

soğutma dünyası

•ENDÜSTRİYEL HAVALANDIRMA İKLİMLENDİRME SOĞUTMA KÜMESİ DERGİSİ •ISSN: 1304-1908 / Hakemli Dergi

HER DETAYINDA
KALİTE VAR

Önceliği kalite olanlar hangi fanı tercih edeceğini iyi biliyor;
Wento fanları performansıyla göz dolduruyor.

WENTO

Frigoduman

www.frigoduman.com.tr

104

OCAK-ŞUBAT-MART
2024

S. S. I. A.
M. 1000. D.
BİR SOĞUTMA SANAYİCİLERİ
VE İŞ ADAMLARI DERNEĞİ

Yayın organıdır.
Üç ayda bir yayımlanır.

MAKALE

GELECEĞE UYUMLU İKLİMLENDİRME SİSTEMLERİ

HVAC Systems Compatible For The Future

Birol YAVUZ

**Bu makale, 26-29 Nisan 2023 tarihleri arasında gerçekleştirilen
15. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi'nde (TESKON 2023) sunulmuş ve bildiri kitabında yayınlanmıştır.*

HAKEMLER**

A. İbrahim ATILGAN, Yrd. Doç. Dr.
Abdülvahap YİĞİT, Prof. Dr.
Ahmet CAN, Prof. Dr.
Ali GÜNGÖR, Prof. Dr.
Arif HEPBAŞLI, Prof. Dr.
Aytunç EREK, Prof. Dr.
Bedri YÜKSEL, Prof. Dr.
Dilek KUMLUTAŞ, Prof. Dr.
Fikret PAZIR, Prof. Dr.
Hüsametdin BULUT, Prof. Dr.
Hüseyin BULGURCU, Doç. Dr.
İlhan Tekin ÖZTÜRK, Prof. Dr.
İsmail KARAÇALI, Prof. Dr.
Kadir İSA, Dr.
M. Barış ÖZERDEM, Prof. Dr.
M. Turhan ÇOBAN, Doç. Dr.

Macit TOKSOY, Prof. Dr.
Mehmet KANOĞLU, Prof. Dr.
Moghtada MOBEDİ, Doç. Dr.
Muhsin KILIÇ, Prof. Dr.
Mustafa ACAR, Prof. Dr.
Olcay KINCAI, Prof. Dr.
Orhan BÜYÜKALACA, Prof. Dr.
Ramazan KÖSE, Prof. Dr.
Rasim KARABACAK, Prof. Dr.
Recep YAMANKARADENİZ, Prof. Dr.
Selami KESLER, Yrd. Doç. Dr.
Serhan KÜÇÜKA, Prof. Dr.
Y. Onur DEVRES, Prof. Dr.
Tuncay YILMAZ, Prof. Dr.
Turan ERKAN
Yunus ÇERÇİ, Prof. Dr.

**Alfabetik olarak sıralanmıştır. Makale/Makaleler, kurulda yer alan ve değerlendirme yapmak üzere seçilen hakemler tarafından incelenmiştir.

ÖZET

Bu çalışma, yakın gelecekte yıkıcı faktörlerin azaltılması planlanıyor olsa bile, iklim değişikliğinin iklimlendirme sistemleri üzerindeki etkilerine odaklanmak üzere hazırlanmıştır. İklim değişikliğiyle birlikte gelen daha şiddetli yağış, sel, fırtına, aşırı sıcak veya aşırı soğuk nedeniyle sağlık, güvenlik ve yapısal uyum sorunlarının yoğunlaşması beklenmektedir. Bu konuların, uygun mekanik tesisat sisteminin tasarımında, sistem seçiminde ve donanım adaptasyonlarında dikkate alınması ilgi çekicidir. Bu çalışmada, mekanik tesisat sistem bileşenleri bölgesel iklim değişikliği verilerine göre değerlendirilmiştir. Mesleki ve sosyal sorumluluğumuz kapsamında, yeni mekanik tesisat tasarımlarımız iklim değişikliklerine cevap verebilmelidir.

Anahtar Kelimeler: İklimlendirme, İklim değişikliği, Uyum, Tasarım, Gelecek

ABSTRACT

This study has been prepared to focus on the effects of climate change on air conditioning systems, even if destructive factors are planned to be reduced in the near future. Health, safety and structural adjustment problems are expected to intensify due to more severe rainfall, floods, storms, extreme heat or extreme cold that come with climate change. It is interesting to consider these issues in the design of the appropriate mechanical installation system, system selection and equipments adaptation. In this study, mechanical system and installation the components are evaluated according to regional climate change data. Within the scope of our professional and social responsibility, our new mechanical installation designs should be able to respond to climate changes.

Keywords: HVAC, Climate change, Harmony, Design, Future

GİRİŞ

Bu çalışmayı yapmaya bizi yönlendiren, meteoroloji uzmanları tarafından ifade edilen; küresel iklim değişikliği etkisini azaltmak için uygulanan en sert politikalar başarılı olsa bile, gelecek 30 yıl boyunca iklim değişiklikleri devam edecektir ifadesidir.

Bu çalışmada, iklimlendirme sistemlerinin tüm donanımlarıyla; değişen koşullara hazır olma hali, dayanıklılık duyarlılığı, stress veya rahatsız

esnasında işlevselliği ve canlılığını koruması yani direnci, herhangi bir kesinti sonrası geri dönme yeteneği ise sistemin esnekliği olarak nitelendirilmiştir. Bunların tamamının gerçekleşmesi için yapılan çalışmalar, iklimlendirme sisteminin geleceğe uyumu üzerine hazırlıklar olacaktır.

Önümüzdeki 30-50 yıl boyunca yaşayacak yeni binaların iklimlendirme sistem tasarımlarında bu uyum kriterleri ile çalışabilmek, öncelikle iklim olarak gelecekte tasarım bölgesini nelerin beklediğini bilmekle mümkün olabilecektir.

Bu konu, en detaylı ve güncel olarak World Meteorological Organization (WMO) (Dünya Meteoroloji Örgütü) ve Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) (Hükümetler Arası İklim Değişikliği Paneli) tarafından çalışılmaktadır. Meteoroloji uzmanları, gelecekteki iklimi tahmin etmek için, iklim sisteminin bileşenleri etkileşimlerinin ve geri bildirimlerinin matematiksel gösterimleri olan modeller kullanmışlardır.

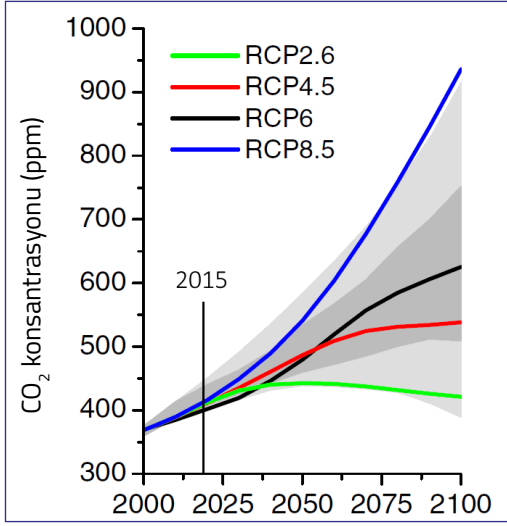
IPCC çalışmaları, radyasyonel zorlamalara ve iklim sisteminin bu zorluklara tepkisine dayanan, insan kaynaklı iklim değişikliği senaryolarıdır.

Çalışmanın ilk bölümünde, tasarım önerilerde bulunulacak Türkiye/Ege Bölgesi için Turkish State Meteorological Service (TSMS) (Meteoroloji Genel Müdürlüğü)'ne ait iklim değişikliği senaryoları incelenmiştir. Burada, iklim değişikliklerinden kaynaklanacak tüm olumsuzluk ve tehlikeler dikkate alınmıştır. Tüm bu tehditlere hazırlıklı olmak ve geleceğe uyum sağlayabilmek için, mekanik tesisat ve iklimlendirme sistemleri konusunda geleceğe uyum kriterleri üzerine çalışılmıştır.

1. İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ SENARYOLARI

Dünya Meteoroloji Örgütü ile koordineli çalışan Hükümetlerarası İklim Değişikliği Paneli kapsamında tüm sektörlerden uzman bilim insanlarının katılımıyla geliştirilen senaryolarda; nüfus artışı, enerji kullanımı, ekonomiler, teknolojik gelişmeler, tarım ve arazi kullanım değişiklikleri için farklı varsayımlar dikkate alınmıştır.

IPCC çalışmaları, radyasyon ve iklim sisteminin bu zorluklara tepkisinin Representative Concentration Pathways (RCP's) (Temsili Konsantrasyon Yolları) şeklinde ifade edilen modellerdir (Şekil 1 - Tablo 1).



Şekil 1. IPCC Emisyon azaltma seviyesi ve RCP's [2]

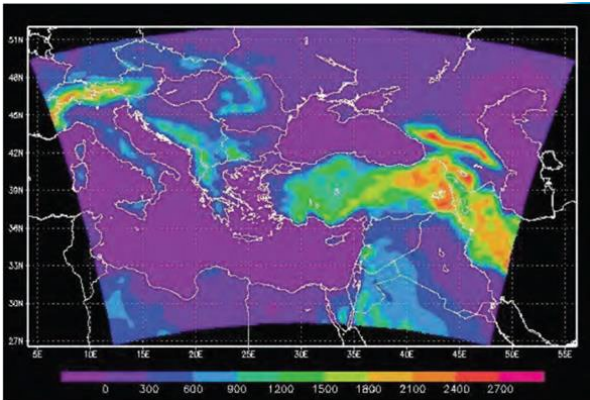
Bu çalışmada, gelecekteki iklim değişikliği senaryoları RCP4.5 modeli üzerinden incelenmiştir. Bunun nedeni 2070 sonrası iklim değişikliklerinin kontrol altına alınması ve radyal zorlama değerinin metrekare başına 4,5 Watt olması yani orta stabilizasyon senaryo değerleri ile gerçekleşmesi beklentisidir (Şekil 1).

Tablo 1'de görüldüğü gibi, RCP4.5 için, 2070'de öngörülen CO₂ konsantrasyon seviyesi 450 ppm'dir.

Tablo 1. Temsili Konsantrasyon Yolları (RCPs)

Temsili Konsantrasyon Yolları (RCPs)	Işınım	CO ₂ (ppm)-2070
RCP2.6 Düşük emisyon seviyesi (sanayi devrimi öncesi)	2.6 W/m ²	350
RCP4.5 Orta stabilizasyon senaryosu değerleri	4.5 W/m ²	450
RCP6 Ara stabilizasyon senaryosu değerleri	6 W/m ²	550
RCP8.5 Azaltma politikası olmadan yüksek emisyon senaryosu	8.5 W/m ²	800

1.1.Ege Bölgesi / IPCC-TSMS Türkiye için Sıcaklık ve Yağmur Senaryoları



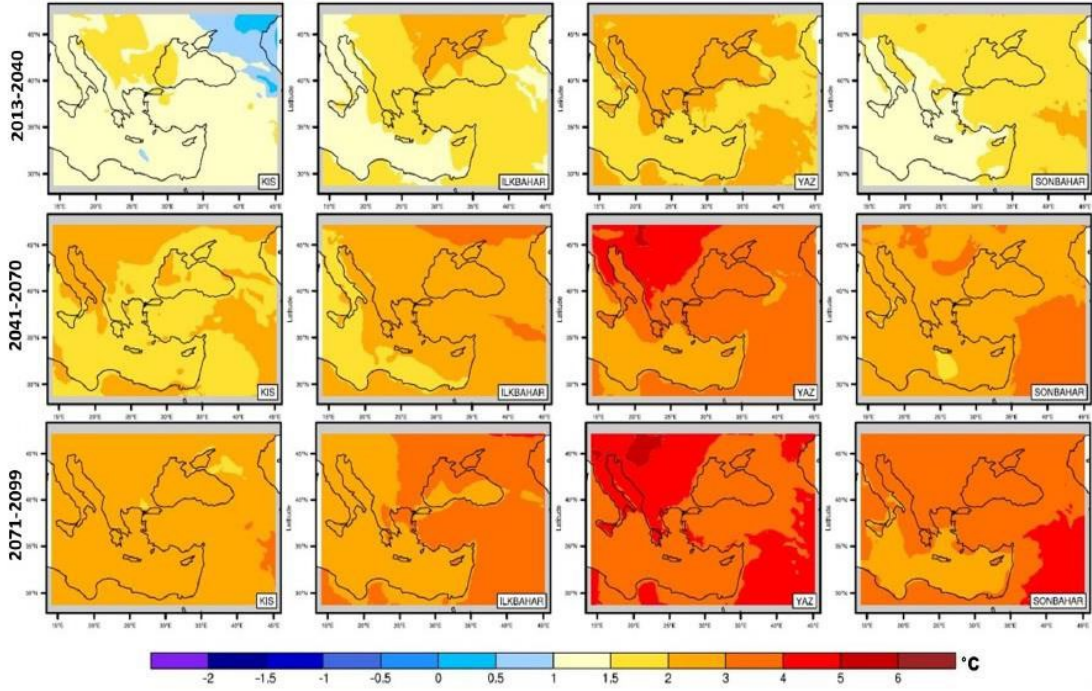
Şekil 2. Çalışma alanının topoğrafya görünümü

IPCC küresel iklim değişikliği senaryolarına paralel olarak, TSMS tarafından yapılan çalışmada, tasarım bölgesi olan Ege Bölgesi'nin gelecekteki sıcaklık ve yağış senaryoları incelenmiştir [3].

1.2.Sıcaklık Senaryosu

İlk dönemde (2013-2040), genel olarak 1.5-2°C arasındaki sıcaklıklarda bir artış olacağı ve bu artışın ulaşabileceği tahmin edilmektedir. Yaz aylarında 2-3°C, ikinci dönemde (2041-2070), ilk ve sonbahar sıcaklıklarında 2-3°C ve yaz sıcaklıklarında 4°C artış olacağı tahmin edilmektedir. Son dönemde (2071-2099), kış sıcaklıklarında 2°C, ilk ve sonbahar sıcaklıklarında 3°C ve yaz sıcaklıklarında, özellikle de kıyı bölgelerinde 5°C artış olacağı tahmin edilmektedir (Şekil 2 - Tablo 2).





Şekil 3. RCP4.5 Sıcaklık senaryoları [1], soldan sağa, kış, ilkbahar, yaz, sonbahar

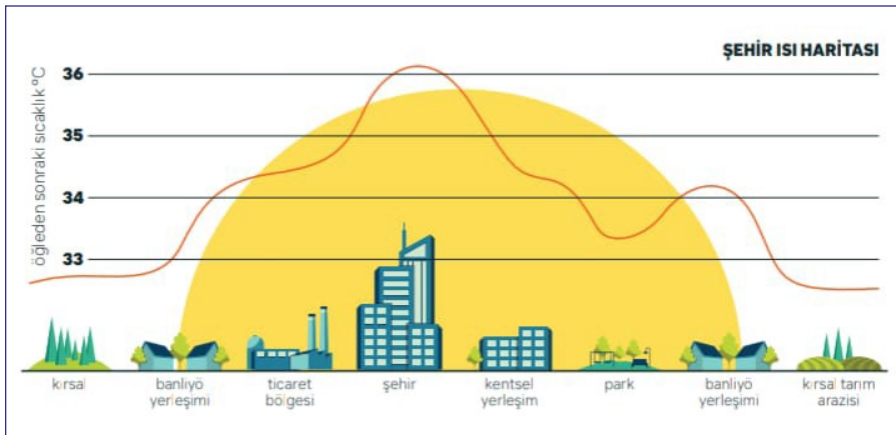
Tablo 2. Sıcaklık senaryo değerleri (°C) [1]

RCP4.5				
Periyot	Kış	İlkbahar	Yaz	Sonbahar
2013-2040	1,5-2	1,5-2	2-3	1,5-2
2041-2070	1,5-3	2-3	2-4	2-4
2071-2099	2-3	2-4	3-5	3-5

2070 yılında faaliyete geçmesi beklenen bina için Tablo 2'den yaz ayları için tasarım sıcaklığı mevcut iklim verilerinden +4 °C daha yüksek alınmalıdır (Tablo 2).

1.3. Isı Adası Etkisi

Yaz mevsimi için, ısı adası etkisi de dizaynımızda dikkate alınmalıdır.

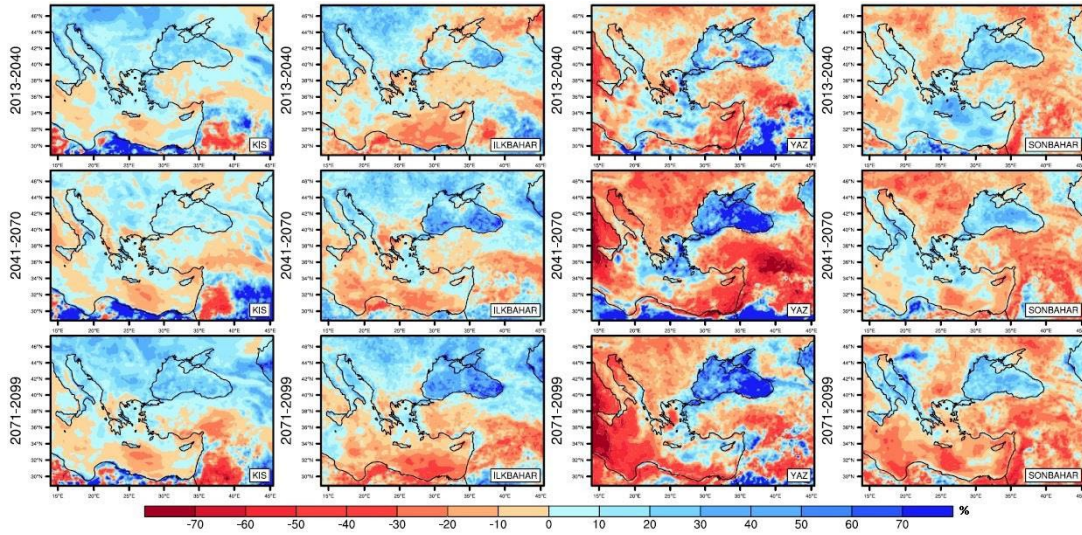


Şekil 4. Isı adası etkisi

Son olarak Ege Bölgesi / İzmir-Karşıyaka lokasyonu için standart tasarım sıcaklığı olan 37°C 'den $T_{\text{yaz}} = 41^\circ\text{C}$ çıkmış iken, ısı adası için de +2°C ilavesi ile son tasarım sıcaklığı $T_{\text{yaz}} = 43^\circ\text{C}$ olmalıdır.

1.4.Yağmur Senaryosu

İlk dönemde (2013-2040) yağışların kış aylarında, özellikle kıyı kesimlerde, artacağı tahmin edilmektedir. Ülkenin büyük bir bölümünde ilkbahar yağışlarında %20'ye kadar azalma öngörülmektedir. Sonbaharında %30'a varan düşüşlerin olacağı tahmin edilmektedir. Son dönemde (2071-2099), özellikle kıyı şeridi boyunca kış yağışlarında %10 artış olması beklenmektedir. Kıyı bölgelerinde bahar yağmurlarında %20'lik bir azalma olacağı tahmin edilmektedir. Yaz aylarında özellikle kıyı bölgelerinde yağışların %40'a kadar düşeceği tahmin edilmektedir (Şekil 3 - Tablo 3).



Şekil 5. RCP4.5 Yağmur senaryosu [1], soldan sağa, kış, ilkbahar, yaz, sonbahar

Tablo 3. Yağmur senaryo değişim oranları [1]

RCP4.5				
Periyot	Kış	İlkbahar	Yaz	Sonbahar
2013-2040	-%10 / +%20	-%20 / +%20	-%30 / +%40	-%30 / +%10
2041-2070	-%30 / +%30	-%40 / +%20	-%50 / +%60	-%40 / +%10
2071-2099	-%20 / +%30	-%50 / +%20	-%50 / +%50	-%50 / +%10

Türkiye, 36 ve 42 derece enlemleri arasında yer alır ve tropiklerin tepesinde yüksek basınçlı havanın ani yağışlara çok yakın olması kritik bir durumdur [4]. Bu özellik beraberinde yaz ayları için hem kuraklığı hem de ani yağış ve selleri beraberinde getirmektedir. Tehditler açısından bakıldığında, 2041 ile 2070 yılları arasında yaz yağışlarında hem %50 azalma ve hem de %60 artış dengesizliği dikkat çekicidir (Tablo 3).

2.İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ SENARYOLARINA GÖRE TASARIM BÖLGESİNİ BEKLEYEN TEHDİTLER

Tablo 4. Gelecekteki iklim senaryoları değerlendirmesi [4]

İklim değişikliği	SICAKLIK	YAĞMUR
	Aşırı sıcaklık	Mevsimsel yağışlarda değişim
Sonuç	Güneş saatlerinde artış ve kuraklık	Şiddetli yağmurlar ve seller
	Isı adası etkisinin artması	Fırtınalar
	Kirletici, bakteri ve virüs hareketleri	Deniz seviyesi yükselmesi

Meteorologların gelecekteki iklim değişikliği senaryoları, hem mekanik tesisat mühendisleri hem de tüm ilgili paydaşlar için, geleceğe uyumlu sistemleri tasarlamak üzere ana verileri sağladığı görülmektedir.

3.İKLİMLENDİRMEDE BÖLGESEL İKLİM DEĞİŞİKLİKLERİYLE UYUMLU ESNEK SİSTEM ÖNGÖRÜLERİ

Tablo 5. Karbonsuzlaştırma kriterleri

İklim değişikliği sonucu, yerelde meydana gelmesi beklenen değişimler ve ani doğa olaylarına karşı Ege Bölgesi kıyı kesiminde bir yapı için, iklimlendirme sistem ve donanımları dikkate alınmıştır.

İklimlendirme sisteminin değişen koşullara hazırlıklı ve rahatsızlık anında dirençli olması ayrıca oluşabilecek bir kesintiden sonra en kısa zamanda işlevselliği kazanabilmesi için gereken uyumluluk kriterleri öngörülmüştür.

Geleceğe uyumlu iklimlendirme sistem tasarımı konusunda henüz standartlar oluşmamasına rağmen, konu tasarımcıların inisiyatif ve hassasiyetleri ile çalışılmaktadır.

4.GELECEĞE UYUMLULUK KRİTERLERİ

4.1.Birincil Önlemler, Karbonsuzlaştırma

Mekanik Tesisat tasarımcısı tarafından seçilen sistemin iklim değişikliğine karşı, termodinamik ve verimlilik esaslı adaptasyon önlemlerini içerir.

4.2.İkincil Önlemler, Esneklik

Seçilen Sistem ve ekipmanların, beklenen doğa olaylarına karşı hazırlığını (adaptasyonunu), rahatsızlık anında direnç ve dayanıklılığı ayrıca, eğer rahatsızlık sonunda sistemde bir zarar uysa, sistemin tekrar işlevselliğini kazanma kabiliyetini içerir.

Tablo 6. Esneklik kriterleri

1	BEP-TR Faliyetleri
2	EVD Faliyetleri
3	LEED, BREAMS ve BEST Faliyetleri
4	ASHRAE Standart 90.1
5	ASHRAE Standart 62.1-2
6	EN 378 Standartı
7	ASHRAE Standart 84 (TC5.5)
8	ASHRAE Guidline 36
9	GES/RES ve Diğer Alternatif Enerji Kaynakları
10	Hidrojen Yakıtı
11	Elektrifikasyon
12	Isı Pompası
13	Evaporatif Soğutma (ASHRAE TC5.7)
14	Güneş Duvarı
15	Doğal Havalandırma
16	Kişisel Havalandırma

1	İklim değişikliği bölgesel sıcaklık senaryosuna göre, dış ortam sıcaklığı standart iklim verilerinden 4°C daha yüksek alınmıştır (Tablo 2).
2	Kentsel ısı adası etkisi için, binanın konumuna göre TSMS yaz verilerine göre 2°C eklenmiş ve ekipman seçimi için toplam +6°C ilavesi ile, tasarım dış hava sıcaklığı 37°C yerine 43°C olarak alınmıştır.
3	Kentsel ısı adası etkisini azaltmak için mimari ve peyzaj ekipleri ile iç mekan çevre kalitesine odaklanan ortak çalışmalar gerçekleştirilmiştir.
4	Yeni termal kapasiteler için yeni enerji yükleri belirlenmiştir.
5	Tesisat makina dairesi binanın birinci katına inşa edilerek sellerden korunma sağlanmıştır.
6	Çatıdaki ekipmanları fırtınalardan korumak amacıyla ankrajlarla güçlendirilmiş ve barınak önlemleri alınmıştır.
7	Enerji yükünü azaltmak için mimari ofis ile pasif ısıtma ve soğutma çalışmaları yapılmıştır. İç hacmi güneşten korumak için özel camlar ve doğal havalandırma için mimari açıklıklar sağlanmıştır.
8	Yerinde yenilenebilir enerji olarak PVT sistemleri kullanılarak uzun süreli güç kaybına karşı koruma sağlanmıştır.
9	Yeterli yakıt kapasitesine sahip bir elektrik jeneratörü ile yedek elektrik güç sistemi oluşturulmuştur.
10	Karmaşık bina kontrolleri yerine, arızalar veya geçici elektrik kesintileri durumunda manuel geçersiz kılmalara izin veren daha basit sistem seçilmiştir.
11	Su tasarrufu uygulamaları planlanmıştır. Yağmur suyu depolama ve bir rezerv su deposu dahil olmak üzere yedek su kaynakları düşünülmüştür.
12	Daha büyük menfez ve altyapı kanalları, artan yağmur suyu akışlarını ve atık suyu idare edebilmek için tasarlanmıştır.

4.3. Toplumsal Önlemler, Sürdürülebilirlik

Tüm bu çalışmaların, sürdürülebilirliği mümkün kılmasını isteriz.

Hükümetler arası İklim Değişikliği Panelinde (IPCC) ve Biyoçeşitlilik ve Ekosistem Hizmetleri Üzerine Hükümetler Arası Bilim-Politika Platformu'nda (IPBES), iklim değişikliğinin ve biyolojik çeşitlilik kayıplarının önlenmesi için, aşağıdaki stratejileri destekleyen politikaların dikkate alınması istenmiştir.[8]

Tablo 7. Toplumsal önlemler 1, ilgili destek politikaları

Az gerekli üretimin azaltılması
Toplumsal hizmetlerin geliştirilmesi
Yeşil iş garantisinin oluşturulması
Çalışma zamanının azaltılması
Sürdürülebilir gelişmenin mümkün kılınması

Bu stratejilerin yanında ayrıca, beş başlıkta ifade edilen aşağıdaki temel önlemler önerilmektedir.[7]

Tablo 8. Toplumsal Önlemler 2, Sürdürülebilirlik

Büyümeye bağlılıktan vazgeçilmesi
Toplum hizmetlerinin fonlanması
Çalışma zamanının düşürülmesinin başarılması
(Mal ve hizmet) sağlama sistemlerinin yeniden şekillendirilmesi
Politik fizibilite ve muhalefet

5. GELECEĞE UYUMLU İKLİMLENDİRME SİSTEMLERİNDEN BEKLENEN FAYDALAR

Geleceğe uyumlu tasarlanan esnek sistemler, temel insan ihtiyaçlarını karşılar. Bunlar yaşanabilir koşullar içindir; yeterli enerji, yeterli içme ve kullanma suyu, yeterli termal koşullar, iç ortam çevre kalitesi (IEQ), güvenli ve yeterli havalandırma, iç mekan hava kalitesi (IAQ) gibi.

Çeşitli ve yedekli olarak tasarlanmış sistemler, doğal olarak daha esnek bir yapı sağlar ve kesintilere veya değişikliklere daha iyi yanıt verebilir.

Basit, pasif ve manuel geçersiz kılma sistemleri, arızalanabilen ve sürekli bakım gerektiren karmaşık çözümlerden daha dayanıklıdır. Esnek çözümler, kısa ve uzun vadede değişen koşullara uyum sağlar.

Yerel olarak kullanılan yenilenebilir veya geri dönüştürülmüş kaynaklar dayanıklı sistemi destekler. Güneş enerjisi kullanmak, yıllık yenilenen yeraltı suyu ve yerel kaynaklar, yenilenemeyen veya uzak kaynaklara göre daha güvenli ve daha dayanıklı özellikler sağlar.

Geleceğe uyumlu esnek tasarımlar dayanıklılığı artırır. Bu şekilde, dayanıklılık sadece mekanik uygulamaların daha güvenli olmasını sağlamakla kalmayacak, aynı zamanda yapıyı daha dayanıklı hale getirecek ve çok daha çeşitli sistem iyileştirmeleri için fırsatlar oluşturacaktır [5].



SONUÇ

İklim değişikliği senaryolarına göre, bölgesel iklim değişikliği sonucu oluşacak tehditler belirlendi ve bu tehditlerden kaynaklanacak yapısal uyum sorunlarına önlem oluşturmak üzere, geleceğe uyumlu iklimlendirme sistemleri üzerinde çalışılmıştır.

Mekanik tesisat sisteminin tehditlere hazırlığı, tehditler anında direnci ve bir kesinti sonrasında tekrar işlevsellik kazanma kapasitesi için sistem tasarım kriterleri sunuldu. Ayrıca bina için çalışan tüm mimari ve mühendislik disiplinlerinin, geleceğe uyumlu bir yapının, tasarımından itibaren bütüncül çalışmalarının önemi ortaya koyulmuştur.

Birleşmiş Milletler Afet Riskini Azaltma Ofisi (UNDRR) tarafından 2020 Haziran ayında açıklanan, en son afet tanımı ve sınıflandırma incelemesi teknik raporunda, dünyamızı bekleyen 300 tehlikeden 60'ının iklim değişikliği tehditleri olarak belirtti [6]. Bu ifadenin, duyarlı, dirençli ve esnek kısaca geleceğe uyumlu iklimlendirme sistemleri çalışmasının amacını desteklediği görülmüştür.

Geleceğe uyumlu iklimlendirme sistemleri çalışmasının, UNDRR tarafından iklim değişikliği dışında açıklanan diğer jeolojik, nükleer, biyolojik, kimyasal, teknolojik ve çevresel tehditlerine karşı da, hem yapı hem de insan güvenliği stratejileri için yeni referanslar ortaya koyabileceği görülmüştür.

KISALTMALAR

WMO: World Meteorological Organization (Dünya Meteoroloji Örgütü)

UNDRR: United Nations Office for Disaster Risk Reduction (Birleşmiş Milletler Afet Riskini Azaltma Ofisi)

TSMS: Turkish State Meteorological Service (Meteoroloji Genel Müdürlüğü)

IPCC: Intergovernmental Panel on Climate Change (Hükümetler Arası İklim Değişikliği Paneli)

RCP: Representative Concentration Pathways (Temsili Konsantrasyon Yolları)

IAQ: Indoor Air Quality (İç Ortam Hava Kalitesi)

IEQ: Indoor Environmental Quality (İç Ortam Çevre Kalitesi)

KAYNAKLAR

- [1]DEMİRCAN, M., DEMİR, Ö., ATAY, H., ESKİOĞLU, O., TUVAN, A., and AKÇAKAYA, A., "Climate change projections for Turkey with new scenarios", The Climate Change and Climate Dynamics Conference-2014 – CCCD2014, 8-10 October, Istanbul, Turkey, pp. 31-32.
- [2]IPCC, <http://www.ipcc-data.org/guidelines/pages/definitions.html> "Definition of Terms Used within the DDC Pages", Retrieved June, 2013, Vol.1.
- [3]The Ministry of Forestry and Water Affairs, Turkish State Meteorological Services (TSMS) TR2015-CC, "Turkey Climate Projections with New Scenario 's and Climate Change", April 2015, Ankara, Turkey (Turkish), pp. 174-177.
- [4]KADIOĞLU, M., Istanbul Teknik Üniversitesi "Afet Yönetimi", Tekin Yayınevi, 2018, pp.139-142.
- [5]RESILIENT DESIGN INSTITUTE, "<https://www.resilientdesign.org/resilient-design-strategies/>", Vermont-USA, 2020, Strategies page.
- [6]UNITED NATIONS OFFICE FOR DISASTER RISK REDUCTION (UNDRR), "Hazard, Definition & Classification review Technical Report", 2020 pp. 72-81.
- [7]HICKEL, J. vd. "Degrowth can work-here's how science can help". Nature, Vol.612, 15 December 2022.
- [8]MORAWSKA, L. ve and MILTON, D.K. "It Is Time to Address Airborne Transmission of Coronavirus Disease 2019 (Covid-19)". Clinical Infectious Diseases, 6 July 2020].

ÖZGEÇMİŞ

Birol YAVUZ

1965 Kırşehir doğumludur. Anadolu Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Makina Mühendisliği Bölümü'nden 1987 yılında ve aynı Üniversite'nin Fen Bilimleri Enstitüsü Makina Mühendisliği Enerji Bilim Dalı'ndan 1991 yılında mezun olmuştur. Uzmanlık alanı, iklimlendirme sistem ve ekipmanlarıdır. İş geliştirme, teknik danışmanlık ve eğitim faaliyetlerinde bulunmaktadır. MMO, TTMD, ASHRAE TC5.5-TC5.7 ve ASHRAE Std.62.1-IAQP TRG4 Teknik Komite üyesidir.