



Hava trafik kontrol kulelerinin deprem performansı ve izolasyon etkisi

Seismic performance and isolation effect of air traffic control towers

Alper BOZTEPE^{1*}, Gültekin AKTAŞ²

¹ Dicle Üniversitesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, boztepealper@hotmail.com
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1788-1513>

² Dicle Üniversitesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, gaktas@dicle.edu.tr
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5113-2738>

MAKALE BİLGİLERİ

Makale Geçmişi:

Geliş 11 Eylül 2023
Revizyon 09 Kasım 2023
Kabul 15 Kasım 2023
Online 31 Aralık 2023

Anahtar Kelimeler:

*Hava trafik kontrol kulesi,
Deprem performansı,
Deprem yalıtımı*

ÖZ

Ülkemiz deprem felaketleri sebebiyle ciddi boyutlarda can ve mal kayıplarına maruz kalmıştır. Deprem sonrası hemen kullanılacak olan binalardan olan hava trafik kontrol kulelerinin deprem esnasında hasar görmesi halinde bazı aksaklıklar meydana gelmesi muhtemeldir. Deprem sonrasında havalimanlarındaki hava trafik kontrol kulelerinde hasar oluşması durumunda; piste yardım malzemesi veya insanların intikallerinin sağlanması amacıyla uçak, helikopter gibi hava araçlarının iniş ve kalkışının sağlanamayacağı, bölgeye ulaşımın en kısa süre içerisinde gerçekleştirilemeyeceği bilinmektedir. Bu çalışmada, havaalanlarındaki hava trafik kontrol kulelerinin deprem performansı ile deprem yalıtım etkisine ait literatür incelemesi amaçlanmıştır. Ülkemizde hava trafik kontrol kulelerinin deprem performansının incelenmesine yönelik çalışmanın olmadığı, uluslararası yayınlarda ise son yıllarda bu konunun ele alındığı dikkat çekmektedir. Literatür incelemesinde; hava trafik kontrol kulelerinin deprem performansına yönelik ülkemizde sadece 2021 yılında yürürlüğe giren Türkiye Hava Meydanı Yapıları Deprem Yönetmeliğinde mevcut ve yeni yapılar için kriterler belirlenmiştir. Uluslararası yayınlarda ise hava trafik kontrol kulesi için özel sismik tasarım klavuzunun oluşturulmasının gerektiği dikkat çekmektedir. Deprem yalıtım etkisinde ise yapılarda deprem performansı açısından olumlu sonuçlar alınmasına rağmen, havalimanlarında öneme sahip hava trafik kontrol kulesine yönelik çalışmanın bulunmadığı görülmektedir. Bu nedenle, ülkemizde kritik öneme sahip mevcut veya yeni yapılacak hava trafik kontrol kulelerinin deprem performansı ve yalıtım etkisinin ayrıntılı olarak incelenmesine yönelik yeni araştırmalara ihtiyaç bulunduğu öngörülmektedir.

ARTICLE INFO

Article history:

Received 11 September 2023
Received in revised form 09 November 2023
Accepted 15 November 2023
Available online 31 December 2023

Keywords:

*Air traffic control tower,
Earthquake performance,
Earthquake isolation*

Doi: 10.24012/dumf.1358505

* Sorumlu Yazar

ABSTRACT

Our country has suffered serious losses of life and property due to earthquake disasters. If the air traffic control towers, which are among the buildings to be used immediately after the earthquake, are damaged during the earthquake, some disruptions are likely to occur. In case of damage to the air traffic control towers at the airports after the earthquake, it is known that the landing and take-off of aircrafts such as airplanes and helicopters cannot be ensured in order to ensure the transfer of aid materials or people to the runway, and transportation to the region cannot be realized as soon as possible. In this study, it is aimed to review the literature on the earthquake performance and earthquake isolation effect of air traffic control towers at airports. It is noteworthy that there are no studies on the earthquake performance of air traffic control towers in our country, while international publications have addressed this issue in recent years. In the literature review, criteria for the seismic performance of air traffic control towers for existing and new structures were determined only in the Turkish Airfield Structures Earthquake Regulation, which entered into force in 2021. In international publications, it is noteworthy that a special seismic design guideline should be established for the air traffic control tower. Although positive results have been obtained in terms of earthquake performance in earthquake isolation effect, it is seen that there is no study on the air traffic control tower, which is important in airports. Therefore, it is foreseen that new researches are needed to investigate in detail the earthquake performance and isolation effect of existing or new air traffic control towers which have critical importance in our country.

1.Giriş

Türkiye depremlerin etkin olduğu bir konumda yer almaktadır. Yaşanan deprem felaketleri sebebiyle ciddi boyutlarda can ve mal kayıplarına maruz kalmıştır. Deprem sonrası hemen kullanılacak olan binalardan (haberleşme ve ulaşım istasyonları) hava trafik kontrol kulelerinin deprem esnasında hasar görmesi halinde bazı aksaklıklar meydana gelmesi muhtemeldir. Deprem sonrasında havalimanlarındaki hava trafik kontrol kulelerin de hasar oluşması durumunda; piste yardım malzemesi veya insanların intikallerinin sağlanması amacıyla uçak, helikopter gibi hava araçlarının iniş ve kalkışının sağlanamayacağı, bölgeye ulaşımın en kısa süre içerisinde gerçekleştirilemeyeceği bilinmektedir.

Ülkemizde ve dünyada meydana gelen depremlerden dolayı havalimanlarındaki hasar veya aksaklıklara ait basında yer alan haberler aşağıda derlenmiştir.

12 Ocak 2010 tarihli Haiti depreminde Toussaint Louverture Uluslararası Havalimanındaki kontrol kulesi büyük ölçüde hasar gördüğünden telsiz iletişimi sağlanamamıştır [1].

22 Şubat 2011 tarihinde Yeni Zelanda da 6.3 büyüklüğünde oluşan depremde Christchurch Havaalanı'nın kontrol kulesinin hasar alması sonucu, uçuşlar bir süreliğine askıya alınmıştır [2].

23 Ekim 2011 tarihinde Van'da 7.2 büyüklüğünde oluşan depremde Ferit Melen Havaalanı kontrol kulesi hasara uğradığı için havaalanı uçuşa kapatıldığından, Erzurum ve Muş Havaalanlarının kullanılması yönünde planlamalar yapılmıştır [3].

16 Nisan 2016 tarihinde Ekvador'da oluşan 7.8 büyüklüğündeki depremde Eloy Alfaro uluslararası havaalanındaki hava trafik kontrol kulesi yıkılmıştır [4].

28 Eylül 2018 tarihinde Endonezya da meydana gelen 7.5 büyüklüğündeki depremde Palu'daki Mutiara Sis Al Juft Havalimanı'nın kontrol kulesinin hasar alması sonucu hava trafik kontrolörü son uçağın kalkış iznini verirken, yıkılan kuleden atlamıştır [5].

08 Ağustos 2019 tarihinde Denizli'nin Bozkurt ilçesinde 6.0 büyüklüğündeki deprem ile Denizli Çardak Havalimanı kontrol kulesinin hasara uğradığı için kapatılmış, kente olan seferler iptal edilmiştir [6].

26 Eylül 2019 tarihinde İstanbul'da oluşan 5.7 büyüklüğündeki depremde Sabiha Gökçen Havalimanında hava trafiğini olumsuz etkileyip, kısa süreliğine uçak inişleri sağlanamamıştır [7].

29 Aralık 2020 tarihli Petrinja depreminde Zagreb Havalimanı kontrol kulesi hasar görmüş, hava trafik kontrol hizmetleri askıya alınmıştır [8].

06 Şubat 2023 tarihinde Kahramanmaraş merkezli meydana gelen 7.7 ve 7.6 büyüklüğündeki depremlerde Hatay ve Malatya Erhaç Havalimanlarında hasarlar oluşması nedeniyle, pist kullanılamaz hale gelmiştir [9],[10].

ATC kulelerinde deprem etkisiyle oluşan hasar veya aksaklıklar nedeniyle [1]-[10], mevcut veya yeni tasarlanacak kulelerin deprem performanslarının araştırılması ve çözüm önerilerinin sunulması gerekmektedir.

Bu çalışmada, deprem kuşağı etkisinde bulunan ülkemizde deprem sonrası hemen kullanılacak olan ulaşım ve

haberleşme tesislerinden havaalanlarındaki hava trafik kontrol kulelerinin deprem performansı ile deprem yalıtımlı etkisine ait literatür incelemesi amaçlanmıştır.

2.Hava trafik kontrol kulelerinin deprem performansına yönelik yapılan çalışmalar

Yapılarda deprem performans düzeyine yönelik birçok araştırma konusu betonarme konut, çelik yapılar, köprü, isale hatlarının vb. tez, makale yayınları bulunmaktadır. Ancak; ülkemizde hava trafik kontrol kulelerinin deprem performansının incelenmesine yönelik çalışmanın olmadığı, uluslararası yayınlarda ise son yıllarda bu konunun ele alındığı dikkat çekmektedir.

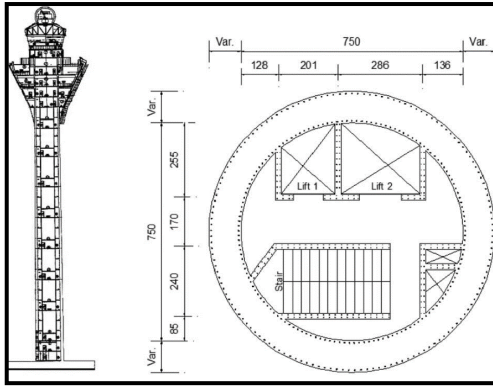
Wilcoski ve Heymsfield (2002) yaptığı çalışmada; bir adet Hava Trafik Kontrol (ATC) kulesinin yüksekliği 15 m., diğer iki adet ATC kulelerinin yüksekliği ise 9 m. olan, toplam 3 adet ATC kulelerinin deprem performansı incelenmiştir. Taşıyıcı elemanları dört adet ters L şeklinde olup (Şekil 1), sonlu elemanlar metodu ile SAP 2000 programında yapı analizi gerçekleştirilmiştir. Yapılan çalışmadaki amaç; can güvenliği performansını gösterip/gösterilemeyeceğini belirlemek, gösterilemeyecek durumda ise bir performans yükseltme yaklaşımı geliştirmektir [11].



Şekil 1. L tipi kule (1969, San Carlos, California) [11].

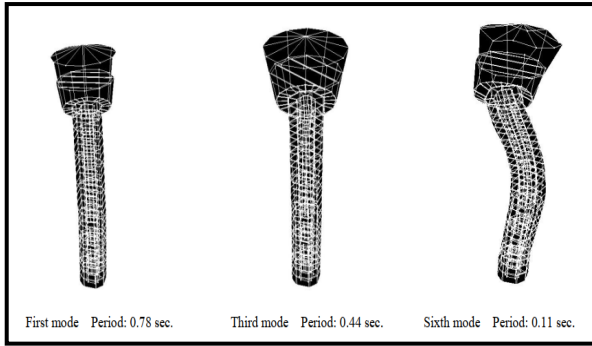
Deprem performansı sonucunda; en kritik sonuçlar 9 m. yüksekliğindeki San Carlos ATC kulesinde gözlenmiştir. San Carlos ATC kule kabinindeki aşırı kat ötelenmeleri, taşıyıcı elemanlarda çok düşük yer hareketinde bile yapısal mafsallaşmalar olduğunu tespit etmişlerdir. Yapısal sapmaları azaltan performans yükseltme yaklaşımı gerçekleştirilerek, beşgen biçimdeki kule kabineye çelik elemanlarla güçlendirme yapılmıştır.

Yapı sağlık sistemi konusunda optimal sensör yerleşimi, sensör adedi ve hangi konumlara kurulması gerektiğini bilmek zor bir konudur. Vafaei ve Adnan (2011), İran-Kirman Havalimanındaki ATC kulesinin (34 m. yüksekliğindeki) deprem anındaki yapısal sağlık durumunu incelemek üzere bir çalışma yapmıştır (Şekil 2). ATC kulesine sensörler yerleştirilerek, sismik performans seviyesi ele alınan Kirman ATC kulesine doğrusal olmayan zaman tanım alanı analizinde altı adet deprem ivme kaydı seçilmiştir [12].



Şekil 2. Kirman havalimanı kulesi (İran) [12].

FEMA 356'ya göre Hemen Kullanım (IO) ve Göçme Önleme (CP) performans seviyeleri dikkate alınan çalışmada, kulenin ilk 20 modu analizde incelenmiştir. Belirli mod durumlarındaki periyot değerleri Şekil 3'te gösterilmiştir [13].



Şekil 3. Kulenin 1, 3 ve 6'ncı mod ve periyot değerleri [12].

Sensör yerleştirmeler ise yapısal eleman türleri ve konumlarına göre gruplandırma yapılarak (Tablo 1), maksimum (Tablo 2) ve minimum (Tablo 3) kullanım oranlarına göre IO ve CP performans seviye grupları belirlenmiştir.

Tablo 1. Yapısal eleman türleri ve konumlarına göre sensör gruplandırması [12].

Grup 1	34.0 m. seviyesinde dairesel çelik kirişler
Grup 2	30.1 m. seviyesinde dairesel çelik kirişler
Grup 3	Çatı seviyesinde eğimli çelik kirişler
Grup 4	26.4 m. seviyesinde dairesel çelik kirişler
Grup 5	26.4 m. ile 30.1 m. arası çelik kolonlar
Grup 6	30.1 m. ile 34.0 m. arası çelik kolonlar
Grup 7	Dış beton şaftı
Grup 8	İç beton şaftı
Grup 9	Betonarme döşemeler
Grup 10	-1.50 m. ve 26.4 m. arasındaki betonarme kirişler

Tablo 2. Grupların maksimum kullanım oranına göre IO ve CP performans seviyesi [12].

	GRUP ADI									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
IO	10.20	9.90	0.40	1.85	42.00	18.00	37.50	18.10	7.50	4.70
CP	0.80	1.10	0.04	0.40	4.80	3.80	12.10	9.40	4.20	0.60

Tablo 3. Grupların minimum kullanım oranına göre IO ve CP performans seviyesi [12].

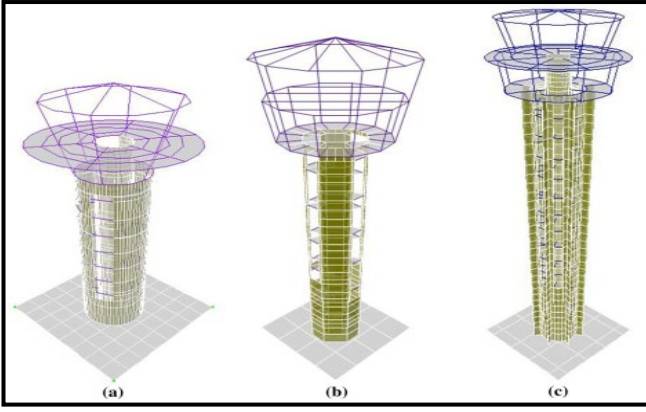
	GRUP ADI									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
IO	0.45	0.77	0.12	0.08	3.60	0.33	2.32	1.40	3.70	0.28
CP	0.20	0.25	0.02	0.15	1.90	0.07	0.35	0.27	1.90	0.29

Tablo 2 ve Tablo 3'te elde edilen sonuçlar değerlendirildiğinde sensör yerleştirmede başlıca ele alınacak hususlar kısaca şu şekilde belirtilmektedir;

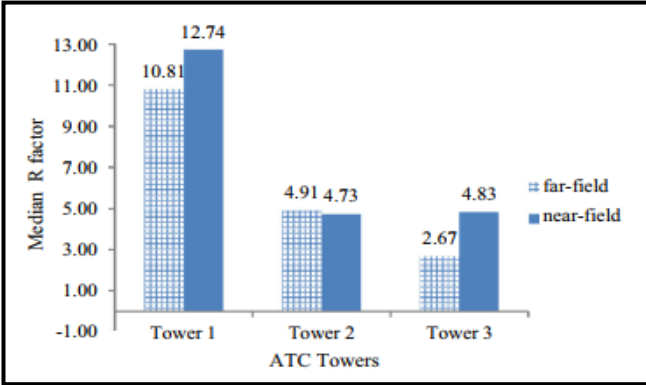
- Grup 5 ve 6, diğer gruplara kıyasla sensör için en kritik gruplardır. Önceliğin bu gruplara verilmesi gerektiği belirlenmiştir.
- CP seviyesi için elde edilen sonuçlara göre, 1. ve 10. gruplar orta düzeyde hasar göreceği,
- Grup 4 için; IO seviyesini karşılama da, CP seviyelerinde çok az hasar göreceği bu çalışmada belirtilmiştir.

Sonuç olarak yapılan çalışmada; mevcut kulenin yapı sağlığını izlemek için sismik performans seviyesine bağlı kalımp, gruplandırma yöntemi ile adım adım bir yaklaşım önerilmiştir. Bu yöntemin doğruluğu da Kirman Havalimanı ATC kulesi modellemesine uygulanarak teyit edildiği çalışmada vurgulanmıştır.

Vafaei ve Alih (2016), İran'da mevcut 3 (üç) adet ATC kulelerinin sismik tasarım tepki spektrum faktörlerinin hesaplanması incelenmiştir. 23.7 m, 39.3 m. ve 51.7 m. yüksekliğinde olan mevcut ATC kuleleri için doğrusal olmayan analiz yönteminde yakın ve uzak alan sismik olayları temsil eden iki doğal deprem kayıt seti uygulanmıştır. Perform 3D programın da oluşturulan modellemelerde elde edilen sonuçlar incelendiğinde; kulelere uygulanan ters üçgen yükün, yanal yük durumuna göre daha hâkim olduğu görülmüştür (Şekil 4-5). Kulelerin yüksekliği arttıkça tepki spektrum faktörlerinin önemli derecede azaldığı tespit edilmiştir [14].

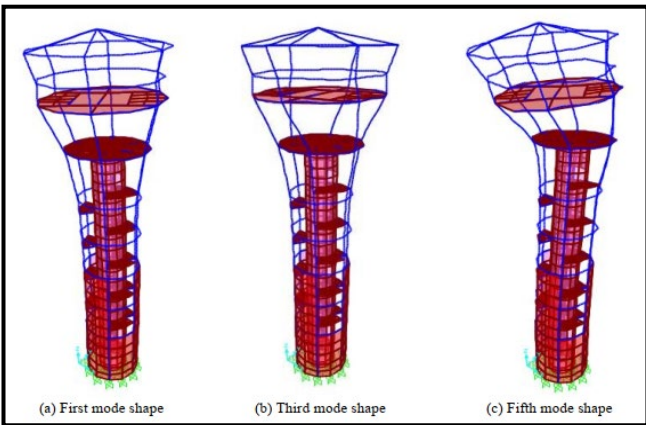


Şekil 4. 23.7 m, 39.3 m. ve 51.7 m. yüksekliğindeki kuleler [14].



Şekil 5. Kulelere ait tepki spektrum faktörleri [14].

Moravej vd., (2016) yaptığı çalışmada; İran'ın Urmiye Uluslararası Havalimanı ATC kulesinin sismik performansını incelenmiştir. (Şekil 6) ATC kulesi modellemesine doğrusal olmayan zaman tanım analizi uygulanmıştır. 30.17 m. yüksekliğinde olan mevcut ATC kulesine 14 adet ivme kaydı kullanılan analizde; bu kulenin tasarımı için kullanılan doğrusal statik ve dinamik analizlerin yetersiz olduğunu göstermiştir. Sonuç olarak, kulenin deprem analiz performansında CP seviyesini karşılayamamıştır [15].

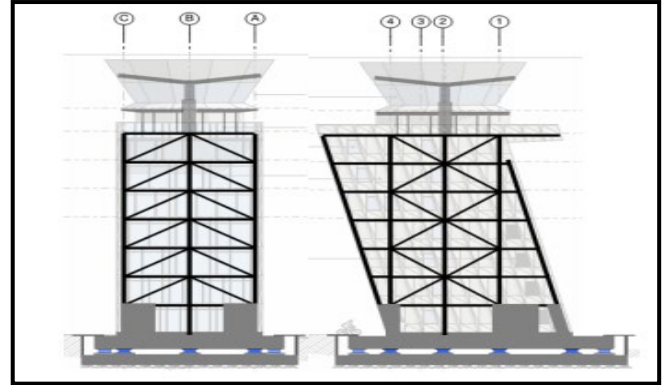


Şekil 6. Urmiye uluslararası havalimanı kulesinin 1,3 ve 5'nci mod durumları [15].

Sullivan vd., (2017) yaptığı çalışmada; Wellington Havayolları kontrol kulesinin yapısal dayanıklılığı için bir tasarım gerçekleştirilmiştir. Bölgenin doğal tehlikelerini (özellikle Tsunami ve Deprem) ele alan benzersiz bir yapı özelliği ile (Şekil 7) bir dönüm nokta yapısı olması amaçlanmıştır. ATC kulesi; 9 katlı olup, 12.5 derece eğimli

ve kolonsuz kule kabini şeklindedir. Ayrıca, taban izolasyonu da bulunmaktadır. (Radye temel ile üst yapı arasında 1020 mm çapında 13 adet kurşun kauçuk mesnet ile izole edilmiş sistem) doğrusal olmayan dinamik analizi ile incelenen modelleme de ilk başta 3 adet deprem ivme kaydı seçilmiş olup, ileriki aşamada yeterli olmayacağı öngörülmüştür.

7 adet ilave ivme kaydı ile birlikte toplam 10 adet deprem ivme kaydı seçilmiştir. Rüzgâr, tsunami ve deprem yüklerinin etkisindeki tasarım zorluğuna dikkat çekilen yapının, 2017 yılında yapım sürecinin devam ettiği ve hem işlevsel hem de verimli yapı özelliğini taşıdığı belirtilmektedir. Ayrıca, yalıtılmış taban ile sismik devrilme taleplerinde önemli derece de azalma olacağını öngörüldüğü çalışmada belirtilmiştir [16].



Şekil 7. ATC kulesi (Wellington- Yeni Zelanda) [16].

Vafaei ve Alih (2018) yaptığı çalışmada; ATC Kulelerinin sismik etkisi ve güvenlik açığının belirlenmesi amaçlanmıştır. İnceleme 9 m. yüksekliğinde bir kule, 23.7 m ile 51.7 m arasında olan diğer kulelerde sismik analizler gerçekleştirilmiştir. ATC kulelerine 14 adet doğal ivme kaydı uygulanmış, tepki spektrum faktörleri (R) incelenmiştir. R faktörünün; ATC kulelerinin yüksekliğinde büyük bir etkisi olduğunu göstermiş, yükseklik arttıkça kırılma da arttığı çalışmada belirtilmiştir [17].

Ayrıca yapılan çalışma da ATC kuleleri için Sismik Tasarım Kılavuzu oluşturulmalı ve aşağıdaki konular ilerideki çalışmalarda ele alınması önerilmektedir.

- ATC kuleleri için uygun sürüklenme (ötelenme) sınırı nedir?
- Doğal durumu tahmin etmek için uygun ampirik denklem nedir?
- Etkili kaymayı tahmin etmek için uygun katsayılar nelerdir ve ATC kulelerinin eğilme sertliği nedir?
- Zemin-kazık-temel etkileşiminin etkisinin ne zaman dahil edilmesi gerektiği?
- ATC kulelerinin yüksekliği boyunca kesme kuvveti dağılımını tahmin etmek için uygun denklem nedir?
- Uygun performans hedefleri ve kabulleri nelerdir? ATC kulelerinin sismik tasarımı için kriterler nelerdir?

Vafaei vd., (2018) yaptığı çalışmada ise; ATC kulelerinde sismik taban kesme kuvvetinin tahmin edilmesi amaçlanmıştır. 23.7 m, 39.3 m. ve 51.7 m. yüksekliğinde olan mevcut ATC kuleleri için düşük, orta ve yüksek alan grupları için (her bir grup için 15'er adet) toplam 45 adet deprem ivme kaydı kullanılarak doğrusal olmayan zaman tanım alanında

analiz uygulanmıştır. Yapılan çalışmada; taban kesme kuvvetinin ortalamasını hesaplayan 3 denklem elde edilmiştir [18].

$$\lambda = 2.03T^2 - 7.29T + 9.83 \quad (1)$$

$$\lambda = 5.11T^2 - 16.53T + 18.48 \quad (2)$$

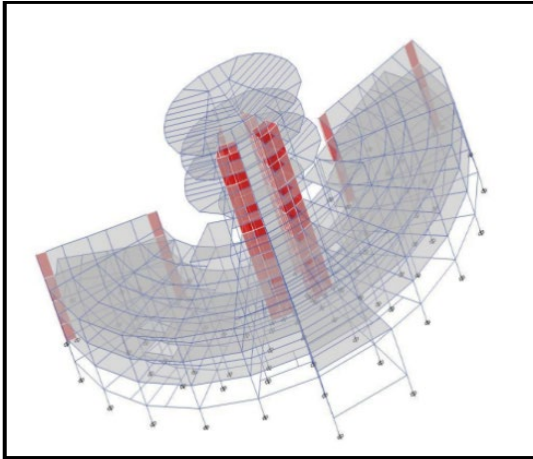
$$\lambda = 6.06T^2 - 18.13T + 21.54 \quad (3)$$

Burada; λ : Taban Kesme Katsayısı, T: 1'nci Mod Doğal Periyot'dur.

Çalışma sonucunda; en büyük taban kesme kuvveti Düşük Grup kayıtlarında, en küçük taban kesme kuvveti Yüksek Grup kayıtlarında gözlemlendiği belirlenmiştir. Deprem kaydı türünün (Yüksek, Orta veya Düşük Grup) kulelerin yüksekliği boyunca kesme kuvveti dağılımı üzerinde önemsiz bir etkiye sahip olduğu belirtilmiştir. Kesme kuvveti talebinde kulelerin üst seviyelerinde ani artışlar yaşandığı vurgulanmıştır.

Moravej ve Vafaei (2019) yaptığı çalışmada; bir ATC Kulesinin itme analizi yöntemi ile sismik performansın değerlendirilmesi amaçlanmıştır. 30.17 m. yüksekliğindeki ATC kulesine itme analizi uygulanmış ve iki kat yer değiştirme talebiyle sonuçlandırılmış gözlenmiştir. Üst seviyelerde performans seviyesi çelik sistemde IO gereksinimlerini karşılarken betonarme sistemde karşılamadığı belirtilmiştir [19].

Rakesh Sharma (2019) yılında yaptığı çalışma da ise; Hindistan standart koduna göre IV. bölgede bulunan ATC kulesinin tasarım kriterlerinin değerlendirilmesi amaçlanmıştır (Şekil 8). Zemin kat dahil toplam 7 kata sahip ATC kulesinin tasarımında dikkat çeken hususlar; yerin coğrafik konumu, kat adedi, kat yüksekliği, zemin durumu, yük durumları (zati, hareketli, deprem, rüzgâr vb.) ve temel tasarımı ele alınarak modelleme yapılmıştır [20].



Şekil 8. ATC kulesinin tasarım modellemesi [20].

Yapılan modelleme sonucunda; tasarım zorluğuna dikkat çekilmiştir. Proje ekibiyle yakın iş birliği içerisinde bu zorlukların ele alınması ve çözülmesinin çok önemli olduğu belirtilmiştir.

Amrutkar vd., (2021) yaptıkları çalışmada 55 m. yüksekliği sahip farklı yapısal şekillerdeki (kare, beşgen, altıgen ve sekizgen) ATC kulesinin deprem performansını incelemiştir. Altıgen ve sekizgen biçimdeki kulelerin kat ötelenmesi, yer değiştirme ve periyotları açısından kare ve beşgen biçimdeki kulelere göre daha etkin sonuçlar verdiğini

gözlemlemiştir. Ayrıca, sekizgen şekilde tasarlanan kulenin yer değiştirme ve ötelenme miktarının diğer konfigürasyonlara göre en az olduğu belirtilmektedir [21].

Literatür incelemelerinde; mevcut ATC kulelerin [11],[12],[14],[15],[17],[18],[19] deprem performansını etkileyen hususlardan; kule yüksekliği ile birlikte taşıyıcı sistem eleman (betonarme elemanlar ile çelik yapı) davranışlarının deprem performansını etkilediği ve analiz sonuçlarında olumsuz durumun belirlendiği görülmektedir.

Yeni yapılacak ATC kule [16]-[20] tasarımlarında ise deprem yükünün yanı sıra rüzgâr, tsunami yük değerlerinin de ele alınarak, kat yüksekliği, kat adedi, zemin durumu, yerin coğrafik konumuna önem verilmesi gerekmektedir. Tasarım aşamasında ATC kulelerine deprem yalıtımı yapılmasının ise deprem esnasında olumlu etki sağlayacağı öngörülmektedir.

Ülkemizde yayınlanan son iki deprem yönetmeliklerinden; Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Yönetmelik (DBYBHY 2007) ile yürürlükte olan Türkiye Bina Deprem Yönetmeliğinde (TBDY 2018) ise hava trafik kontrol kule yapısının deprem performansına yönelik özel herhangi bir kriter bulunmamaktadır [22],[23].

6 Ekim 2020 tarihinde 31266 mükerrer sayılı Resmî Gazete de yayımlanan “Türkiye Hava Meydanı Yapıları Deprem Yönetmeliği (THMYDY 2020)” ile yeni yapılacak hava meydanı yapılarının deprem etkisi altında tasarımı ile mevcut hava meydanı yapılarının deprem etkisi altındaki performanslarının değerlendirilmesi ve güçlendirme tasarımı için gerekli koşullar belirlenmiştir [24].

ATC yapıları THMYDY 2020’de taşıyıcı sistem davranışı kritik yapılardan “Hava Trafik Kontrol Yapısı” olarak belirlenmiştir.

❖ Önem sınıfı “1” olarak belirlenen, hava trafik kontrol yapılarında tasarım performans hedefi;

1.Aşama için; DD-2a Deprem Yer Hareket Düzeyine göre “Kesintisiz Kullanım Performans Düzeyi”;

2.Aşama için; DD-1 Deprem Yer Hareket Düzeyine göre “Kontrollü Hasar Performans Düzeyi” sağlanması, depremden sonra acil müdahale operasyonlarına imkân verilmesi hedeflenmektedir.

❖ Deprem Yer Hareket Düzeyi (DD-2a); spektral büyüklüklerin 50 yılda aşılma olasılığının %30 (100 yılda %50) ve buna karşı gelen tekrarlanma periyodunun 144 yıl olduğu sıkça deprem yer hareketini nitelendirir. DD-2a deprem yer hareket düzeyine göre spektral büyüklükler ilk kez yönetmeliklerde tanımlanmıştır.

❖ DD-1 Deprem Yer Hareketi, spektral büyüklüklerin 50 yılda aşılma olasılığının %2 (100 yılda %4) ve buna karşı gelen tekrarlanma periyodunun 2475 yıl olduğu çok seyrek deprem yer hareketini nitelendirir.

❖ Deprem Etkisi Altında Hesap ve Değerlendirme Yöntemlerinde ise;

1.Aşama için; DD-2a Deprem Yer Hareket Düzeyine göre “Doğrusal Hesap / Dayanıma Göre Değerlendirme”;

2.Aşama için; DD-1 Deprem Yer Hareket Düzeyine göre “Doğrusal Olmayan Hesap (Zaman Tanım Alanı) / Şekildeğiştirmeye Göre Değerlendirme” yapılması belirtilmektedir [24].

Ülkemizde yürürlükte olan TBDY 2018’de ise; performans hedefi ve deprem etkisi altında hesap ve değerlendirme yöntemlerine göre incelendiğinde;

❖ Bina kullanım amacı “deprem sonrası kullanımı gereken binalar, insanların uzun süreli ve yoğun olarak bulunduğu binalar, değerli eşyanın saklandığı binalar ve tehlikeli madde içeren binalar” olarak tanımlanan ATC yapıları deprem sonrası hemen kullanılacak olan yapılar sınıfında olup, Bina Önem Katsayısı (I) “1” ve Bina Kullanım Sınıfı (BKS) “1” olarak tanımlanabilmektedir [23].

❖ Deprem Tasarım Sınıfı (DTS) olarak buna göre; DD-2 Deprem Yer Hareketi Düzeyinde Kısa Periyot Tasarım Spektral İvme Katsayısı ile DTS: 1a, 2a, 3a, 4a olarak seçilmektedir [23].

❖ Bina yükseklik sınıfları ve deprem tasarım sınıflarına göre tanımlanan bina yükseklik aralıkları Tablo 4’te verilmiştir [23].

Tablo 4. Bina yükseklik sınıfları ve bina yükseklik aralıkları [23].

Bina Yükseklik Sınıfı	Bina Yükseklik Sınıflarına Göre Tanımlanan Bina Yükseklik Aralıkları (m)		
	DTS= 1, 1a, 2, 2a		
	DTS= 3, 3a	DTS= 4, 4a	
BYS= 1	$H_N > 70$	$H_N > 91$	$H_N > 105$
BYS= 2	$56 < H_N \leq 70$	$70 < H_N \leq 91$	$91 < H_N \leq 105$
BYS= 3	$42 < H_N \leq 56$	$56 < H_N \leq 70$	$56 < H_N \leq 91$
BYS= 4	$28 < H_N \leq 42$	$42 < H_N \leq 56$	
BYS= 5	$17.5 < H_N \leq 28$		$28 < H_N \leq 42$
BYS= 6	$10.5 < H_N \leq 17.5$	$17.5 < H_N \leq 28$	
BYS= 7	$7 < H_N \leq 10.5$	$10.5 < H_N \leq 17.5$	
BYS= 8	$H_N \leq 7$	$H_N \leq 10.5$	

❖ Deprem tasarım sınıflarına göre yeni yapılacak veya mevcut binalar için performans hedefleri ve uygulanacak değerlendirme/tasarım yaklaşımları Tablo 5, Tablo 6 ve Tablo 7’de verilmiştir.

Tablo 5. Yeni yapılacak yerinde dökme betonarme ve çelik binalar [23].

Deprem Yer Hareket Düzeyi	DTS= 1, 1a, 2, 2a, 3, 3a, 4, 4a		DTS= 1a, 2a	
	Normal Performans Hedefi	Değerlendirme/ Tasarım Yaklaşımı	İleri Performans Hedefi	Değerlendirme/ Tasarım Yaklaşımı
DD-2	KH	DGT	KH	DGT
DD-1	-	-	KH	ŞGDT

Tablo 6. Yeni yapılacak veya mevcut yüksek binalar (BYS=1) [23].

Deprem Yer Hareket Düzeyi	DTS= 1, 1a, 2, 2a, 3, 3a, 4, 4a		DTS= 1a, 2a	
	Normal Performans Hedefi	Değerlendirme/ Tasarım Yaklaşımı	İleri Performans Hedefi	Değerlendirme/ Tasarım Yaklaşımı
DD-3	-	-	SH	ŞGDT
DD-2	KH	DGT	KH	DGT
DD-1	GÖ	ŞGDT	KH	ŞGDT

Tablo 7. Mevcut yerinde dökme betonarme ve çelik binalar [23].

Deprem Yer Hareket Düzeyi	DTS= 1, 1a, 2, 2a, 3, 3a, 4, 4a		DTS= 1a, 2a	
	Normal Performans Hedefi	Değerlendirme/ Tasarım Yaklaşımı	İleri Performans Hedefi	Değerlendirme/ Tasarım Yaklaşımı
DD-2	KH	ŞGDT	-	-
DD-1	-	-	KH	ŞGDT

THMYDY 2020 ile TBDY 2018 yönetmelikleri karşılaştırıldığında; iki yönetmelik arasında performans hedefleri ve deprem etkisi altındaki hesap ve değerlendirme yöntemlerinin farklı olduğu görülmektedir.

Mevcut yönetmelikler kapsamında deprem yer hareket düzeylerine göre tasarımda kullanılacak PGA, PGV, kısa ve 1 sn periyot değerlerinin Kahramanmaraş depremlerinden etkilenen bazı havalimanlarında ve hava trafik kontrol kulelerinde farklılıklar gösterdiği belirlenmiştir [25],[26].

3. Deprem yalıtımlı yapıların deprem performansına yönelik son yıllarda yapılan araştırmalar

Deprem yalıtımı binaların depremden zarar görmesini azaltan bir teknolojidir. Deprem yalıtımı; deprem esnasında yapıya etki eden yatay yüklerin (deprem, rüzgâr vb.) azaltılarak, tüm deplasmanların temel ile üst yapı arasında olmasını sağlamaktır. Ülkemizde deprem yalıtımlı yapıların uygulanması ise yaklaşık 10-15 yıl öncesine dayanmaktadır [27].

Sağlık Bakanlığı 2013 yılında yayınladığı genelge ile 100'den fazla yataklı, birinci ve ikinci derece deprem riski bulunan bölgelerde tüm hastanelerin deprem yalıtımlı olarak tasarlanmasını zorunlu hale getirmiştir [28].

Deprem yalıtımlı yapıların deprem performansına olumlu etkisine ait son yıllarda yapılan çalışmalar aşağıda derlenmiştir.

Yanık vd., (2009) yaptıkları çalışma da; Erzincan depremine dayanamayan 12 katlı binanın taban yalıtımı ve kütle sönümleyiciler ile elastik sınırlar içinde kaldığı tespit edilmiş, şekil değiştirme enerjisinin ise belirgin şekilde azaldığını belirlemiştir [29].

Pauzi N.N.M., (2012) yaptığı çalışmada ATC kulesi Kuala Lumpur Uluslararası Havaalanı'nın sarkaç ayarlı kütle sönümleyici ile deprem performans etkinliğini karşılaştırmıştır. Kütle sönümleyiciler ile kulenin tepkisini azaltabildiği görülmektedir. 4 sarkaçlı kütle sönümleyicilerin, 2 sarkaçlı kütle sönümleyicilere kıyasla daha etkili olduğu belirlenmiştir [30].

Pekgökgöz ve Taş, (2016) çalışmalarında betonarme bir minareye Ayarlı Kütle Sönümleyici (AKS) yerleştirilerek dinamik davranışını araştırmışlardır. Yerleştirilen AKS'ler ile titreşimin daha az sürede sönümlenmesinde etkili olduğu tespit edilmiştir [31].

Polat H.İ., (2017) yaptığı çalışmada; 3 katlı mevcut okul binası için 1999 Marmara deprem ivme kaydı ile model oluşturulmuş ve analiz sonuçları elde edilmiştir. Analiz sonucunda; izolasyon sistemli yapının periyotlarında artışın meydana geldiği, yapıya gelen kesme kuvvetinin ise azaldığı görülmüştür [32].

Kan vd., (2017) yaptıkları çalışmada; yapılarda sismik izolasyon kullanılması ile deprem etkilerinin azaltılması sağlanırken, ayrıca yapının taşıyıcı sistem eleman kesitlerinin küçük boyutlarda tasarlanmasını da olanaklı hale getirdiği belirtilmiştir [33].

Edinçliler ve Çalikoğlu, (2017) yaptıkları çalışmada; az katlı binalarda yalıtım sisteminin sarsma masası testleri ile incelenmesi amaçlanmıştır. Sonuçta; yapıya etkiyen deprem

ivmelerinin azalım eğilimi gösterdiği, kat ötelemelerinde ise maksimum azalımın görüldüğünü tespit etmişlerdir [34].

Yıldırım vd., (2019) yaptıkları çalışmada sismik izolasyon ile ilgili mevcut uluslararası yönetmelikleri incelemiş, uygulamalarda tasarım esasını teşkil eden ana unsurlar belirlemiştir. Çalışmada ASCE 7, ASCE 41, EN 1998, EN 15129 ve JSSI Manual yönetmelik ve klavuzlar seçilmiştir. Sonuç olarak; ASCE 41 yönetmeliğinin mevcut yapılar için daha uygun olduğunu tespit etmişlerdir [35]-[40].

Severcan ve Şen, (2019) çalışmalarında sismik izolatörün bina kat adedine bağlı olarak yapısal etkilerini araştırmışlardır. 10 ve daha az kat adedine sahip binalarda izolatörün deprem esnasında iyi bir performans sergilediği belirlemiştir. İzolatör sayesinde binada can güvenliğinin sağlanacağı belirtilmiştir [41].

Dönmez B., (2019) yaptığı çalışmada; hastane binasında 3 farklı izolatör tiplerine göre sismik tepkimeyi büyük ölçüde azalttığı belirlenmiştir [42].

Türk H.A., (2019) yaptığı çalışmada; sismik izolatör mesnetli sağlık merkez binasının deprem performans analizinde olumlu sonuçlar elde edildiğini tespit etmiştir. [43].

Dongmei L., (2019) yaptığı çalışmada; Çin'de 50 katlı bir ofis binasında yalıtım sisteminin, deformasyon gereksinimleri ve performans analizinde iyi sonuçlar elde edildiği belirtilmiştir [44].

İlerisoy vd., (2019) yaptıkları çalışmada sismik izolasyon sistemlerinin kullanımı ile ilgili olarak; özel sektör ve kamuda bu konuda yeterli bilincin oluşması, gerekli standartların geliştirilmesi ve yönetmeliklerle bunların zorunlu tutulmasının sağlanması belirtilmiştir [45].

Takva ve İlerisoy, (2021) yaptıkları araştırmada; sismik izolatörün gelişmiş ülkelerde yaygın kullanıldığı, gelişmekte olan ülkelerde ise kritik öneme sahip yapılarda öncelik verildiği vurgulanmıştır [46].

Özer ve İnel, (2021) yaptıkları çalışmada ise sismik izolatörlü tipik bir betonarme konut binasının performans analizinde, izolatörün ortalama görece kat ötelemeleri ile taban kesme kuvvetinde azalma olduğu belirlenmiştir [47].

Literatür incelemelerinde [29],[30],[31],[32],[33],[41],[42],[43],[44],[47]; binalarda deprem yalıtımı ile deprem enerjisinin sönümlendiği, şekil değiştirme enerjisinde belirgin düzeyde azalmanın olduğu ve yapıya gelen taban kesme kuvveti değerinin ise azaldığı görülmektedir. Deprem performansı nedeniyle, uygulamanın yaygınlaşması ve standartların geliştirilmesi gerekmektedir.

4. Sonuç ve öneriler

Yapılan çalışmada hava trafik kontrol kulelerinin deprem performans durumu ile yalıtım etkileri incelenmiştir.

Sonuç olarak, hava trafik kontrol kulelerinin deprem performansına yönelik ülkemizde sadece 2021 yılında yürürlüğe giren Türkiye Hava Meydanı Yapıları Deprem Yönetmeliğinde mevcut ve yeni yapılar için kriterler

belirlenmiştir. 2 aşamalı olan tasarımda ilk aşama için DD-2a deprem yer hareket düzeyi, ikinci aşama için ise DD-1 deprem hareket düzeyine göre hesaplama yöntemi belirlenmiştir. THMYDY 2020'nin, TBDY 2018 performans analiz sonuçlarına göre daha etkin olacağı öngörülmektedir. Uluslararası yayınlarda ise hava trafik kontrol kulesi için özel sismik tasarım klavuzunun oluşturulmasının gerektiği dikkat çekmektedir.

Ancak, kritik öneme sahip yapıların tek aşamalı DD-1 deprem yer hareket düzeyine göre yapılacak ileri düzey analizler (doğrusal olmayan hesap yöntemi) ile sonuçların karşılaştırılması, literatüre katkı açısından fayda sağlayacağı değerlendirilmektedir.

Deprem yalıtım etkisinde ise yapılarda deprem performansı açısından olumlu sonuçlar alınmasına rağmen, havalimanlarında öneme sahip hava trafik kontrol kulesine yönelik ülkemizde çalışmanın bulunmadığı görülmektedir.

Bu nedenle, ülkemizde kritik öneme sahip mevcut veya yeni yapılacak hava trafik kontrol kulelerinin deprem performansı ve yalıtım etkisinin ayrıntılı olarak incelenmesine yönelik yeni araştırmalara ihtiyaç bulunduğu öngörülmektedir.

Ayrıca, yürürlükte olan yönetmeliklere göre tasarım parametrelerinden PGA, PGV, kısa ve 1 sn periyot ivme değerlerinde gerçek duruma yakın sonuçlar elde etmek amacıyla, AFAD'a ait "Türkiye Deprem Tehlike Haritaları İnteraktif Web Uygulaması" üzerindeki değerlerin güncellenmesi önerilmektedir.

5.Kaynakça

- [1] https://en.wikipedia.org/wiki/Damage_to_infrastructure_in_the_2010_Haiti_earthquake [Son Erişim: 25.06.2023]
- [2] <https://www.hurriyet.com.tr/dunya/yeni-zelandada-6-3lu-k-deprem-en-az-75-olu-17087087> [Son Erişim: 25.06.2023]
- [3] <https://www.iha.com.tr/haber-van-ferit-melen-havaalanin-in-kulesi-onariliyor-203980/> [Son Erişim: 15.05.2023]
- [4] <https://dialogo-americas.com/articles/united-states-install-s-mobile-control-tower-at-ecuador-airport-destroyed-by-earthquake/> [Son Erişim: 15.05.2023]
- [5] <https://www.trthaber.com/haber/dunya/endonezyada-depremin-yaralari-sarilmaya-calisiliyor-388105.html> [Son Erişim: 20.06.2023]
- [6] <https://www.airporthaber.com/havacilik-haberleri-denizli-cardak-havalimani-kulesi-savas-alanina-dondu.html> [Son Erişim: 26.06.2023]
- [7] <https://www.haberler.com/guncel/istanbul-deprem-inisya-pacak-ucaklari-da-etkiledi-12467114-haberi/> [Son Erişim: 26.06.2023]
- [8] <https://www.thedubrovniktimes.com/news/croatia/item/10586-zagreb-airport-control-tower-suspended-after-earthquake> [Son Erişim:26.06.2023]
- [9] <https://www.aa.com.tr/tr/gundem/iga-ekipleri-depremden-hasar-goren-hatay-havalimanini-onarmaya-basladi/2810992> [Son Erişim: 24.06.2023]

[10] <https://www.cumhuriyet.com.tr/turkiye/malatya-havali-maninda-hasar-meydana-geldi-2048789> [Son Erişim: 24.06.2023]

[11] J. Wilcoski and E. Heymsfield, "Performance and Rehabilitation of Type L FAA Airport Traffic Control Tower at San Carlos, California, for Seismic Loading" *Journal of Performance of Constructed Facilities.*, 16:85-93, 2002.

[12] M. Vafaei and B.A. Adnan, "Sensors Placement in Airport Traffic Control Towers for Seismic Health Monitoring", *First Middle East Conference on Smart Monitoring, Assessment and Rehabilitation of Civil Structures*, 2011.

[13] FEMA-356, Prestandart and Commentary for the Seismic Rehabilitation of Buildings, Federal Emergency Management Agency, Washington, USA, 2000.

[14] M. Vafaei and S.C. Alih, "Assessment of Seismic Design Response Factors of Air Traffic Control Towers", *Bull Earthquake Eng.*, 14:3441-3461, 2016.

[15] H. Moravej, M. Vafaei and S.A. Bakar, "Seismic Performance of A Wall-Frame Air Traffic Control Tower", *Earthquakes and Structures.*, Vol. 10, No. 2, 463-482, 2016.

[16] B.J. Sullivan, H. S. McKenzie and A.E. Philpott "Wellington Airways Control Tower – Structural Design for Resilience, Case Study", *NZSEE Conference*, 2017.

[17] M. Vafaei and S.C. Alih, "Seismic Vulnerability of Air Traffic Control Towers", *Nat Hazards*, 90:803-822, 2018.

[18] M. Vafaei *et al.*, "Estimation of Design Base Shear in Concrete Wall Air Traffic Control Towers", *16th European Conference on Earthquake Engineering*, June 2018.

[19] H. Moravej and M. Vafaei, "Seismic Performance Evaluation of an ATC Tower Through Pushover Analysis", *Structural Engineering International*, 29:1, 144-149, 2019.

[20] R. Sharma, "Analysis and Design of Air Traffic Control (ATC) Tower", *Journal of Emerging Technologies and Innovative Research*, Volume 6, Issue 5, 619-637, 2019.

[21] S. Amrutkar, A. Sarvade and M. Waghmare, "Effect of Structural Shape on Seismic Response of Air Traffic Control Tower", *International Journal for Research in Applied Science & Engineering Technology*, Volume 10, Issue V, 2022.

[22] DBYBHY 2007. Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Yönetmelik. Bayındırlık ve İskân Bakanlığı, Ankara.

[23] TBDY 2018. Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği. Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı, Ankara.

[24] THMYDY 2020. Türkiye Hava Meydanı Yapıları Deprem Yönetmeliği. Ulaştırma ve Altyapı Bakanlığı, Ankara.

[25] A. Boztepe ve G. Aktaş, "Kahramanmaraş Depremlerinden Etkilenen Havalimanlarında Yer İvmesi ile Yer Hızı Değerlerinin İncelenmesi", *II. International Conference on Engineering Sciences*, Gence, Azerbaycan, 21-22 Eylül, 2023.

- [26] A. Boztepe ve M.E. Öncü, “Kahramanmaraş Depremlerinden Etkilenen Uçuş Kontrol Kulelerinde Spektral İvme Değerlerinin Mevcut Yönetmeliklere Göre Karşılaştırılması”, *II. International Conference on Engineering Sciences*, Gence, Azerbaycan, 21-22 Eylül, 2023.
- [27] A. Boztepe ve G. Aktaş, “Ülkemizde Sismik İzolasyonlu Yapıların Yaygınlaşmasına Yönelik Mevcut Durumun Analizi”, *9th International Zeugma Conference on Scientific Research*, Gaziantep, Türkiye, 19-21 Şubat, 2023.
- [28] 2013/3 Sayılı Genelge, T.C. Sağlık Bakanlığı, Deprem Yalıtımlı Olarak İnşa Edilecek Yapılara Ait Proje ve Yapım İşlerinde Uyulması Gereken Asgari Standartlar.
- [29] A. Yanık, Ü. Aldemir ve M. Bakioğlu, “Taban İzolasyonlu ve İzolasyonsuz Yapılarda Sismik Enerjinin Dağılımı”, *XVI. Ulusal Mekanik Kongresi*, 2009.
- [30] N.N.M. Pauzi, “Response of Air Traffic Control Tower with Pendulum Tuned Mass Damper Under Earthquake Loading”, M.S. thesis, Dept. Civil Eng., University Technology Malaysia, Malaysia, 2012.
- [31] R.K. Pekgökgöz ve G. Taş, “Ayarlı Kütle Sönümleyici Yerleştirilmiş Betonarme Yüksek Minarelerin Dinamik Analizi”, *Journal of the Faculty of Engineering and Architecture of Gazi University*, 32:1, 265-282, 2017.
- [32] H. İ. Polat, “Betonarme Bir Yapıda Geleneksel Yöntem ve Taban İzolatörü Kullanımının Karşılaştırmalı Analizi”, *7. Geoteknik Sempozyumu*, 2017.
- [33] Ö. Kan vd., “Türkiye'deki Depreme Dayanıklı Yapıların Sismik İzolasyon Tiplerinin İncelenmesi”, *Munzur Üniversitesi Bilim ve Gençlik Dergisi*, ISSN: 2148-0273, Cilt 5, Sayı 1, 82-100, 2017.
- [34] A. Edinçliler ve M. Çalikoğlu, “Az Katlı Binalarda Sismik Hasarların Azaltılması İçin Geosentetiklerin Kullanılması”, *4. Uluslararası Deprem Mühendisliği ve Sismoloji Konferansı*, 2017.
- [35] S. Yıldırım vd., “Sönümleyicili Yapıların Deprem Tasarımı, Bölüm I: Uluslararası Yönetmeliklerin İncelenmesi”, *5. International Conference on Earthquake Engineering and Seismology*, 2019.
- [36] ASCE 7-16 (2016). Minimum Design Loads and Associated Criteria for Buildings and Other Structures. ASCE/SEI 7- 16. American Society of Civil Engineers. Reston, Virginia.
- [37] ASCE 41-17 (2017). Seismic Evaluation and Retrofit of Existing Buildings, ASCE/SEI 41-17. American Society of Civil Engineers. Reston, Virginia.
- [38] EN 1998-1 (2004). Eurocode 8: Design of Structures for Earthquake Resistance - Part 1: General Rules, Seismic Actions and Rules for Buildings. European Committee For Standardization. Brussels, Belgium.
- [39] EN 15129 (2018). Anti-seismic Devices. European Committee For Standardization. Brussels, Belgium.
- [40] JSSI Manual, (2003) Design and Construction Manual for Passively Controlled Buildings, Japan Society of Seismic Isolation (JSSI), Japan.
- [41] M. H. Severcan ve P. Şen, “Sismik İzolatörlü Binalarda Kat Adedi Etkisi”, *Ömer Halisdemir Üniversitesi Mühendislik Dergisi*, Cilt 8, Sayı 2, 922-935, 2019.
- [42] B. Dönmez, “İnşaat Teknolojisinde Deprem İzolatör Sistemlerinin Planlanması”, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Aydın Üniversitesi, İstanbul, Türkiye, 2019.
- [43] H. A. Türk, “Çok Katlı Betonarme Yapılarda Farklı Sismik İzolatör Sistemlerin ve Kat Adetinin Deprem Davranışına Etkisi”, Yüksek Lisans Tezi, Konya Teknik Üniversitesi, Konya, Türkiye, 2019.
- [44] L. Dongmei, “Preliminary Evaluation Of Seismic Performance of Engineering Structures With Perform 3D”, *Sciendo*, Vol. LXV, Issue:4, 2019.
- [45] Z. Y. İlerisoy vd., “Sismik Taban İzolasyonu Sistemlerinin Konutlarda Kullanımının İncelenmesi”, *VI. Uluslararası Deprem Sempozyumu*, pp. 611-618, Kocaeli, Türkiye, 2019.
- [46] Y. Takva ve Z. Y. İlerisoy, “Müze Yapılarının Sismik Tasarımı ve Taban İzolasyon Uygulamaların İncelenmesi”, *Middle East International Conference on Contemporary Scientific Studies-V*, Vol. III, pp. 374-385, March 27-28, 2021.
- [47] E. Özer ve M. İnel, “Sismik İzolatörlerin Betonarme Konut Binasının Performansı Üzerindeki Etkileri”, *Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, c. 27, sayı. 3, ss. 303-311, Haz. 2021.