Di Bari, R., Belleri, A., Marini, A., Horn, R., & Gantner, J. (2020). Probabilistic life-cycle assessment of service life extension on renovated buildings under seismic hazard. Buildings, 10(3), 48.

- Dinç, P. (2002). Problem Araştırması'ndan Mimari Değerlere Geçişte Bina Programlama. Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi, 17(3), 101-119.
- Doğan, H., & Yılankırkan, N. (2015). Türkiye'nin Enerji Verimliliği Potansiyeli ve Projeksiyonu. Gazi University Journal Of Science Part C: Design And Technology, 3(1), 375-384.
- Donegan, H. A., Dodd, F. J., & McMaster, T. B. M. (1992). A New Approach To Ahp Decision-Making. Journal Of The Royal Statistical Society: Series D (The Statistician), 41(3), 295-302.
- Duffy, F. (1990). Measuring Building Performance. Facilities, 8(5), 17-20.
- Durak, İ. (2024). Çok Kriterli Karar Verme: Temel Yöntemler, Süreçler ve Hibrit Yaklaşımı. Bütünleşik Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri,
- Earthman, G. I. (2004). Prioritization Of 31 Criteria For School Building Adequacy. American Civil Liberties Foundation Of Maryland.
- Economidou, M. (2015). Energy Renovation. <https://E3p.Jrc.Ec.Europa.Eu/Articles/Energy-Renovation>.
- Ekinci E., (2018). Türkiye'de Riskli Yapı Stokuna Yönelik Kentsel Dönüşüm Çalışmaları ve Maliyet Analizi: Bir Vaka Çalışması, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Ekinci, C. E. (2013). Elâzığ Yatılı Bölge Ortaokulların Biyoharmolojik Özelliklerinin İncelenmesi. Yayınlanmamış Doktora Tezi, Elâzığ: Fırat Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Elâzığ.
- Elibol, O. (2001). 17 Ağustos Depreminin Ekonomik Boyutları ile Orta Hasarlı Binaların Onarım-Güçlendirme Maliyet Analizleri ve Uygulamaları, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul.
- Elmas, E. S. (2017). Bina kullanım evresinin denetimine yönelik bir çerçeve yaklaşım önerisi. Doktora Tezi, İstanbul Kültür Üniversitesi, İstanbul.
- Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı. (2023). 2030 Stratejisi ve II. Ulusal Enerji Verimliliği Eylem Planı (2024-2030)
- Eray, E., 2015. İnşaat Sektöründe Tedarikçi Seçiminde Kullanılan Çok Amaçlı Karar Destek Yöntemlerinin Karşılaştırılması. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Erdel, B., (2019). Deprem Dayanımı Yetersiz Bir Yapının Tbdy2018'e Göre İncelenmesi ve Bir Güçlendirme Önerisi, Balıkesir Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Balıkesir.

- Erdönmez, M. Ö. (2006). İlköğretim Okulu Bahçelerinde Peyzaj Tasarım Normları İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi , 107-122.
- Erdurmuş, S. B. (2005). Benefit-Cost Analysis For Retrofitting Of Selected Residential Buildings İn İstanbul, M.S. Thesis, Middle East Technical University, Ankara.
- Ersöz, F., & Kabak, M. (2010). Savunma Sanayi Uygulamalarında Çok Kriterli Karar Verme Yöntemlerinin Literatür Araştırması. Savunma Bilimleri Dergisi, 9(1), 97-125.
- Ersöz, F., Ve Atav, A. (2011). Çok Kriterli Karar Verme Problemlerinde Moora Yöntemi. Kho Savunma Bilimleri Enstitüsü Harekât Araştırması, 1-10.
- Erturan, B. Ve Eren, Ö., (2018). Bina Cephelerinin Yenilemesine Karar Vermek İçin Kullanılabilecek Bir Değerlendirme Modeli. Megaron, 13(1):24-38.
- Esen, H. Ö. (1985). İşletme Yönetiminde Sistem Yaklaşımı. İstanbul Üniversitesi.
- Evran, A. (2012). Sürdürülebilir Yapım ve Eğitim Binaları Üzerine Bir Araştırma. Yüksek Lisans Tezi, Uludağ Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bursa.
- Evren, R., & Ülengin, F. (1992). Yönetimde Çok Amaçlı Karar Verme. İstanbul Teknik Üniversitesi.
- Fabbri, M., De Groote, M., & Rapf, O. (2016). Building Renovation Passports: Customised Roadmaps Towards Deep Renovation And Better Homes.
- Figueira, J., Greco, S., & Ehrgott, M. (Eds.). (2005). Multiple Criteria Decision Analysis: State Of The Art Surveys.
- Fiore, P., & Donnarumma, G. (2018). Proposal Of A Multicriteria Decision-Making Approach For The Choice Between Refurbishing Or Reconstructing An Existing Building. Tema Technol. Eng. Mater. Archit, 4, 36-46.
- Flager, F. L. (2003). The Design Of Building Structures For Improved Life-Cycle Performance. Master Thesis, Massachusetts Institute Of Technology, Cambridge, Abd, 13-15, 20, 21.
- Fontela, E., & Gabus, A. (1974). Dematel, İnnovative Methods, Rep. No. 2, Structural Analysis Of The World Problematique (Methods). Battelle Institute, Geneva Research Center, Geneva.
- Göksu, A. (2008). Bulanık Analitik Hiyerarşik Proses ve Üniversite Tercih Sıralamasında Uygulanması. Yayınlanmamış Doktora Tezi. Süleyman Demirel Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İşletme Anabilim Dalı, Isparta.
- Grant, A., & Ries, R. (2013). Impact Of Building Service Life Models On Life Cycle Assessment. Building Research & Information, 41(2), 168-186.

- Gülaçmaz, Ö., Başdemir, H., & Gülaçmaz, E. (2022). Mevcut Bir Eğitim Yapısında Enerji Verimliliğini İyileştirmeye Yönelik Bir Analiz. *Düzce Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 10(1), 325-341.
- Gümüş, S., (2019) Depremden Etkilenen Betonarme Konutların Onarım ve Yıkımına İlişkin Karar Sürecine Maliyetlerin Etkisi: Van Kenti Örneği, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Ankara.
- Gündoğan , A., (2018), Betonarme Okul Binalarının Deprem Güvenliğini Etkileyen Bazı Parametrelerin İncelenmesi”. Yüksek Lisans Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü. Isparta.
- Gündoğay, A. (2017) "Betonarme Okul Binalarının Deprem Güvenliğini Etkileyen Bazı Parametrelerin İncelenmesi” Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, S.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Mimarlık Anabilim Dalı, Konya.
- Güner, M., & Yücel, Ö. (2007). Konfeksiyon Üretiminde Temel Kriterlerin Hiyerarşik Modellenmesi ile Üretilcek En Uygun Ürünün Belirlenmesi. *Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 22(1).
- Güngör, C. (2013). Hiyerarşik Gri İlişkisel Analiz Yöntemiyle Çok Kriterli Tesis Yeri Seçimi, Yüksek Lisans Tezi, Hava Harp Okulu Havacılık ve Uzay Teknolojileri Enstitüsü, İstanbul.
- Gür, Ş., Hamurcu, M., & Eren, T. (2017). Ankara’da Monoray Projelerinin Analitik Hiyerarşi Prosesi ve 0-1 Hedef Programlama Yöntemleri İle Seçimi. *Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 23(4), 437-443.
- Gürol, K. B. (2007). Deprem Dayanımı Yetersiz Betonarme Binaları Güçlendirme Yöntemleri., Yüksek Lisans Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir.
- Güvenç, M. (2013). Adıyaman İlindeki Kamu Binalarında Enerji Verimliliği Tekno Ekonomik Analizi. *Technoeconomic Analysis Of Energy Efficiency In Public Buildings Adıyaman (Doctoral Dissertation)*.
- Halis, B., 2019, İkinci Kez Güçlendirilmiş Betonarme Kolonların Deneysel Olarak İncelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Balıkesir.
- Harker, P. T., & Vargas, L. G. (1987). The Theory Of Ratio Scale Estimation: Saaty's Analytic Hierarchy Process. *Management Science*, 33(11), 1383-1403.
- Harputlugil T., (2005), Yapı Elde Etme Sürecinde Tasarım Yönetimi-Hastane Yapılarının Ön Tasarımında Karar Alma Modeli ve Örneklenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Harputlugil, T. (2012). Yapı Elde Etme Sürecinde Mimari Tasarım Kalitesinin Ölçülmesi ve Arttırılmasına Yönelik Analitik Hiyerarşi Prosesi Tabanlı Karar

Destek Yaklaşımı ve Örnek Olaylarla Sınanması, Doktora Tezi, Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.

Hasol, D. (1998) “Ansiklopedik Mimarlık Sözlüğü”, Yem Yayınevi, İstanbul.

Hesapçıoğlu, M. Ve Meriç, B. (1994). "Okul Binalarının Tasarımı, Türkiye ve İstanbul İlinde Eğitim Tesisleri-Nüfus İlişkisi-Eğitim Planlaması Ve Ekonomisi Açısından Bir Ön Çözümleme." Eğitim Bilimleri Dergisi. Sayı:6, İstanbul: M.Ü. Atatürk Eğitim Fakültesi Yayını, 1994.

Hua, J., Yu, X. (2019). Thermo And Lightresponsive Building Envelope: Energy Analysis Under Different Climate Conditions, Solar Energy, 193, 866-877. Doi.Org/10.1016/J.Solener.2019.10.021

Huang, Y., Niu, J. L., & Chung, T. M. (2012). Energy And Carbon Emission Payback Analysis For Energy-Efficient Retrofitting In Buildings—Overhang Shading Option. Energy And Buildings, 44, 94-103.

Hwang, C. L., Yoon, K., Hwang, C. L., & Yoon, K. (1981). Methods For Multiple Attribute Decision Making. Multiple Attribute Decision Making: Methods And Applications A State-Of-The-Art Survey, 58-191.

Ilumin, R. C., & Oreta, A. W. C. (2018). A Post-Disaster Functional Asset Value Index For School Buildings. Procedia Engineering, 212, 230-237.

Iwaro, J., & Mwasha, A. (2010). Implications Of Building Energy Standard For Sustainable Energy Efficient Design In Buildings. Int. J. Energy Environ, 1(5), 745-756.

İlhan Uryan, H. (2022). Okulları Alkin, E., & İlkin, A. (1991). Ekonomik ve Sosyal Sorunlar Çözüm Önerileri Dizisi 1, Çevre Sorunları, TOBB. n Fiziki ve Donatım Yeterliklerine Yönelik Okul Yöneticilerinin Görüşleri. Yüksek Lisans Tezi Pamukkale Üniversitesi.

Alkin, E., & İlkin, A. (1991). Ekonomik ve Sosyal Sorunlar Çözüm Önerileri Dizisi 1, Çevre Sorunları, TOBB.

İnan, U. H. (2008). Kalite Yönetim Sistemlerinde Tetkik Performansının Bulanık Mantık ile Analitik Hiyerarşi Süreci ve Bulanık Analitik Ağ Süreci Kullanılarak Ölçülmesi. Yayımlanmamış Doktora Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimler Enstitüsü: İstanbul.

İşçi, C. (2008). Deprem Nedir ve Nasıl Korunuruz. Journal Of Yasar University, 3(9), 959-983.

İşler, T. (2014). Karbon Fiber ile Betonarme Elemanların Güçlendirilmesi. Yüksek Lisans Tezi, Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü. Eskişehir.

- Jafarzadeh, R. (2012). Seismic Retrofit Cost Modelling Of Existing Structures (Doctoral Dissertation, Researchspace@ Auckland).
- Kartal, M. E., Kaya, Ç. M., & Yavuz, F. (2024). Ege Denizi Depremi Sonrası Barınma Çözümleri: Acil, Geçici ve Kalıcı Barınma Yaklaşımları. Afet ve Risk Dergisi, 7(2), 560-571.
- Kayıhan, K.S., (2006). Sürdürülebilir Mimarlığın Yarı Nemli Marmara İkliminde Tasarlanacak Temel Eğitim Binalarında İrdelenmesi ve Bir Yöntem Önerisi. Doktora Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Kılıç, S.B., (2006), Türk Bankacılık Sistemi İçin Çok Kriterli Karar Alma Analizine Dayalı Bir Erken Uyarı Modelinin Tahmini", ODTÜ Gelişme Dergisi, 33(1): 117-154.
- Kirkeby, I. M. (2002). The School Of Tomorrow-Nordic Network Of Educational Buildings.
- Koyun, T., & Koç, E. (2017). Bir Binanın Değişken Cam ve Dış Duvar Tiplerine Göre Pencere/Duvar Alanı Oranlarının Bina Isı Kayıplarına Etkisi. Mühendis ve Makina, 58(688), 1-14.
- Kumar, R., & Singal, S. K. (2015). Penstock Material Selection İn Small Hydropower Plants Using Madm Methods. Renewable And Sustainable Energy Reviews, 52, 240-255.
- Kurt, M., Ve Güçlü, F. (1997). İlk ve Ortaöğretimde Öğrencilerin Ergonomik Açıdan Okula Uyumluları. Kalkınmada Anahtar Verimlilik, 9(99).
- Kuruüzüm, A., & Atsan, N. (2001). Nalitik Hiyerarşi Yöntemi ve İşletmecilik Alanındaki Uygulamaları. Akdeniz İıbf Dergisi, 1(1), 83-105.
- Kutanis, M., Abut, Y., Demir, I.H., And Orak, E. (2011), "Cost Benefit Analysis Of The Structures Designed For Alternative Seismic Hazard Levels", Proceedings Of The International Balkans Conference On Challenges Of Civil Engineering, Tirana, Albania.
- Küçükaslan, N., & Altan, M. F. (2021). Güçlendirilen Mevcut Bir Yapının Tdy 2007 ile 2018 Yeni Türkiye Bina Deprem Yönetmeliğine Göre Performansının Tekrar İncelenmesi. Afyon Kocatepe Üniversitesi Uluslararası Mühendislik Teknolojileri ve Uygulamalı Bilimler Dergisi, 4(1), 18-36.
- Li, Y., Kubicki, S., Guerriero, A., & Rezgui, Y. (2019). Review Of Building Energy Performance Certification Schemes Towards Future İmprovement. Renewable And Sustainable Energy Reviews, 113, 109244.
- Lu, J., & Ruan, D. (2007). Multi-Objective Group Decision Making: Methods, Software And Applications With Fuzzy Set Techniques (Vol. 6). Imperial College Press.

- Mangat, P. S., & Elgarf, M. S. (1999). Flexural Strength Of Concrete Beams With Corroding Reinforcement. *Structural Journal*, 96(1), 149-158.
- Marczyk, G., Dematteo, D., & Festinger, D. (2005). *Essentials Of Research Design And Methodology*. New York: John Wiley & Sons Inc.
- Marquis, F., Kim, J. J., Elwood, K. J., & Chang, S. E. (2017). Understanding Post-Earthquake Decisions On Multi-Storey Concrete Buildings In Christchurch, New Zealand. *Bulletin Of Earthquake Engineering*, 15, 731-758.
- Maxwell, L. (1999). School Renovation And Student Performance: One District's Experience, Council For Educational Facility Planners International, Scottsdale, Usa. [Http://Files.Eric.Ed.Gov/Fulltext/Ed443272.Pdf](http://Files.Eric.Ed.Gov/Fulltext/Ed443272.Pdf) (11.08.2012).
- Millî Eğitim Bakanlığı. (2024). Millî Eğitim İstatistikleri Örgün Eğitim 2023/'24. Millî Eğitim Bakanlığı Yayınları.
- Millî Eğitim Bakanlığı. (Eyatsk-2015)., Eğitim Yapıları Asgari Tasarım Standartları Kılavuzu. T.C. Millî Eğitim Bakanlığı İnşaat ve Emlak Dairesi Başkanlığı.
- Mollamahmutoğlu, M., Babuçcu, F. 2006., Zeminlerde Sıvılaşma Analiz ve İyileştirme Yöntemleri, Gazi Kitapevi, Ankara
- Monjezi, M., Dehghani, H., Singh, T.N., Sayadi, A.R., Gholinejad, A., (2010), Application Of Topsis method For Selecting The Most Appropriate Blast Design, *Arabian Journal Of Geosciences* No. 1, Pp. 19-34.
- Mulliner, E., Smallbone, K., & Maliene, V. (2013). An Assessment Of Sustainable Housing Affordability Using A Multiple Criteria Decision Making Method. *Omega*, 41(2), 270-279.
- Mutlu, A. H. (2015). Mevcut Yapıların Güçlendirilmesi Ya Da Yıkılmasına Karar Verilmesi Aşamasında Göz Önüne Alınması Gereken Kriterler, 3. Türkiye Deprem Mühendisliği ve Sismoloji Konferansı, 14-16.
- Mutlu, A. H. (2020). Binaların Güçlendirme/Yıkım Kararı Sürecindeki Ekonomik Değerlendirme İçin Yeni Bir Yöntem Önerisi: Eğitim Yapıları Örneği. *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 46-56.
- My 319-1 (A) "Türk Silahlı Kuvvetleri İnşaat Emlak Yönergesi", (2005).
- Naja, M. K., & Baytiyeh, H. (2014). Towards Safer Public School Buildings In Lebanon: An Advocacy For Seismic Retrofitting Initiative. *International Journal Of Disaster Risk Reduction*, 8, 158-165.
- Nuhoglu, A., Arısoy, B., & Taşçı, R. (2009). İzmir'deki Okulların Yapısal Özelliklerinin Araştırılması ve Deprem Davranışlarının Değerlendirilmesi. *İzmir Afet Riskini Azaltma Sempozyumu*, İzmir.

- Oğuz, M. A. (2018). Ahp ve Topsis Yöntemi İle Tedarikçi Seçimi. İstanbul Ticaret Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi, 17(34), 69-89.
- Onat, E. (1990). Mekansal Organizasyonlarda İhtiyaç Programlanması. Teknik Kitabevi, Ankara.
- Opricovic, S. (1998). Multicriteria Optimization Of Civil Engineering Systems. Faculty Of Civil Engineering, Belgrade, 2(1), 5-21.
- Opricovic, S., & Tzeng, G. H. (2004). Compromise Solution By Mcdm Methods: A Comparative Analysis Of Vikor And Topsis. European Journal Of Operational Research, 156(2), 445-455.
- Orak, M. S., & Celep, Z. (2017). Gedikbulak Okul Binasının Sismik Performansı Hakkında. Teknik Dergi, 28(2), 7889-7896.
- Öncü, G., (2011). Mevcut Betonarme ve Yığma Binaların Depreme Karşı Onarım Ve Güçlendirme Yöntemleri Ve İzmir'deki Bazı Uygulama Örneklerinin İrdelenmesi, Deü Fen Bilimleri Enstitüsü. İzmir.
- Ören, P. (2010). Öngermeli veya Ardçekmeli Prefabrik Betonarme Binaların Güçlendirilmesi: Bir Durum Çalışması, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul.
- Örs, M. (2013). Antalya Manavgat İlçe Milli Eğitim Müdürlüğü'ne Bağlı İlköğretim Okullarında Fiziksel Çevre Sağlık Koşullarının Değerlendirilmesi. Ankara Sağlık Hizmetleri Dergisi, 12(1), 25-40.
- Özaktan, Ö. (2014). İlkokul Öğretmenlerinin Okul Bina ve Bahçelerinin Çocukların Haklarına Uygunluğuna İlişkin Görüşleri. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Ankara Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Özcebe, L., Ulukol, B., Mollahaliloğlu, H., Yardım, N., & Kahraman, F. (2008). Sağlık Hizmetlerinde Okul Sağlığı Kitabı.
- Özkaya, A. Ş., (2009). Betonarme Bir Kamu Binasının 2007 Deprem Yönetmeliğine Göre Güçlendirilmesi., Yüksek Lisans Tezi, Mustafa Kemal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Antakya/Hatay.
- Pasalar, C. (2004). The Effects Of Spatial Layouts On Students' Interactions In Middle Schools: Multiple Case Analysis. North Carolina State University.
- Pınarbaşı, S., & Akyüz, U. (2005). Sismik İzolasyon ve Elastomerik Yastık Deneyleri1. İmo Teknik Dergi, 3581(3598), 237.
- Porgalı, M.S., 2015. Kamu İdari Hizmet Binası Projelerine Yönelik Yaklaşım ve Süreç Önerisi, (Uzmanlık Tezi). Ankara: İktisadi Sektörler ve Koordinasyon Genel Müdürlüğü, Isbn: 978-605-9041-51-5.

- Qin, Y., Qi, Q., Shi, P., Lou, S., Scott, P. J., & Jiang, X. (2023). Multi-Attribute Decision-Making Methods In Additive Manufacturing: The State Of The Art. Processes, 11(2), 497.
- Rodriguez, J., Ortega, L. M., & Casal, J. (1997). Load Carrying Capacity Of Concrete Structures With Corroded Reinforcement. Construction And Building Materials, 11(4), 239-248.
- Saaty, R. W. (1987). The Analytic Hierarchy Process—What It Is And How It Is Used. Mathematical Modelling, 9(3-5), 161-176.
- Saaty, T. L. (1986). Axiomatic Foundation Of The Analytic Hierarchy Process. Management Science, 32(7), 841-855.
- Sağbaşı, A., & Başbuğ, B. (2018). Sürdürülebilir Kalkınma Ekseninde Enerji Verimliliği Uygulamaları: Türkiye Değerlendirmesi. European Journal Of Engineering And Applied Sciences, 1(2), 43-50
- Santarsiero, G., Masi, A., Manfredi, V., & Ventura, G. (2021). Requalification Of Rc Frame Apartment Buildings: Comparison Of Seismic Retrofit Solutions Based On A Multi-Criteria Approach. Sustainability, 13(17), 9962.
- Sarp, A. (2007). Sağlıklı Bir Yapının Sürdürülebilirlik Sürecine Yönelik Bir Model Önerisi. Doktora Tezi, YTÜ.
- Selçuk, M. (2006). Binaların Yeniden İşlevlendirilmesinde Mekansal Kurgunun Değerlendirilmesi”, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, S.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Mimarlık Anabilim Dalı, Konya .
- Sencer, M., (1989). Toplumbilimlerinde Yöntem, İstanbul: Beta.
- Sever, Ü., (2024). Mevcut Okul Binalarında Enerji Performansının Belirlenmesi İçin Bir Tahmin Modeli, Doktora Tezi, Trakya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Strateji, T. C., & Başkanlığı, B. (2019). Analitik Bütçe Sınıflandırmasına İlişkin Rehber. Ankara.
- Su, B. (2011). Okul Tasarımı ve Enerji Verimliliği. Dünya Bilim, Mühendislik ve Teknoloji Akademisi Uluslararası İnşaat ve Çevre Mühendisliği Dergisi.
- T.C. Başbakanlık Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı (2013). Ulusal Deprem Stratejisi ve Eylem Planı 2012-2023. T.C. İçişleri Bakanlığı. <https://Deprem.Afad.Gov.Tr/Assets/Udsep/Udsep2023.Pdf>
- T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı (2021). Kamu Binalarında Sismik Dayanıklılık ve Enerji Verimliliği Projesi (Kadev)(P175894).
- T.C. İçişleri Bakanlığı Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı (2020) İl Afet Risk Azaltma Planı (İrap) Hazırlama Kılavuzu,

- Tankut, T., Ersoy, E., Özcebe, G. Ve Canbay, E. (2008). Betonarme Yapıların Onarımı ve Güçlendirilmesi İçin Kullanılan Yöntemler (Kitapta Bölüm), Bizim Büro Basımevi, Ankara, Türkiye
- Tanner, C. K. (2000). The İnfluence Of School Architecture On Academic Achievement. Journal Of Educational Administration, 38(4), 309-30.
- Taş, M., Özlemiş, Ş. N., Hamurcu, M., & Eren, T. (2017). Analitik Hiyerarşi Prosesi ve Hedef Programlama Karma Modeli Kullanılarak Monoray Projelerinin Seçimi. Harran Üniversitesi Mühendislik Dergisi, 2(2), 24-34.
- Tbdy, (2018). Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği, Afad, Ankara.
- Tekbıyık, G. (2018). Sürdürülebilir Mimarlıkta Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Kullanımı, Kamu Binalarında Uygulama Yöntemleri ve Örneklerinin İncelenmesi (Master's Thesis, Fatih Sultan Mehmet Vakıf Üniversitesi, Mühendislik ve Fen Bilimleri Enstitüsü).
- Timor, M. (2011). Analitik Hiyerarşi Prosesi. Türkmen Kitabevi.
- Tosun, İ. B. (2018). Kamu Binaları İçin Enerji Etüdü ve Verimlilik Arttırıcı Yöntemler. Yüksek Lisans Tezi, Necmettin Erbakan Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Konya.
- Tran, D., Lester, H., & Sobin, N. (2014). Toward Statistics On Construction Engineering And Management Research. In Construction Research Congress 2014: Construction İn A Global Network (Pp. 1139-1148).
- Ts500- 2000. Betonarme Yapıların Tasarım ve Yapım Kuralları, Standart Ts500. Türk Standartları Enstitüsü, Ankara, Türkiye.
- Türe, E., & Karaküçük, S. A. (2011). Yatılı İlköğretim Bölge Okullarında Eğitim Ortamlarının Fiziksel/Mekânsal Değişkenleri Açısından İncelenmesi. Journal Of Faculty Of Educational Sciences, 44(2).
- Tzeng, G. H., & Huang, J. J. (2011). Multiple Attribute Decision Making: Methods And Applications. Crc Press.
- Uludağ, Z., & Odacı, H. (2002). Eğitim Öğretim Faaliyetlerinde Fiziksel Mekân. Milli Eğitim Dergisi, 29, 153-154.
- Uluöz, D. (2010). Mevcut Binaların Güçlendirme Maliyetlerine Etki Eden Parametreler., Yüksek Lisans Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir.
- Unesco, E. (2015). 2030–Incheon Declaration And Framework For Action. *Pars: Unesco*.
- Upitis, R. (2009). Complexity And Design: How School Architecture İnfluences Learning. Design Principles And Practices: An International Journal, 3(2), 1-14.

- Url-1: <https://Webdosya.Csb.Gov.Tr/Db/Yapiisleri/Icerikler/Kamu-Binalari-Standartlari-Rehberi-20210505160829.Pdf>
- Url-2: Bakanlar Kurulu (2006). Kamu İdarelerine Ait Taşınmazların Kaydına İlişkin Yönetmelik, <https://Www.Mevzuat.Gov.Tr/Mevzuatmetin/21.5.200610970.Pdf>,
- Url-3
: https://Webdosya.Csb.Gov.Tr/Db/Kamuguclendirme/Menu/Tr_Sreepbp_Es_Presentation_210405_20210409030638_20231025125251.Pdf.
- Url-4: <https://Www.Gzt.Com/Nihayet/Adiyaman-Blues-3745571>
- Url-5: <https://Www.Afad.Gov.Tr/Van-Depremi-Hakkinda>
- Uyanık, O. 2002. Kayma Dalga Hızına Bağlı Potansiyel Sıvılaşma Analiz Yöntemi, Doktora Tezi, Deu. Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir
- Uygun, Ö., Kaçamak, H., & Kahraman, Ü. A. (2015). An Integrated Dematel And Fuzzy Anp Techniques For Evaluation And Selection Of Outsourcing Provider For A Telecommunication Company. *Computers & Industrial Engineering*, 86, 137-146.
- Vona, M., Anelli, A., Mastroberti, M., Murgante, B., & Santa Cruz, S. (2017). Prioritization Strategies To Reduce The Seismic Risk Of The Public And Strategic Buildings. *Disaster Advances*, 10(4), 1-15.
- Vona, M., Manganelli, B., Tataranna, S., & Anelli, A. (2018). An Optimized Procedure To Estimate The Economic Seismic Losses Of Existing Reinforced Concrete Buildings Due To Seismic Damage. *Buildings*, 8(10), 144.
- Williams, R. J., Gardoni, P., & Bracci, J. M. (2009). Decision Analysis For Seismic Retrofit Of Structures. *Structural Safety*, 31(2), 188-196.
- Xu, J. Z., Wang, L. J., & Lu, J. (2008). A Study Of Ahp-Fuzzy Comprehensive Evaluation On The Development Of Eco-Enterprise. In 2008 International Conference On Management Science And Engineering 15th Annual Conference Proceedings (Pp. 219-224). Ieee.
- Yakut, A. Ve Binici, B. (2023). Ülkemizde Riskli Yapıların Genel Özellikleri ve Deprem Performansı. *Çevre, Şehir ve İklim Dergisi*. Yıl: 2. Sayı: 4. Ss. 220-237.
- Yalçın, E., (2023), 8 Derslikli Tip Okul Binalarının Farklı Malzeme Özellikleri Dikkate Alınarak Güçlendirme Maliyetlerinin Araştırılması, Yüksek Lisans Tezi, Fırat Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Mimarlık Anabilim Dalı, Konya.
- Yanmaz, Özlem ve Luş, Hilmi (2005), Yapı Güçlendirme Yöntemlerinin Fayda-Maliyet Analizi, İMO Teknik Dergi, 233, 3497-3522.

- Yaralıoğlu, K., (2001). Performans Değerlendirmede Analitik Hiyerarşi Proses, Dokuz Eylül Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, Cilt, 16, Sayı, 1, Ss. 129-142.
- Yazır, D. (2022). Tankerlerde Bulunan Görsel ve İşitsel Alarmların Zabıtlara Olan Faydaları. Mersin Üniversitesi Denizcilik ve Lojistik Araştırmaları Dergisi, 4(1), 1-24.
- Yazıcıoğlu, Y., & Erdoğan, S. (2004). SPSS Uygulamalı Bilimsel Araştırma Yöntemleri. Ankara: Detay Yayıncılık, 49-50.
- Yıldız, S. (2018). Sürdürülebilir Kentsel Dönüşüm Değerlendirme Modeli Oluşturulması. Yayımlanmamış Doktora Tezi, Eskişehir Anadolu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü: Eskişehir.
- Yılmaz, M. O. (2009). Okul Yapıları. I. Tüzün (Ed.). Eğitim Hakkı ve Eğitimde Haklar: Uluslararası İnsan Hakları Belgeleri Işığında Ulusal Mevzuatın Değerlendirilmesi, Eğitim Reformu Girişimi Sabancı Üniversitesi İstanbul Politikalar Merkezi, İstanbul,
- Yılmaz, M., Kanıt, R., Erdal, M., Yıldız, S., & Bakış, A. (2016). Bina Bakım Onarım Ödeneklerinin Etkin Kullanımı Maksadıyla İhale Bedelini Etkileyen faktörlerin yapay sinir ağları ve lineer regresyon yöntemleri ile belirlenmesi. Politeknik Dergisi, 19(4), 461-470.
- Yılmaz, Z. (2016). Güçlendirme/Yıkım-Yapım Kararının Belirlenmesine Yönelik Bir Model Önerisi. Doktora Tezi. Karadeniz Teknik Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Trabzon.
- Yılmaz, Z., Çankaya, F., & Karakaya, A. (2017). Yıkım ve Yeniden Yapım Maliyetlerini Etkileyen Faktörlerin Bina Maliyet Oranı Açısından Önemi. Ordu Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Sosyal Bilimler Araştırmaları Dergisi, 7(2), 395-412.
- Yoon, K. P., & Hwang, C. L. (1995). Multiple Attribute Decision Making: An Introduction. Sage Publications.
- Yorulmaz, M., (2018) Betonarme Yapılarda A1 Düzensizlik Durumunun Değişik Deprem Bölgelerinde Araştırılması. Yüksek Lisans Tezi, KTO Karatay Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya,
- Young, E., Green, H. A., Roehrich-Patrick, L., Joseph, L., & Gibson, T. (2003). Do K-12 School Facilities Affect Education Outcomes? Staff Information Report.
- Yönetmeliği, B. E. P. (2008). Resmî Gazete (Sayı: 27075). Erişim Adresi: <https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2008/12/20081205-9.htm>
- Yüzbaşı, J., & Yerli, H. R. (2018). Betonarme Yapıların Deprem Etkisi Altında Performans Analizlerinin Yapılması ve Güçlendirilmesi. Çukurova Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Dergisi, 33(2), 273-286.

- Zahedi, F. M. (1986), "The Analytic Hierarchy Process A Survey Of The Method And Its Application", *Interfeces*, 16 (Temmuz-Ağustos): 96-108.
- Zavadskas, E. K., Mardani, A., Turskis, Z., Jusoh, A., & Nor, K. M. (2016). Development Of Topsis Method To Solve Complicated Decision-Making Problems-An Overview On Developments From 2000 To 2015. *International Journal Of Information Technology & Decision Making*, 15(03), 645-682.
- Zawacki, B. S., Jafarzadeh, R., Ingham, J. M., & Walsh, K. Q. (2020). Proposed Decision-Making Framework For The Risk Management Of Publicly Owned Earthquake Prone Buildings. *Journal Of Performance Of Constructed Facilities*, 34(5), 04020087.
- Zhang, Y., Fung, J. F., Cook, D., Johnson, K. J., & Sattar, S. (2024). Benefit–Cost Analysis For Earthquake-Resilient Building Design And Retrofit: State Of The Art And Future Research Needs. *Natural Hazards Review*, 25(3), 03124001.
- Zhou, P., Ang, B. W., & Poh, K. L. (2006). Decision Analysis In Energy And Environmental Modeling: An Update. *Energy*, 31(14), 2604-2622.
- Zomorodian, Z. S., & Nasrollahi, F. (2013). Architectural Design Optimization Of School Buildings For Reduction Of Energy Demand In Hot And Dry Climates Of Iran. *Int J Archit Eng Urban Plan*, 23(1), 41-50.

EKLER

EK-1. Çalışmada uygulanan Anket Formu

ANKET FORMU:

Sayın Katılımcı,

Bu anket çalışması, Manisa Celal Bayar Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü İnşaat Mühendisliği programında devam eden “**Kamu Binalarında Güçlendirme, Yıkım/Yeniden Yapım Karar Stratejisi İçin Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri Kullanılarak Değerlendirme Modeli Oluşturulması**” konulu doktora çalışmasında kullanılmak üzere hazırlanmıştır. Anket sonuçları toplu olarak analiz edilip raporlanacak, kişisel bilgileriniz hiçbir şekilde açıklanmayacaktır.

Değerli vaktinizi ayırıp, verdiğiniz katkıdan dolayı teşekkür ederim.

Öğr.Gör. Hakan AKBABA

Bu çalışma güçlendirme gereksinimi olan – **performans analizi sonrası güçlendirilmesi gereken** – kamu binaları için verilecek “GÜÇLENDİRME” veya “YIKIM/YENİDEN İNŞA” kararının alınmasında etkili parametrelerin önem ağırlıklarının belirlenmesi amaçlanmıştır.

Anket üç (3) bölümden oluşmaktadır.

- 1.Bölüm: Katılımcı profil bilgileri,
- 2.Bölüm: Alt Performans kriterlerinin önem (üstünlük) dereceleri açısından karşılaştırılması işlemi,
- 3.Bölüm: Temel Performans göstergelerinin önem (üstünlük) dereceleri açısından karşılaştırılması işlemi,

BÖLÜM-1:

Mesleğiniz Nedir ?

- ☐ İnşaat Mühendisi ☐ Mimar ☐ Makine Mühendisi ☐ Çevre Mühendisi ☐ Diğer

Mesleki Deneyim Süreniz Nedir ?

- ☐ 0-10 Yıl ☐ 11-20 Yıl ☐ 21-30 Yıl ☐ 31-40 Yıl

BÖLÜM-2:

Çalışma kapsamında güçlendirme gereksinimi olan kamu binalarının değerlendirilmesinde etkili olabilecek “**Temel Performans Göstergeleri**” ve “**Alt Performans Kriterleri**” belirlenerek kodlanmıştır.

➤ Yapısal/Fiziksel Performans Kriterleri

- (YP-1) Bina Beton Basınç Dayanımı Değeri
- (YP-2) Donatısı Tipi, Sınıfı ve Etriye Durumu
- (YP-3) Donatısında Gözlenen Korozyon (paslanma) Durumu
- (YP-4) Zemin Sıvılaşma Riski
- (YP-5) Bina Drenaj, Taşkın ve Heyelan Yatağında Eulunma Durumu
- (YP-6) Bina Yaşı (Fiziksel Eskime)
- (YP-7) Bina bulunan “Taşıyıcı Sistem Düzensizlik” Durumu

➤ Çevresel /Enerji Performans Kriterleri

- (ÇP-1) Bina Enerjisi Kullanım Düzeyi
- (ÇP-2) Bina Isı Yalıtım Düzeyi
- (ÇP-3) Bina Enerji İyileştirme Potansiyeli
- (ÇP-4) Bina Çevresel Gürültü Düzeyi
- (ÇP-5) Bina Yakın Çevresel Kirliliğe Yol Açan Tesis Bulunma Düzeyi

➤ İşlevsel/Mimari Performans Kriterleri

- (İP-1) Bina Projesine Uygunluk Düzeyi
- (İP-2) Bina Kapalı Alan Yeterlilik Düzeyi
- (İP-3) Bina Sunulan Hizmete Uygunluk Düzeyi
- (İP-4) Bina Büyüyebilirlik Düzeyi
- (İP-5) Bina Afet Sonrası Kullanılabilirlik Düzeyi
- (İP-6) Bina Konumu İtibarıyla Olumsuz Etkisi Bulunabilecek Mekânlara Olan Uzaklık Düzeyi
- (İP-7) Bina Çevresinin Trafik ve Yaya Güvenliği Açısından Düzenlenme Olanğı

➤ Ekonomik Performans Kriterleri

- (ÇP-1) Bina Güçlendirme Maliyetinin, Yeniden İnşa Maliyetine Oranı
- (ÇP-2) Güçlendirme Sebebiyle Oluşacak Maliyetlerin, Yeniden İnşa Maliyetine Oranı
- (ÇP-3) İleriki 10 Yıl İçin Ön Görülen Büyük Bakım Onarım Maliyetinin, Yeniden Yapım Maliyetine Oranı
- (ÇP-4) Ülkede Yaşanan Yıllık Enflasyon Değeri

BÖLÜM 2.1. YAPISAL/FİZİKSEL Performans Kriterleri İkili Karşılaştırma İşlemi:

Sayın Katılımcı,

Binalar için alınacak Güçlendirme, Yıkım-Yeniden İnşa kararı için aşağıda belirtilen “**Alt Performans Kriterleri**” arasında önem derecesine göre ikili karşılaştırma yapmanız beklenmektedir. Karşılaştırma yaparken aşağıdaki kriter karşılaştırma ölçeğini kullanınız.

Önem Değeri	Değer Tanımları
1	İki Kriterde Eşit Önemde
3	Bir Kriter Diğer Kriterlere Göre Biraz Daha Önemli
5	Bir Kriter Diğer Kriterlere Göre Oldukça Önemli
7	Bir Kriter Diğer Kriterlere Göre Çok Önemli
9	Bir Kriter Diğer Kriterlere Göre Son Derece Önemli
2, 4, 6 ve 8	(Ara Değerler)

Karşılaştırmaya konu ölçütler **Eşit üstünlükte "1"** , **Az üstünlükte "3"**, **Fazla üstünlükte "5"**, **Çok üstünlükte "7"**, **Son derece Çok üstünlükte ise "9"** olarak işaretleme yapınız.

("2", "4", "6", "8" değerleri ara değerlerdir.)

Değerlendirmeler ikili kıyaslamalar halinde olup aşağıda bir örnek işaretleme sistemi gösterilmiştir.

Ölçüt	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Ölçüt
A kriteri									x									B kriteri
A kriteri											x							C kriteri
B kriteri					x													C kriteri

Örnek değerlendirme (her satırda sadece 1(bir) kutucuk işaretlenmelidir.

Yapısal/Fiziksel Performans Kriterleri Önem (Üstünlük) Karşılaştırma Tablosu:

Performans Kriterleri	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Performans Kriterleri
Bina Beton Basınç Dayanımı																		Donatı Tipi, Sınıfı, Etriye Durumu
Bina Beton Basınç Dayanımı																		Donatıda Gözlenen Korozyon Durumu
Bina Beton Basınç Dayanımı																		Zemin Sıvılaşma Riski
Bina Beton Basınç Dayanımı																		Binanın Dere, Taşkın ve Heyelan Yatağında Bulunma Durumu
Bina Beton Basınç Dayanımı																		Binanın Yaşı (Fiziksel Eskime)
Bina Beton Basınç Dayanımı																		Binada Bulunan Taşıyıcı Sistem Düzensizlik Durumu
Donatı Tipi, Sınıfı, Etriye Durumu																		Donatıda Gözlenen Korozyon Durumu
Donatı Tipi, Sınıfı, Etriye Durumu																		Zemin Sıvılaşma Riski
Donatı Tipi, Sınıfı, Etriye Durumu																		Binanın Dere, Taşkın ve Heyelan Yatağında Bulunma Durumu
Donatı Tipi, Sınıfı, Etriye Durumu																		Binanın Yaşı (Fiziksel Eskime)
Donatı Tipi, Sınıfı, Etriye Durumu																		Binada Bulunan Taşıyıcı Sistem Düzensizlik Durumu
Donatıda Gözlenen Korozyon Durumu																		Zemin Sıvılaşma Riski
Donatıda Gözlenen Korozyon Durumu																		Binanın Dere, Taşkın ve Heyelan Yatağında Bulunma Durumu
Donatıda Gözlenen Korozyon Durumu																		Binanın Yaşı (Fiziksel Eskime)
Donatıda Gözlenen Korozyon Durumu																		Binada Bulunan Taşıyıcı Sistem Düzensizlik Durumu
Zemin Sıvılaşma Riski																		Binanın Dere, Taşkın ve Heyelan Yatağında Bulunma Durumu
Zemin Sıvılaşma Riski																		Binanın Yaşı (Fiziksel Eskime)
Zemin Sıvılaşma Riski																		Binada Bulunan Taşıyıcı Sistem Düzensizlik Durumu
Binanın Dere, Taşkın ve Heyelan Yatağında Bulunma Durumu																		Binanın Yaşı (Fiziksel Eskime)
Binanın Dere, Taşkın ve Heyelan Yatağında Bulunma Durumu																		Binada Bulunan Taşıyıcı Sistem Düzensizlik Durumu
Binanın Yaşı (Fiziksel Eskime)																		Binada Bulunan Taşıyıcı Sistem Düzensizlik Durumu

BÖLÜM 2.2. İŞLEVSEL/MİMARİ Performans Kriterleri İkili Karşılaştırma İşlemi:

Sayın Katılımcı,

Binalar için alınacak Güçlendirme, Yıkım-Yeniden İnşa kararı için aşağıda belirtilen “**Alt Performans Kriterleri**” arasında önem derecesine göre ikili karşılaştırma yapmanız beklenmektedir. Karşılaştırma yaparken aşağıdaki kriter karşılaştırma ölçeğini kullanınız.

Önem Değeri	Değer Tanımları
1	İki Kriterde Eşit Önemde
3	Bir Kriter Diğer Krite Göre Biraz Daha Önemli
5	Bir Kriter Diğer Krite Göre Oldukça Önemli
7	Bir Kriter Diğer Krite Göre Çok Önemli
9	Bir Kriter Diğer Krite Göre Son Derece Önemli
2, 4, 6 ve 8	(Ara Değerler)

Karşılaştırmaya konu ölçütler **Eşit üstünlükte "1"**, **Az üstünlükte "3"**, **Fazla üstünlükte "5"**, **Çok üstünlükte "7"**, **Son derece Çok üstünlükte ise "9"** olarak işaretleme yapınız.

("2", "4", "6", "8" değerleri ara değerlerdir.)

Değerlendirmeler ikili kıyaslamalar halinde olup aşağıda bir örnek işaretleme sistemi gösterilmiştir.

Ölçüt	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Ölçüt
A kriteri									x									B kriteri
A kriteri											x							C kriteri
B kriteri					x													C kriteri

Örnek değerlendirme (her satırda sadece 1(bir) kutucuk işaretlenmelidir.

İşlevsel/Mimari Performans Kriterleri Önem (Üstünlük) Karşılaştırma Tablosu:

Performans Kriterleri	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Performans Kriterleri
Binanın Projesine Uygunluk Düzeyi																		Bina Kapalı Alan Yeterlilik Düzeyi
Binanın Projesine Uygunluk Düzeyi																		Binanın Sunulan Hizmet Uygunluk Düzeyi
Binanın Projesine Uygunluk Düzeyi																		Bina Büyüyebilirlik Düzeyi
Binanın Projesine Uygunluk Düzeyi																		Binanın Muhtemel Afet Sonrası Kullanılabilirlik Düzeyi
Binanın Projesine Uygunluk Düzeyi																		Bina Konumunun Olumsuz Mekanlara Uzaklık Düzeyi
Binanın Projesine Uygunluk Düzeyi																		Bina Çevresi Trafik ve Yaya Düzenlenme Olanakları
Bina Kapalı Alan Yeterlilik Düzeyi																		Binanın Sunulan Hizmet Uygunluk Düzeyi
Bina Kapalı Alan Yeterlilik Düzeyi																		Bina Büyüyebilirlik Düzeyi
Bina Kapalı Alan Yeterlilik Düzeyi																		Binanın Muhtemel Afet Sonrası Kullanılabilirlik Düzeyi
Bina Kapalı Alan Yeterlilik Düzeyi																		Bina Konumunun Olumsuz Mekanlara Uzaklık Düzeyi
Bina Kapalı Alan Yeterlilik Düzeyi																		Bina Çevresi Trafik ve Yaya Düzenlenme Olanakları
Binanın Sunulan Hizmet Uygunluk Düzeyi																		Bina Büyüyebilirlik Düzeyi
Binanın Sunulan Hizmet Uygunluk Düzeyi																		Binanın Muhtemel Afet Sonrası Kullanılabilirlik Düzeyi
Binanın Sunulan Hizmet Uygunluk Düzeyi																		Bina Konumunun Olumsuz Mekanlara Uzaklık Düzeyi
Binanın Sunulan Hizmet Uygunluk Düzeyi																		Bina Çevresi Trafik ve Yaya Düzenlenme Olanakları
Bina Büyüyebilirlik Düzeyi																		Binanın Muhtemel Afet Sonrası Kullanılabilirlik Düzeyi
Bina Büyüyebilirlik Düzeyi																		Bina Konumunun Olumsuz Mekanlara Uzaklık Düzeyi
Bina Büyüyebilirlik Düzeyi																		Bina Çevresi Trafik ve Yaya Düzenlenme Olanakları
Binanın Muhtemel Afet Sonrası Kullanılabilirlik Düzeyi																		Bina Konumunun Olumsuz Mekanlara Uzaklık Düzeyi
Binanın Muhtemel Afet Sonrası Kullanılabilirlik Düzeyi																		Bina Çevresi Trafik ve Yaya Düzenlenme Olanakları
Bina Konumunun Olumsuz Mekanlara Uzaklık Düzeyi																		Bina Çevresi Trafik ve Yaya Düzenlenme Olanakları

BÖLÜM 2.3. ÇEVRE/ENERJİ Performans Kriterleri İkili Karşılaştırma İşlemi:

Sayın Katılımcı,

Binalar için alınacak Güçlendirme, Yıkım-Yeniden İnşa kararı için aşağıda belirtilen “**Alt Performans Kriterleri**” arasında önem derecesine göre ikili karşılaştırma yapmanız beklenmektedir. Karşılaştırma yaparken aşağıdaki kriter karşılaştırma ölçeğini kullanınız.

Önem Değeri	Değer Tanımları
1	İki Kriterde Eşit Önemde
3	Bir Kriter Diğer Kriterlere Göre Biraz Daha Önemli
5	Bir Kriter Diğer Kriterlere Göre Oldukça Önemli
7	Bir Kriter Diğer Kriterlere Göre Çok Önemli
9	Bir Kriter Diğer Kriterlere Göre Son Derece Önemli
2, 4, 6 ve 8	(Ara Değerler)

Karşılaştırmaya konu ölçütler **Eşit üstünlükte "1"** , **Az üstünlükte "3"**, **Fazla üstünlükte "5"**, **Çok üstünlükte "7"**,

Son derece Çok üstünlükte ise "9" olarak işaretleme yapınız.

("2", "4", "6", "8" değerleri ara değerlerdir.)

Değerlendirmeler ikili kıyaslamalar halinde olup aşağıda bir örnek işaretleme sistemi gösterilmiştir.

Ölçüt	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Ölçüt
A kriteri									x									B kriteri
A kriteri											x							C kriteri
B kriteri				x														C kriteri

Örnek değerlendirme (her satırda sadece 1(bir) kutucuk işaretlenmelidir.

Çevre/Enerji Performans Kriterleri Önem (Üstünlük) Karşılaştırma Tablosu:

Performans Kriterleri	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Performans Kriterleri
Enerji Kullanım Düzeyi	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Bina Yalıtım Düzeyi
Enerji Kullanım Düzeyi	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Bina Enerji İyileşme Potansiyeli
Enerji Kullanım Düzeyi	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Bina Çevresel Gürültü Düzeyi
Enerji Kullanım Düzeyi	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Bina Yakın Çevresinde Zararlı Etki Bulunma Düzeyi
Bina Yalıtım Düzeyi	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Bina Enerji İyileşme Potansiyeli
Bina Yalıtım Düzeyi	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Bina Çevresel Gürültü Düzeyi
Bina Yalıtım Düzeyi	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Bina Yakın Çevresinde Zararlı Etki Bulunma Düzeyi
Bina Enerji İyileşme Potansiyeli	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Bina Çevresel Gürültü Düzeyi
Bina Enerji İyileşme Potansiyeli	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Bina Yakın Çevresinde Zararlı Etki Bulunma Düzeyi
Bina Çevresel Gürültü Düzeyi	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Bina Yakın Çevresinde Zararlı Etki Bulunma Düzeyi

BÖLÜM 2.4. EKONOMİK Performans Kriterleri İkili Karşılaştırma İşlemi:

Sayın Katılımcı,

Binalar için alınacak Güçlendirme, Yıkım-Yeniden İnşa kararı için aşağıda belirtilen “**Alt Performans Kriterleri**” arasında önem derecesine göre ikili karşılaştırma yapmanız beklenmektedir. Karşılaştırma yaparken aşağıdaki kriter karşılaştırma ölçeğini kullanınız.

Önem Değeri	Değer Tanımları
1	İki Kriterde Eşit Önemde
3	Bir Kriter Diğer Kriterlere Göre Biraz Daha Önemli
5	Bir Kriter Diğer Kriterlere Göre Orta Önemli
7	Bir Kriter Diğer Kriterlere Göre Çok Önemli
9	Bir Kriter Diğer Kriterlere Göre Son Derece Önemli
2, 4, 6 ve 8	(Ara Değerler)

Karşılaştırmaya konu ölçütler Eşit üstünlükte "1" , Az üstünlükte "3", Fazla üstünlükte "5", Çok üstünlükte "7", Son derece Çok üstünlükte ise "9" olarak işaretleme yapınız.

("2", "4", "6", "8" değerleri ara değerlerdir.)

Değerlendirmeler ikili kıyaslamalar halinde olup aşağıda bir örnek işaretleme sistemi gösterilmiştir.

Ölçüt	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Ölçüt
A kriteri									x									B kriteri
A kriteri											x							C kriteri
B kriteri					x													C kriteri

Örnek değerlendirme (her satırda sadece 1(bir) kutucuk işaretlenmelidir.

Ekonomik Performans Kriterleri Karşılaştırma Tablosu:

Performans Kriterleri	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Performans Kriterleri
Güçlendirme Maliyetinin Yeniden Yapım Maliyetine Oranı																		Güçlendirme Kaynaklı Oluşabilecek Maliyetlerin Yeniden Yapım Maliyetine Oranı
Güçlendirme Maliyetinin Yeniden Yapım Maliyetine Oranı																		İleriki 10 Yıl İçin Öngörülen Büyük Bakım Onarım Maliyetinin Yeniden Yapım Maliyetine Oranı
Güçlendirme Maliyetinin Yeniden Yapım Maliyetine Oranı																		Ülkedeki Enflasyon Oranı
Güçlendirme Kaynaklı Oluşabilecek Maliyetlerin Yeniden Yapım Maliyetine Oranı																		İleriki 10 Yıl İçin Öngörülen Büyük Bakım Onarım Maliyetinin Yeniden Yapım Maliyetine Oranı
Güçlendirme Kaynaklı Oluşabilecek Maliyetlerin Yeniden Yapım Maliyetine Oranı																		Ülkedeki Enflasyon Oranı
İleriki 10 Yıl İçin Öngörülen Büyük Bakım Onarım Maliyetinin Yeniden Yapım Maliyetine Oranı																		Ülkedeki Enflasyon Oranı

3. (SON) BÖLÜM

“TEMEL PERFORMANS GÖSTERGELERİ” Arasında İkili Karşılaştırma İşlemi:

Sayın Katılımcı,

Depreme karşı güçlendirme gereksinimi olan – **performans analizi sonrası güçlendirilmesi gereken** – kamu binaları için verilecek “GÜÇLENDİRME” veya “YIKIM/YENİDEN İNŞA” kararının alınmasında etkili “**Temel Performans Göstergeleri**” arasında önem derecesine göre ikili karşılaştırma yapmanız beklenmektedir.

Karşılaştırmaya yaparken aşağıdaki kriter karşılaştırma ölçeğini kullanınız.

Önem Değeri	Değer Tanımları
1	İki Kriterde Eşit Önemde
3	Bir Kriter Diğer Kriterlere Göre Biraz Daha Önemli
5	Bir Kriter Diğer Kriterlere Göre Oldukça Önemli
7	Bir Kriter Diğer Kriterlere Göre Çok Önemli
9	Bir Kriter Diğer Kriterlere Göre Son Derece Önemli
2, 4, 6 ve 8	(Ara Değerler)

Karşılaştırmaya konu ölçütler Eşit üstünlükte "1", Az üstünlükte "3", Fazla üstünlükte "5", Çok üstünlükte "7", Son derece Çok üstünlükte ise "9" olarak işaretleme yapınız.
(“2”, “4”, “6”, “8” değerleri ara değerlerdir.)

Değerlendirmeler ikili kıyaslamalar halinde olup aşağıda bir örnek işaretleme sistemi gösterilmiştir.

Ölçüt	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Ölçüt
A kriteri									x									B kriteri
A kriteri											x							C kriteri
B kriteri					x													C kriteri

Örnek değerlendirme (her satırda sadece 1(bir) kutucuk işaretlenmelidir.)

Temel Performans Kriterleri Karşılaştırma Tablosu:

Performans Göstergesi	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Performans Göstergesi
Yapısal/Fiziksel Performans	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	İşlevsel/Mimari Performans
Yapısal/Fiziksel Performans	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Çevresel/Enerji Performans
Yapısal/Fiziksel Performans	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Ekonomik Performans
İşlevsel/Mimari Performans	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Çevresel/Enerji Performans
İşlevsel/Mimari Performans	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Ekonomik Performans
Çevresel/Enerji Performans	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Ekonomik Performans

Saygıdeğer Hocam;

Cevapladığınız bu formu kaydederek geri gönderdiğiniz için teşekkür eder, saygılarımı sunarım...

EK-3. Etik Kurul Kararı

T.C.
MANİSA CELAL BAYAR ÜNİVERSİTESİ REKTÖRLÜĞÜ
FEN VE MÜHENDİSLİK BİLİMLERİ BİLİMSEL ARAŞTIRMA VE YAYIN ETİK
KURULU KARARLARI

Toplantı Tarih	: 22.05.2024
Toplantı Sayısı	: 2024/ 03
Toplantıda Alınan Karar Sayısı	: 1

Fen ve Mühendislik Bilimleri Bilimsel Araştırma ve Yayın Etik Kurulu 22.05.2024 tarih ve saat 10:00'da toplandı. Yapılan görüşmeler sonrasında, aşağıdaki karar alındı.

KARAR:

- 1- MCBÜ Mühendislik Fakültesi Öğretim Üyesi Doç.Dr.Halil NOHUTÇU'nun 07.05.2024 tarih ve E.772606 sayıda kayıtlı MCBÜ Fen Bilimleri Enstitüsü İnşaat Mühendisliği Yapı Anabilim Dalı Doktora öğrencisi Hakan AKBABA'nın "Kamu Binalarında güçlendirme, yıkım-yeniden yapım karar stratejisi için çok kriterli karar verme yöntemi belirlenmesi " adlı tez araştırmasının etik yönden uygunluğuna, toplantıya katılan üyelerin oy birliği ile karar verildi.

(imza) Prof.Dr.Kadir AY Başkan		
(katılmadı-izinli) Prof.Dr.Ahmet TURK Üye	(imza) Prof.Dr.Fatih KALYONCU Bşk.Yrd	(imza) Prof.Dr.Halil BABACAN Üye
(imza) Prof.Dr.Enver ATİK Üye	(imza) Prof.Dr.Neriman BAĞDATLIOĞLU Üye	(imza) Prof.Dr.Yüksel ABALI Üye

EK-4. Değerlendirme Modeli Örnek Bina Uygulamaları

Okul / Bina Adı : ÖRNEK BİNA-2					Mevcut Durum	Gösterge Skor	Değeri	Kriter Ağırlık (AHP)	S.D.xkriter Ağırlığı	Toplam Skor Sayısı	Performans Gösterge Ağırlık (AHP)	Toplam S.S. x Performans Ağırlığı		
					Sayı Puanı									
Mevcut Beton Mukavemti (Mpa):	9.6	Temel Performans Göstergeleri:	(Y) YAPISAL	(YP-1) Bina Ortalama Beton Basınç Dayanımı	9.6	2	0.181	0.362	3.821	0.418	1.598	Yapısal Puan Kaybı (%)	29.46	
Donatı tipi:	220			(YP-2) Donatı Tipi, Sınıfı ve Etriye Durumu	220/yetersiz	2	0.109	0.219						
Etriye Sıklaştırma Durumu:	yok			(YP-3) Donatıda Gözlenen Korozyon Durumu	hafif	4	0.097	0.387						
Donatıda korozyon	hafif			(YP-4) Zemin Sıvılaşma Riski	yok	5	0.199	0.993						
Sıvılaşma Riski:	yok			(YP-5) Dere, Heyelan Yapağında Bulunma Durumu	yok	5	0.251	1.255						
Heyelan Riski:	yok			(YP-6) Bina Yaşı	#DEĞERİ	3	0.047	0.142						
Düzensizlik Durumu:	iyi			(YP-7) Taşıyıcı Sistem Düzensizlik Durumu	iyi	4	0.116	0.464						
Bina Yapım Yılı:	-		(İ) İŞLEVSEL	(İP-1) Mevcut Projesine Uygunluk Düzeyi	iyi	4	0.172	0.689	4.828	0.223	1.075	İşlevsel Puan Kaybı (%)	4.31	
Projesine uygunluk düzeyi:	iyi			(İP-2) Bina Kapalı Alan Yeterlilik Düzeyi	çok iyi	5	0.107	0.537						
Toplam İnşaat Alanı (m2):	1094			(İP-3) Sunulan Hizmete Uygunluk Düzeyi	uygun	5	0.148	0.738						
Öğrenci Sayısı:	265			(İP-4) Büyüyebilirlik Düzeyi	uygun	5	0.085	0.423						
m2 deki kişi sayısı (kişi/m2)	4.1			(İP-5) Afet Sonrası Kullanılabilirlik	uygun	5	0.318	1.592						
Derslik Sayısı:	9.0			(İP-6) Olumsuz Mekanlara Uzaklık	uygun	5	0.085	0.424						
Derslik teki kişi sayısı (kişi/derslik sayısı):	29.4			(İP-7) Trafik ve Yaya Güvenliği	uygun	5	0.085	0.426						
Kat Yüksekliği (m):	3.3		(Ç) ÇEVRESEL	(ÇP-1) Enerji Kullanım Düzeyi	Uygun	5	0.183	0.915	4.156	0.110	0.456	Çevresel Puan Kaybı (%)	21.11	
Bahçe Alanı/Bina Oturma Alanı:	yeterli			(ÇP-2) Isı yalıtım Düzeyi	düşük	2	0.281	0.562						
Bina Çevresi Trafik Durumu	iyi			(ÇP-3) Enerji İyileştirme Potansiyeli	yüksek	5	0.314	1.572						
	0.0			(ÇP-4) Çevresel Gürültü Düzeyi	uygun	5	0.097	0.485						
Çatı Yalıtımı:	yok			(ÇP-5) Çevrede Kirliliğe Neden Olan Tesis	yok	5	0.124	0.621						
Dış cephe ısı yalıtımı :	yok		(E) EKONOMİK	(EP-1) Güçlendirme / Yeniden İnşaa Oranı	0.21	3	0.425	1.274	2.920	0.250	0.729	Ekonomik Puan Kaybı (%)	52.00	
Pencere ve Cam Yalıtımı:	pvc			(EP-2) Güç Kaynaklı Maliyet/ Yeniden İnşaa	yok	5	0.239	1.197						
Bina çeresinde zararlı etki ve gürültü mekan var mı?	yok			(EP-3) 10 yıllık Bakım Onarım/Yeniden Yapım Oranı	0.40	1	0.223	0.223						
	0.0			(EP-4) Enflasyon Oranı	20.00	2	0.113	0.226						
Güçlendirme Maliyeti - statik (TL)	207,273.00													
Katlanılması Gereken Maliyet-Kira-taşıma (TL):	0.0													
Yeniden Yapım Maliyeti (TL):	965,826.00													
Güçlendirme + İleriki 10 Yıllık Maliyetleri Tümü (TL):	597,525.00													
İleriki 10 Yıllık Maliyetler Toplamı (TL):	390,252.00													
G.M/Y.Y.M (%):	0.21													
10 yıllık Bakım Onarım/Yeniden Yapım Oranı (%):	0.40													
Enflasyon oranı (yıllık %):	20.00													
Raporun Hazırlama Yılı:	2018													

Mevcut Bna Y.İ.Ç.E. Puanı =	3.86
Maksimum Y.İ.Ç.E. Puanı	5.00
Y.İ.Ç.E. Puanı Kaybı (%)	28.58

Okul / Bina Adı : ÖRNEK BİNA-4		 		Mevcut Durum Değeri		Gösterge Skor Sayı Puanı	Kriter Ağırlık (AHP)	S.D.xKriter Ağırlığı	Toplam Skor Sayısı	Performans Gösterge Ağırlık (AHP)	Toplam S.S. x Performans Ağırlığı			
Mevcut Beton Mukavemeti (Mpa):	8.0	Temel Performans Göstergeleri:	(Y) YAPISAL	(YP-1) Bina Ortalama Beton Basınç Dayanımı	8.0	2	0.181	0.362	3.484	0.418	1.457	Yapısal Puan Kaybı (%)	37.91	
Donatı tipi:	220			(YP-2) Donatı Tipi, Sınıfı ve Etriye Durumu	220/yetersiz	2	0.109	0.219						
Etriye Sıklaştırma Durumu:	yok			(YP-3) Donatıda Gözlenen Korozyon Durumu	yüksek	1	0.097	0.097						
Donatıda korozyon	yüksek			(YP-4) Zemin Sıvılaşma Riski	yok	5	0.199	0.993						
Sıvılaşma Riski:	yok			(YP-5) Dere, Heyelan Yapağında Bulunma Durumu	yok	5	0.251	1.255						
Heyelan Riski:	yok			(YP-6) Bina Yaşı	34	2	0.047	0.095						
Düzensizlik Durumu:	iyi			(YP-7) Taşıyıcı Sistem Düzensizlik Durumu	iyi	4	0.116	0.464						
Bina Yapım Yılı:	1986		(İ) İŞLEVSEL	(İP-1) Mevcut Projesine Uygunluk Düzeyi	iyi	4	0.172	0.689	4.828	0.223	1.075	İşlevsel Puan Kaybı (%)	4.31	
Projesine uygunluk düzeyi:	iyi			(İP-2) Bina Kapalı Alan Yeterlilik Düzeyi	çok iyi	5	0.107	0.537						
Toplam İnşaat Alanı (m2):	920			(İP-3) Sunulan Hızmete Uygunluk Düzeyi	uygun	5	0.148	0.738						
Öğrenci Sayısı:	63			(İP-4) Büyüyebilirlik Düzeyi	uygun	5	0.085	0.423						
m2 deki kişi sayısı (kişi/m2)	14.6			(İP-5) Afet Sonrası Kullanılabilirlik	uygun	5	0.318	1.592						
Derslik Sayısı:	4.0			(İP-6) Olumsuz Mekanlara Uzaklık	uygun	5	0.085	0.424						
Derslik teki kişi sayısı (kişi/derslik sayısı):	15.8			(İP-7) Trafik ve Yaya Güvenliği	uygun	5	0.085	0.426						
Kat Yüksekliği (m):	3.1		(Ç) ÇEVRESEL	(ÇP-1) Enerji Kullanım Düzeyi	Uygun	5	0.183	0.915	4.156	0.110	0.456	Çevresel Puan Kaybı (%)	21.11	
Bahçe Alanı/Bina Oturma Alanı:	yeterli			(ÇP-2) Isı yalıtım Düzeyi	düşük	2	0.281	0.562						
Bina Çevresi Trafik Durumu	iyi			(ÇP-3) Enerji İyileştirme Potansiyeli	yüksek	5	0.314	1.572						
Çatı Yalıtımı:	yok			(ÇP-4) Çevresel Gürültü Düzeyi	uygun	5	0.097	0.485						
Diş cephe ısı yalıtımı :	yok			(ÇP-5) Çevrede Kirliliğe Neden Olan Tesis	yok	5	0.124	0.621						
Pencere ve Cam Yalıtımı:	pvc		(E) EKONOMİK	(EP-1) Güçlendirme /Yeniden İnşaa Oranı	0.16	4	0.425	1.698	3.568	0.250	0.891	Ekonomik Puan Kaybı (%)	35.81	
Bina çeresinde zararlı etki ve gürültü mekan var mı?	yok			(EP-2) Güç. Kaynaklı Maliyet/ Yeniden İnşaa	yok	5	0.239	1.197						
Güçlendirme Maliyeti - statik (TL)	182,134.00			(EP-3) 10 yıllık Bakım Onarım/Yeniden Yapım Oranı	0.34	2	0.223	0.446						
Katlanılması Gereken Maliyet-Kira-taşıma (TL):	0.0			(EP-4) Enflasyon Oranı	14.60	2	0.113	0.226						
Yeniden Yapım Maliyeti (TL):	1,162,608.00													
Güçlendirme + İleriki 10 Yıllık Milyetleri Tümü (TL):	572,248.00													
İleriki 10 Yıllık Milyetler Toplamı (TL):	390,114.00													
G.M/Y.Y.M. (%):	0.16													
10 yıllık Bakım Onarım/Yeniden Yapım Oranı (%):	0.34													
Enflasyon oranı (yıllık %):	14.60													
Raporun Hazırlama Yılı:	2020													

Mevcut Bna Y.İ.Ç.E. Puanı =	3.88
Maksimum Y.İ.Ç.E. Puanı	5.00
Y.İ.Ç.E. Puanı Kaybı (%)	28.07

Okul / Bina Adı : ÖRNEK BİNA-5			Temel Performans Göstergeleri:												
			Mevcut Durum Değeri	Gösterge Skor Sayı Puanı	Kriter Ağırlık (AHP)	S.S.D.xkriter Ağırlığı	Toplam Skor Sayısı	Performans Gösterge Ağırlık (AHP)	Toplam S.S. x Performans Ağırlığı						
(Y) YAPISAL	(YP-1) Bina Ortalama Beton Basınç Dayanımı	9.0								2	0.181	0.362	4.034	0.418	1.687
(YP-2) Donatı Tipi, Sınıfı ve Etriye Durumu	220/yetersiz	2	0.109	0.219											
(YP-3) Donatıda Gözlenen Korozyon Durumu	yok	5	0.097	0.484											
(YP-4) Zemin Sıvılaşma Riski	yok	5	0.199	0.993											
(YP-5) Dere, Heyelan Yapağında Bulunma Durumu	yok	5	0.251	1.255											
(YP-6) Bina Yaşı	28	3	0.047	0.142											
(YP-7) Taşıyıcı Sistem Düzensizlik Durumu	çok iyi	5	0.116	0.580											
(İ) İŞLEVSEL	(İP-1) Mevcut Projesine Uygunluk Düzeyi	iyi	4	0.172	0.689	4.828	0.223	1.075	İşlevsel Puan Kaybı (%)	4.31					
(İP-2) Bina Kapalı Alan Yeterlilik Düzeyi	çok iyi	5	0.107	0.537											
(İP-3) Sunulan Hizmete Uygunluk Düzeyi	uygun	5	0.148	0.738											
(İP-4) Büyüyebilirlik Düzeyi	uygun	5	0.085	0.423											
(İP-5) Afet Sonrası Kullanılabilirlik	uygun	5	0.318	1.592											
(İP-6) Olumsuz Mekanlara Uzaklık	uygun	5	0.085	0.424											
(İP-7) Trafik ve Yaya Güvenliği	uygun	5	0.085	0.426											
(Ç) ÇEVRESEL	(ÇP-1) Enerji Kullanım Düzeyi	Uygun	5	0.183	0.915	4.156	0.110	0.456	Çevresel Puan Kaybı (%)	21.11					
(ÇP-2) Isı yalıtım Düzeyi	düşük	2	0.281	0.562											
(ÇP-3) Enerji İyileşme Potansiyeli	yüksek	5	0.314	1.572											
(ÇP-4) Çevresel Gürültü Düzeyi	uygun	5	0.097	0.485											
(ÇP-5) Çevrede Kirilliliğe Neden Olan Tesis	yok	5	0.124	0.621											
(E) EKONOMİK	(EP-1) Güçlendirme / Yeniden İnşaa Oranı	0.33	2	0.425	0.849	2.941	0.250	0.734	Ekonomik Puan Kaybı (%)	51.47					
(EP-2) Güç Kaynaklı Maliyet/ Yeniden İnşaa	yok	5	0.239	1.197											
(EP-3) 10 yıllık Bakım Onarım/Yeniden Yapım Oranı	0.28	3	0.223	0.668											
(EP-4) Enflasyon Oranı	14.60	2	0.113	0.226											
Güçlendirme Maliyeti - statik (TL)														1,249,156.00	
Katlanılması Gereken Maliyet-Kira-taşıma (TL):														0.0	
Yeniden Yapım Maliyeti (TL):														3,818,124.00	
Güçlendirme + İleriki 10 Yıllık Mliyetleri Tümü (TL):														2,330,029.00	
İleriki 10 Yıllık Mliyetler Toplamı (TL):														1,080,873.00	
G.M/Y.Y.M (%):														0.33	
10 yıllık Bakım Onarım/Yeniden Yapım Oranı (%):														0.28	
Enflasyon oranı (yıllık %):														14.60	
Raporun Hazırlama Yılı:														2020	

Mevcut Bna Y.İ.Ç.E. Puanı =	3.95
Maksimum Y.İ.Ç.E. Puanı	5.00
Y.İ.Ç.E. Puanı Kaybı (%)	26.22

Okul / Bina Adı : ÖRNEK BİNA-9												
	Mevcut Durum Değeri	Gösterge Skor Sayı Puanı	Kriter Ağırlık (AHP)	S.S.D.xkriter Ağırlığı	Toplam Skor Sayısı	Performans Gösterge Ağırlık (AHP)	Toplam S.S. x Performans Ağırlığı					
Mevcut Beton Mukavemeti (Mpa):	7.2	(Y) YAPISAL	(YP-1) Bina Ortalama Beton Basıncı Dayanımı	7.2	2	0.181	0.362	3.821	0.418	1.598	Yapısal Puan Kaybı (%)	29.46
Donatı tipi:	220		(YP-2) Donatı Tipi, Sınıfı ve Etriye Durumu	220/yetersiz	2	0.109	0.219					
Etriye Sıklaştırma Durumu:	yok		(YP-3) Donatıda Gözlenen Korozyon Durumu	hafif	4	0.097	0.387					
Donatıda korozyon	hafif		(YP-4) Zemin Sıvılaşma Riski	yok	5	0.199	0.993					
Sıvılaşma Riski:	yok		(YP-5) Dere, Heyelan Yapağında Bulunma Durumu	yok	5	0.251	1.255					
Heyelan Riski:	yok		(YP-6) Bina Yaşı	21	3	0.047	0.142					
Düzensizlik Durumu:	iyi		(YP-7) Taşıyıcı Sistem Düzensizlik Durumu	iyi	4	0.116	0.464					
Bina Yapım Yılı:	1999	(İ) İŞLEVSEL	(İP-1) Mevcut Projesine Uygunluk Düzeyi	iyi	4	0.172	0.689	4.828	0.223	1.075	İşlevsel Puan Kaybı (%)	4.31
Projesine uygunluk düzeyi:	iyi		(İP-2) Bina Kapalı Alan Yeterlilik Düzeyi	çok iyi	5	0.107	0.537					
Toplam İnşaat Alanı (m2):	2081		(İP-3) Sunulan Hizmete Uygunluk Düzeyi	uygun	5	0.148	0.738					
Öğrenci Sayısı:	461		(İP-4) Büyüyebilirlik Düzeyi	uygun	5	0.085	0.423					
m2 deki kişi sayısı (kişi/m2)	6.9		(İP-5) Afet Sonrası Kullanılabilirlik	uygun	5	0.318	1.592					
Derslik Sayısı:	23.0		(İP-6) Olumsuz Mekanlara Uzaklık	uygun	5	0.085	0.424					
Derslik teki kişi sayısı (kişi/derslik sayısı):	20.0		(İP-7) Trafik ve Yaya Güvenliği	uygun	5	0.085	0.426					
Kat Yüksekliği (m):	3.2	(Ç) ÇEVRESEL	(ÇP-1) Enerji Kullanım Düzeyi	Uygun	5	0.183	0.915	4.156	0.110	0.456	Çevresel Puan Kaybı (%)	21.11
Bahçe Alanı/Bina Oturma Alanı:	yeterli		(ÇP-2) Isı yalıtım Düzeyi	düşük	2	0.281	0.562					
Bina Çevresi Trafik Durumu	iyi		(ÇP-3) Enerji İyileştirme Potansiyeli	yüksek	5	0.314	1.572					
Çatı Yalıtımı:	yok		(ÇP-4) Çevresel Gürültü Düzeyi	uygun	5	0.097	0.485					
Dış cephe ısı yalıtımı :	yok		(ÇP-5) Çevrede Kirliliğe Neden Olan Tesis	yok	5	0.124	0.621					
Pencere ve Cam Yalıtımı:	pvc	(E) EKONOMİK	(EP-1) Güçlendirme / Yeniden İnşaa Oranı	0.34	2	0.425	0.849	2.718	0.250	0.679	Ekonomik Puan Kaybı (%)	57.04
Bina çeresinde zararlı etki ve gürültü mekan var mı?	yok		(EP-2) Güç. Kaynaklı Maliyet/ Yeniden İnşaa	yok	5	0.239	1.197					
Güçlendirme Maliyeti - statik (TL)	848,832.00		(EP-3) 10 yıllık Bakım Onarım/Yeniden Yapım Oranı	0.31	2	0.223	0.446					
Katlanılması Gereken Maliyet-Kıra-taşıma (TL):	0.0		(EP-4) Enflasyon Oranı	14.60	2	0.113	0.226					
Yeniden Yapım Maliyeti (TL):	2,498,124.00											
Güçlendirme + İleriki 10 Yıllık Milyetleri Tümü (TL):	1,627,039.00											
İleriki 10 Yıllık Milyetler Toplamı (TL):	778,207.00											
G.M/Y.Y.M (%):	0.34											
10 yıllık Bakım Onarım/Yeniden Yapım Oranı (%):	0.31											
Enflasyon oranı (yıllık %):	14.60											
Raporun Hazırlama Yılı:	2020											

Mevcut Bna Y.i.Ç.E. Puanı =	3.81
Maksimum Y.i.Ç.E. Puanı	5.00
Y.i.Ç.E. Puanı Kaybı (%)	29.84

Yapısal Puan Kaybı (%)	29.46
---------------------------	-------

İşlevsel Puan Kaybı (%)	4.31
----------------------------	------

Çevresel Puan Kaybı (%)	21.11
----------------------------	-------

Ekonomik Puan Kaybı (%)	57.04
----------------------------	-------

Okul / Bina Adı : ÖRNEK BİNA-10							Mevcut Durum Değeri	Gösterge Skor Sayı Puanı	Kriter Ağırlık (AHP)	S.D.xKriter Ağırlığı	Toplam Skor Sayısı	Performans Gösterge Ağırlık (AHP)	Toplam S.S. x Performans Ağırlığı		
														Yapısal Puan Kaybı (%)	27.04
Mevcut Beton Mukavemeti (Mpa):	10.5	Temel Performans Göstergeleri:	(Y) YAPISAL	(YP-1)	Bina Ortalama Beton Basınç Dayanımı	10.5	2	0.181	0.362	3.918	0.418	1.638			
Donatı tipi:	220			(YP-2)	Donatı Tipi, Sınıfı ve Etriye Durumu	220/yetersiz	2	0.109	0.219						
Etriye Sıklaştırma Durumu:	yok			(YP-3)	Donatıda Gözlenen Korozyon Durumu	yüksek	5	0.097	0.484						
Donatıda korozyon	yüksek			(YP-4)	Zemin Sıvılaşma Riski	yok	5	0.199	0.993						
Sıvılaşma Riski:	yok			(YP-5)	Dere, Heyelan Yapağında Bulunma Durumu	yok	5	0.251	1.255						
Heyelan Riski:	yok			(YP-6)	Bina Yaşı	28	3	0.047	0.142						
Düzensizlik Durumu:	iyi			(YP-7)	Taşıyıcı Sistem Düzensizlik Durumu	iyi	4	0.116	0.464						
Bina Yapım Yılı:	1992		(İ) İŞLEVSEL	(İP-1)	Mevcut Projesine Uygunluk Düzeyi	iyi	4	0.172	0.689	4.828	0.223	1.075			
Projesine uygunluk düzeyi:	iyi			(İP-2)	Bina Kapalı Alan Yeterlilik Düzeyi	çok iyi	5	0.107	0.537						
Toplam İnşaat Alanı (m2):	1102			(İP-3)	Sunulan Hizmete Uygunluk Düzeyi	uygun	5	0.148	0.738						
Öğrenci Sayısı:	36			(İP-4)	Büyüyebilirlik Düzeyi	uygun	5	0.085	0.423						
m2 deki kişi sayısı (kişi/m2)	30.6			(İP-5)	Afet Sonrası Kullanılabilirlik	uygun	5	0.318	1.592						
Derslik Sayısı:	6.0			(İP-6)	Olumsuz Mekanlara Uzaklık	uygun	5	0.085	0.424						
Derslik teki kişi sayısı (kişi/derslik sayısı):	6.0			(İP-7)	Trafik ve Yaya Güvenliği	uygun	5	0.085	0.426						
Kat Yüksekliği (m):	3.2		(Ç) ÇEVRESSEL	(ÇP-1)	Enerji Kullanım Düzeyi	Uygun	5	0.183	0.915	4.156	0.110	0.456			
Bahçe Alanı/Bina Oturma Alanı:	yeterli			(ÇP-2)	Isı yalıtım Düzeyi	düşük	2	0.281	0.562						
Bina Çevresi Trafik Durumu	0.0			(ÇP-3)	Enerji İyileştirme Potansiyeli	yüksek	5	0.314	1.572						
Çatı Yalıtımı:	yok			(ÇP-4)	Çevresel Gürültü Düzeyi	uygun	5	0.097	0.485						
Dış cephe ısı yalıtımı :	yok			(ÇP-5)	Çevrede Kirliliğe Neden Olan Tesis	yok	5	0.124	0.621						
Pencere ve Cam Yalıtımı:	pvc		(E) EKONOMİK	(EP-1)	Güçlendirme / Yeniden İnşaa Oranı	0.26	3	0.425	1.274	3.366	0.250	0.840			
Bina çeresinde zararlı etki ve gürültü mekan var mı?	yok			(EP-2)	Güç. Kaynaklı Maliyet/ Yeniden İnşaa	yok	5	0.239	1.197						
Güçlendirme Maliyeti - statik (TL)	348,395.00	(EP-3)		10 yıllık Bakım Onarım/Yeniden Yapım Oranı	0.24	3	0.223	0.668							
Katlanılması Gereken Maliyet-Kıra-taşıma (TL):	0.0	(EP-4)		Enflasyon Oranı	14.60	2	0.113	0.226							
Yeniden Yapım Maliyeti (TL):	1,322,448.00													Ekonomik Puan Kaybı (%)	40.86
Güçlendirme + İleriki 10 Yıllık Milyetleri Tümü (TL):	662,890.00														
İleriki 10 Yıllık Milyetler Toplamı (TL):	314,495.00														
G.M/Y.Y.M (%):	0.26														
10 yıllık Bakım Onarım/Yeniden Yapım Oranı (%):	0.24														
Enflasyon oranı (yıllık %):	14.60														
Raporun Hazırlama Yılı:	2020														

Yapısal Puan Kaybı (%) 27.04

İşlevsel Puan Kaybı (%) 4.31

Çevresel Puan Kaybı (%) 21.11

Ekonomik Puan Kaybı (%) 40.86

Mevcut Bna Y.İ.Ç.E. Puanı =	4.01
Maksimum Y.İ.Ç.E. Puanı	5.00
Y.İ.Ç.E. Puanı Kaybı (%)	24.78

Okul / Bina Adı : ÖRNEK BİNA-13						Mevcut Durum		Gösterge Skor Sayı Puanı	Kriter Ağırlık (AHP)	S.S.D.xkriter Ağırlığı	Toplam Skor Sayısı	Performans Gösterge Ağırlık (AHP)	Toplam S.S. x Performans Ağırlığı		
						Değeri									
Mevcut Beton Mukavemeti (Mpa):	10.0	Temel Performans Göstergeleri:	(Y) YAPISAL	(YP-1) Bina Ortalama Beton Basınç Dayanımı	10.0	2	0.181	0.362	3.918	0.418	1.638	Yapısal Puan Kaybı (%)	27.04		
Donatı tipi:	220			(YP-2) Donatı Tipi, Sınıfı ve Etriye Durumu	220/yetersiz	2	0.109	0.219							
Etriye Sıklaştırma Durumu:	yok			(YP-3) Donatıda Gözlenen Korozyon Durumu	yok	5	0.097	0.484							
Donatıda korozyon	yok			(YP-4) Zemin Sıvılaşma Riski	yok	5	0.199	0.993							
Sıvılaşma Riski:	yok			(YP-5) Dere, Heyelan Yapığında Bulunma Durumu	yok	5	0.251	1.255							
Heyelan Riski:	yok			(YP-6) Bina Yaşı	22	3	0.047	0.142							
Düzensizlik Durumu:	iyi			(YP-7) Taşıyıcı Sistem Düzensizlik Durumu	iyi	4	0.116	0.464							
Bina Yapım Yılı:	1998		(İ) İŞLEVSEL	(İP-1) Mevcut Projesine Uygunluk Düzeyi	iyi	4	0.172	0.689	4.828	0.223	1.075	İşlevsel Puan Kaybı (%)	4.31		
Projesine uygunluk düzeyi:	0.0			(İP-2) Bina Kapalı Alan Yeterlilik Düzeyi	çok iyi	5	0.107	0.537							
Toplam İnşaat Alanı (m2):	1425			(İP-3) Sunulan Hizmete Uygunluk Düzeyi	uygun	5	0.148	0.738							
Öğrenci Sayısı:	134			(İP-4) Büyüyebilirlik Düzeyi	uygun	5	0.085	0.423							
m2 deki kişi sayısı (kişi/m2):	10.6			(İP-5) Afet Sonrası Kullanılabilirlik	uygun	5	0.318	1.592							
Derslik Sayısı:	12.0			(İP-6) Olumsuz Mekanlara Uzaklık	uygun	5	0.085	0.424							
Derslik teki kişi sayısı (kişi/derslik sayısı):	11.2			(İP-7) Trafik ve Yaya Güvenliği	uygun	5	0.085	0.426							
Kat Yüksekliği (m):	3.1		(Ç) ÇEVRESEL	(ÇP-1) Enerji Kullanım Düzeyi	Uygun	5	0.183	0.915	4.156	0.110	0.456	Çevresel Puan Kaybı (%)	21.11		
Bahçe Alanı/Bina Oturma Alanı:	yeterli			(ÇP-2) Isı yalıtım Düzeyi	düşük	2	0.281	0.562							
Bina Çevresi Trafik Durumu	iyi			(ÇP-3) Enerji İyileşme Potansiyeli	yüksek	5	0.314	1.572							
Çatı Yalıtımı:	yok			(ÇP-4) Çevresel Gürültü Düzeyi	uygun	5	0.097	0.485							
Dış cephe ısı yalıtım :	yok			(ÇP-5) Çevrede Kirliliğe Neden Olan Tesis	yok	5	0.124	0.621							
Pencere ve Cam Yalıtım:	pvc		(E) EKONOMİK	(EP-1) Güçlendirme / Yeniden İnşaa Oranı	0.11	4	0.425	1.698	3.790	0.250	0.946	Ekonomik Puan Kaybı (%)	30.24		
Bina çeresinde zararlı etki ve gürültü mekan var mı?	yok	(EP-2) Güç. Kaynaklı Maliyet/ Yeniden İnşaa		yok	5	0.239	1.197								
Güçlendirme Maliyeti - statik (TL)	197,147.00	(EP-3) 10 yıllık Bakım Onarım/Yeniden Yapım Oranı		0.28	3	0.223	0.668								
Katlanılması Gereken Maliyet-Kira-taşıma (TL):	0.0	(EP-4) Enflasyon Oranı		14.60	2	0.113	0.226								
Yeniden Yapım Maliyeti (TL):	1,807,980.00														
Güçlendirme + İleriki 10 Yıllık Mliyetleri Tümü (TL):	704,237.00														
İleriki 10 Yıllık Mliyetler Toplamı (TL):	507,090.00														
G.M/Y.Y.M (%):	0.11														
10 yıllık Bakım Onarım/Yeniden Yapım Oranı (%):	0.28														
Enflasyon oranı (yıllık %):	14.60														
Raporun Hazırlama Yılı:	2020														

Mevcut Bna Y.İ.Ç.E. Puanı =	4.11
Maksimum Y.İ.Ç.E. Puanı	5.00
Y.İ.Ç.E. Puanı Kaybı (%)	22.13

Okul / Bina Adı : ÖRNEK BİNA-16	 		Mevcut Durum Değeri	Gösterge Skor Sayı Puanı	Kriter Ağırlık (AHP)	5-SD x Kriter Ağırlığı	Toplam Skor Sayısı	Performans Gösterge Ağırlık (AHP)	Toplam S.S. x Performans Ağırlığı
Mevcut Beton Mukavemeti (Mpa):	7.3	Temel Performans Göstergeleri:	(YP-1) Bina Ortalama Beton Basınç Dayanımı	7.3	2	0.181	0.362	0.418	1.626
Donatı tipi:	220		(YP-2) Donatı Tipi, Sınıfı ve Etriye Durumu	220/yetersiz	2	0.109	0.219		
Etriye Sıklaştırma Durumu:	yok		(YP-3) Donatıda Gözlenen Korozyon Durumu	hafif	4	0.097	0.387		
Donatıda korozyon	hafif		(YP-4) Zemin Sıvılaşma Riski	yok	5	0.199	0.993		
Sıvılaşma Riski:	yok		(YP-5) Dere, Heyelen Yapısında Bulunma Durumu	yok	5	0.251	1.255		
Heyelan Riski:	yok		(YP-6) Bina Yaşı	34	2	0.047	0.095		
Düzensizlik Durumu:	çok iyi		(YP-7) Taşıyıcı Sistem Düzensizlik Durumu	çok iyi	5	0.116	0.580		
Bina Yapım Yılı:	1986								
Projesine uygunluk düzeyi:	iyi		(İP-1) Mevcut Projesine Uygunluk Düzeyi	iyi	4	0.172	0.689	0.223	1.075
Toplam İnşaat Alanı (m2):	1133		(İP-2) Bina Kapalı Alan Yeterlilik Düzeyi	çok iyi	5	0.107	0.537		
Öğrenci Sayısı:	66		(İP-3) Sunulan Hizmete Uygunluk Düzeyi	uygun	5	0.148	0.738		
m2 deki kişi sayısı (kişi/m2)	17.2		(İP-4) Büyüyebilirlik Düzeyi	uygun	5	0.085	0.423		
Derslik Sayısı:	6.0		(İP-5) Afet Sonrası Kullanılabilirlik	uygun	5	0.318	1.592		
Derslik teki kişi sayısı (kişi/derslik sayısı):	11.0		(İP-6) Olumsuz Mekanlara Uzaklık	uygun	5	0.085	0.424		
Kat Yüksekliği (m):	3.0		(İP-7) Trafik ve Yaya Güvenliği	uygun	5	0.085	0.426		
Bahçe Alanı/Bina Oturma Alanı:	yeterli								
Bina Çevresi Trafik Durumu	iyi		(ÇP-1) Enerji Kullanım Düzeyi	Uygun	5	0.183	0.915	0.110	0.456
Çatı Yalıtımı:	0.0		(ÇP-2) Isı yalıtım Düzeyi	düşük	2	0.281	0.562		
Dış cephe ısı yalıtımı :	yok		(ÇP-3) Enerji İyileşme Potansiyeli	yüksek	5	0.314	1.572		
Pencere ve Cam Yalıtımı:	yok		(ÇP-4) Çevresel Gürültü Düzeyi	uygun	5	0.097	0.485		
Bina çeresinde zararlı etki ve gürültü mekan var mı?	yok		(ÇP-5) Çevrede Kirliliğe Neden Olan Tesis	yok	5	0.124	0.621		
	0.0								
Güçlendirme Maliyeti - statik (TL)	181,202.00	(E) EKONOMİK	(EP-1) Güçlendirme / Yeniden İnşaa Oranı	0.13	4	0.425	1.698	0.250	1.002
Katlanılması Gereken Maliyet-Kira-taşıma (TL):	0.0		(EP-2) Güç. Kaynaklı Maliyet/ Yeniden İnşaa	yok	5	0.239	1.197		
Yeniden Yapım Maliyeti (TL):	1,360,380.00		(EP-3) 10 yıllık Bakım Onarım/Yeniden Yapım Oranı	0.17	4	0.223	0.891		
Güçlendirme + İleriki 10 Yıllık Mliyetleri Tümü (TL):	411,692.00		(EP-4) Enflasyon Oranı	14.60	2	0.113	0.226		
İleriki 10 Yıllık Mliyetler Toplamı (TL):	230,490.00								
G.M/Y.Y.M (%):	0.13								
10 yıllık Bakım Onarım/Yeniden Yapım Oranı (%):	0.17								
Enflasyon oranı (yıllık %):	14.60								
Raporun Hazırlama Yılı:	2020								

Yapısal Puan
Kaybı (%) 27.75

İşlevsel Puan
Kaybı (%) 4.31

Çevresel Puan
Kaybı (%) 21.11

Ekonomik Puan
Kaybı (%) 24.68

Mevcut Bna Y.İ.Ç.E. Puanı =	4.16
Maksimum Y.İ.Ç.E. Puanı	5.00
Y.İ.Ç.E. Puanı Kaybı (%)	21.04

ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı Soyadı : Hakan AKBABA
Uyruğu : T.C.
Doğum Yeri ve Tarihi :
Telefon :

EĞİTİM

Derece, Okul Adı, Bitirme Yılı

Lise : Seyyid Burhaneddin Endüstri Meslek, Anadolu Teknik Lisesi, 1998
Üniversite : Afyon Kocatepe Üni., Teknik Eğitim Fak. Yapı Öğretmenliği, 2004
Üniversite : Celal Bayar Üni Mühendislik Fak. İnşaat Mühendisliği, 2013
Yüksek Lisans : Afyon Kocatepe Üni., Fen Bilimleri Enstitüsü, Yapı A.B.D. 2007
Doktora : Manisa Celal Bayar Üni., Lisansüstü Eğitim Enst., Yapı A.B.D.

İŞ DENEYİMLERİ

Yıl - Kurum

2008 - 2019 : İçişleri Bakanlığı, EGM, İnşaat Emlak Şube Müdürlüğü
2019 - : Uşak Üniversitesi, Banaz Meslek Yüksekokulu, İnşaat Bölümü

YABANCI DİL: İngilizce

YAYINLAR

Yayınlanan Makaleler:

- Akbaba, H., & Nohutcu, H. (2024). Depreme Karşı Güçlendirme Gereksinimi Olan Kamu Binaları İçin Önceliklendirme Metodu Önerisi: Critic Yöntemi ve Çok Nitelikli Fayda Teorisi. International Journal of Pure and Applied Sciences, 10(1), 190-201.
- Akbaba, H. (2020). Diatomit Agregalı Blok Elemanların Yüksek Sıcaklık ve Donma-Çözülme Etkisinde Bazı Fiziko-Mekanik Özelliklerinin Araştırılması. Çukurova Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Dergisi, 35(2), 445-454.

Sempozyum Bildiri Kitaplarında Yer Alan Yayınlar:

- Akbaba, H., & Nohutcu, H., Deprem Etkisi Altındaki Binaların Değerlendirilmesinde Swot Analizi Kullanımına Örnek: Kamu Binaları, 3.Uluslararası Anadolu Multidisipliner Bilimsel Araştırmalar Kongresi, 05Ekim2022.
- Akbaba, H., & Nohutcu, H., Binalar İçin Deprem Öncesi Güçlendirme veya Yıkım-Yeniden Yapım Kararlarının Alınması ve Bu Kararı Etkileyen Faktörlerin Araştırılması. IES'20 International Engineering Symposium Engineering Applications in Industry (Virtual), İzmir,Türkiye,12 Mayıs 2020.