

SAĞLIKLI YAPILAR VE COVID-19

Esra BOSTANCIOĞLU

Prof. Dr.

İstanbul Kültür Üniversitesi, Mimarlık Fakültesi, Mimarlık Bölümü

“Covid-19’la birlikte insan sağlığının ve sağlıklı yapıların önemi tüm dünyada bir kez daha anlaşılmiş oldu. Sağlık bilinci ile gerçekleştirilen yapıların kullanıcılarının sağlık ve mutluluk düzeyi artacaktır. Sağlıklı yapılar ile ilgili yapılan araştırmalarda, insan sağlığı ile ilgili en önemli problemlerden birinin havalandırma sistemleri olduğu görülmüştür. Yapılarda doğal havalandırma kullanımı; hem insan sağlığı açısından, hem de enerji tasarrufu ve kullanım maliyetleri açısından büyük faydalar sağlayacaktır. Aynı şekilde; doğal ışık ile aydınlatılan mekânlar, hem insan sağlığı açısından, hem de enerji tasarrufu ve kullanım maliyetleri açısından büyük faydalar sağlayacaktır. Daha verimli bir aydınlatma ve doğal ışığın kullanımı ile kullanıcıların verimliliği artacak, ruh sağlığı olumlu yönde etkilenecektir.”

Giriş

Yapılar, insanların gün içinde büyük bir zamanını geçirdiği yapma çevredir. Yapı, insanın günlük yaşantısı ile ilgili gereksinmelerini karşılayan yanı sıra, sağlıklı ve konforlu bir kabuk oluşturmalıdır. Yapılardaki olumsuz iç ortam koşulları, günün büyük bir kısmını bu kapalı ortamlarda geçiren insanların sağlığını tehdit etmektedir. Olumsuz iç ortam koşullarına bağlı olarak insanlarda birtakım hastalıklar görülebilmektedir.

Yapı içerisinde kaynağı belirli olan kirlenmeler; astım, alerjik alveolit, lejyonelle ve radon kaynaklı akciğer kanseri gibi hastalıklara neden olabilmektedir. Aynı zamanda; yüksek sıcak veya düşük sıcaklık, aşırı nem, yetersiz hava akımı, iç ortam hava kirliliği, iç ve dış ortam kaynaklı kimyasal kirlenmeler, yetersiz aydınlatma ve ses yalıtımı insan sağlığını olumsuz etkileyerek birtakım hastalıklara neden olmaktadır. İç ortam hava kirliliğine bağlı solunum ve kalp damar sistemi hastalıkları, aşırı sıcak veya soğuk iç ortam ısı ve yetersiz enerji erişimi nedeniyle hastalıklar ve ölümler, binaların güvenli ortam sağlayamalarına bağlı olarak endişe ve depresyon, yetersiz aydınlatmaya bağlı huzursuzluk, gürültü kaynaklı asabiyet görülmektedir (<https://www.env-health.org/wp-content/uploads/2018/09/Healthy-Buildings-TR.pdf>) Nedeni belli olmayan fakat iç ortamda bulunan hava kirlenmeleri ile ilişkili olan hastalık semptomları “hasta bina sendromu (HBS)” olarak adlandırılmaktadır. Kişisel (yaş, cinsiyet, kişide var olan hastalıklar, meslek, sigara kullanımı, çocuklukta çevresel maruziyet), mikrobiyolojik (biyoaerosollar), kimyasal (CO₂ konsantrasyonu, UOB), fiziksel (havalandırma sistemleri ve havalandırma oranı, bina ile ilgili faktörler, iç ortam sıcaklığı ve bağıl nem, kaplama malzemeleri) ve psikolojik faktörlerin kombinasyonu HBS semptomlarının görülme sıklığını arttırmaktadır (Zeydan, v.d., 2009) HBS’nin önlenmesi için öncelikle kullanıcıların yaşadıkları alanlar kapsamlı bir şekilde incelenerek iç ortam havasının kalitesine ilişkin analizler gerçekleştirilmelidir. HBS sonucu ortaya çıkan hastalıkların arkasındaki sebepler araştırılmalıdır (Özyaral, 2006, Aytaç ve Tüfekçi, 2018) Yapıların, kullanıcı ihtiyaçlarını konforlu ve sağ-

lıklı şekilde sağlamasının yanında düşük enerji tüketen şekilde tasarlanması gerekmektedir.

İnsan ve yapı arasındaki etkileşimin olumsuzluğundan kaynaklanan sağlık sorunlarını araştırarak bilim dalı “Yapı Biyolojisi” olarak adlandırılmaktadır. Odağı insan olan yapı biyolojisinin temel amacı; iç mekândaki iklimlendirme, ısı, radyasyon, elektroiklimsel kirlilik, gürültü ve aydınlık (Güler, 2005). Sağlıklı bir kapalı ortamın; yeterli oranda hava ihtiyacının karşılanması, sıcaklık ve nemin kabul edilebilir oranda ve yeterli olması insan sağlığına zarar vermeyecek düzeyde toz, gaz, buhar ve kirlilik düzeyi içermesi, çalışanların fiziksel ve zihinsel sağlığının korunmasına yardımcı olması gerekmektedir (Gomzi ve Bobic, 2009).

“Sağlıklı yapı” kavramının gündeme gelmesi ile birlikte, Türkiye’de ve dünyada konu ile ilgili pek çok çalışma yapılmıştır. Türkiye’de yapılan çalışmaların Covid-19 pandemisi öncesinde yoğunlaştığı görülmektedir. Sarp, sağlıklı yapıların sürdürülebilirlik sürecine yönelik bir model önermiştir (Sarp, 2007). Güler, yapıda kullanılan malzemelerin çevre ve insan sağlığı üzerindeki etkilerini araştırarak, yapı malzemelerinin çevre ve insan sağlığı üzerindeki etkilerinin geliştirilmesi için öneriler sunmuştur (Güler, 2014) Kokulu, sağlıklı yapı tasarımında malzeme seçimi için kriterleri değerlendirmişlerdir (Kokulu, 2016). Kokulu ve Özgünler, yapılarda iç hava kirliliğinin azaltılması için sağlıklı malzemelerin seçimi konusunda öneri geliştirmişlerdir (Kokulu ve Özgünler, 2019). Pandemi sürecinde yapılan çalışmada, Akalp ve diğerleri, Covid-19 pandemisi nedeniyle yaşanan genel karantina süreçleri ile kapalı alanlarda uzun süre yaşamalarda ortaya çıkabilecek semptomların, tüm bireyleri etkileyen küresel korku ve endişenin yanı sıra stres üzerindeki etkisini araştırmıştır. Türkiye’de 259 alışveriş merkezi mağaza çalışanı ile gerçekleştirilen araştırma sonucunda, alışveriş merkezlerinde görülen HBS belirtilerinin çalışanların stres seviyelerini yükselttiği tespit edilmiştir (Akalp, v.d., 2021).

Sağlıklı yapılar ile ilgili araştırmalar, özellikle Covid-19 pandemisinin ardından son yıllarda artı-

göstermiştir. Uluslararası literatüre bakıldığında, Covid-19 pandemi sürecini değerlendirecek mevcut ve yeni yapılar için öneriler sunan yayınlara rastlanmıştır. Bu çalışma kapsamında “sağlıklı yapı”ların özellikleri incelenecek ve Türkiye’de sağlıklı yapılar ile ilgili durum değerlendirilerek yapılacak uluslararası literatürden yola çıkılarak, Covid-19 ile birlikte mevcut ve yeni yapıların sağlığı için geliştirilebilecek uygulamalar aktarılacaktır.

Sağlıklı Yapılar

Sağlıklı yapılar kavramı 1980’li yıllarda Japon mimar Uchii’ye kadar “sağlıklı yapılar” şeklinde birleşik olarak tanımlanmamıştır. Uchii “New Architecture” dergisinde sağlıklı yapıları, zihinsel ve fiziksel sağlığı içerecek şekilde ele almıştır. Günümüzde sağlıklı yapılar; yapı endüstrisinin merkezinde ve dünyada yapımın adım adım gelişme eğilimi olmuştur (He, v.d., 2014).

Çin’deki “Healthy Building Evaluation Standard T/ASC 02-2016” sağlıklı yapıları “insanların zihinsel ve fiziksel sağlığını destekleyerek fonksiyonlarını gerçekleştirmesini sağlamak üzere yeterli nitelik ve servisler sunan, sağlıklı çevre sağlayan yapılar” olarak tanımlamaktadır (Healthy Building Evaluation Standard T/ASC 02-2016). Sağlıklı yapının kullanıcısının biyolojik, psikolojik ve sosyolojik yapısından kaynaklanan tüm ihtiyaçlarına cevap vermesi gerekmektedir. Aynı zamanda; kullanıcının sağlığında olumsuz durumlara neden olmayan fiziksel ve sosyal dış ve iç çevre özelliklerine sahip olması gerekmektedir (Sarp, 2007). Tablo 1’de görüldüğü üzere sağlıklı yapılar ve yerleşimlere ilişkin dünyadaki birçok ülkede mevcut standart ve kılavuzlar bulunmaktadır (Tablo 1) (Lin, v.d., 2022).

Birçok araştırma, yapı sağlığını eko-yapılar, sürdürülebilir yapılar, düşük-karbonlu binalar ve yeşil binalarla ilişkilendirmektedir. Mao ve diğerleri, kapsamlı bir literatür araştırması yaparak sağlıklı yapıların kapsamını belirleyerek, bibliyometrik analiz ve uzman görüşleriyle sağlıklı yapıları etkileyen 30 önemli faktörü belirlemişlerdir. Sağlıklı yapıların yaşam döneminde yapı üretim sürecinin farklı evrelerinde etkili faktörler Tablo 2’de sınıflandırılmıştır (Mao, v.d., 2017).

Türkiye ve Sağlıklı Yapılar

Türkiye’de sağlıklı yapılara ilişkin herhangi bir yönetmelik veya standart bulunmamaktadır. Ancak, enerji tasarrufuna yönelik olan standart ve yönetmelikler sağlıklı yapıları desteklemektedir. 2 Mayıs 2007 tarih ve 26510 sayılı Resmî Gazete’de yayımlanan “Enerji Verimliliği Kanunu”; enerjinin etkin kullanılması, israfın önlenmesi, enerji maliyetlerinin ekonomi-

üzerindeki yükünün hafifletilmesi ve çevrenin korunması için enerji kaynaklarının ve enerji kullanımındaki verimliliğin artırılmasını amaçlamaktadır (<https://www.mevzuat.gov.tr/MevzuatMetin/1.5.5627.pdf>).

5 Aralık 2008 tarih ve 27075 sayılı Resmî Gazete’de yayımlanan “Binalarda Enerji Performansı Yönetmeliği”; dış iklim şartlarını, iç mekân gereksinmelerini, mahalli şartları ve maliyet etkinliğini dikkate alarak, bir binadaki bütün enerji kullanımlarının değerlendirilmesini sağ-

layacak hesaplama kurallarının belirlenmesini, birincil enerji ve karbondioksit (CO₂) emisyonu açısından sınıflandırılmasını, yeni ve önemli oranda tadilat yapılacak mevcut binalar için minimum enerji performans gerekliliklerinin belirlenmesini, yenilenebilir enerji kaynaklarının uygulanabilirliğinin değerlendirilmesini, ısıtma ve soğutma sistemlerinin kontrolünü, sera gazı emisyonlarının sınıflandırılmasını, binalarda performans kriterlerinin ve uygulama esaslarının belirlenmesini ve çevrenin korunmasını düzenlemektedir.

Yıl	Ülke	Standart	Kaynak
1999	Japonya	Environmental Symbiosis Housing Certification Standard	Ji, 2010
2004	Çin	“Technical Points of Healthy Housing Construction” (2004 ed.)	Green Building Research Center of China Urban Science Research Association. Technical Service Guide for Health Series Identification Application. Available online: http://www.csus-gbrc.org/h-nd-78.html
2009	Çin	“Technical Regulations for Healthy Housing Construction” (CECS 179-2009)	CECS-179-2009
2013	Fransa	Healthy Construction: A Guide for Developers and Contractors to Build and Renovate	(Lin, v.d., 2022)
2014	USA	WELL building standard	The WELL Building Standard- https://www.wellcertified.com/certification/v1/standard/
2015	Almanya	Standard of Building Biology Testing Methods	Standard of Building Biology Testing Methods SBM. Available online: https://buildingbiology.com/building-biology-standard/
2015	USA	Fitwel Standard	https://www.fitwel.org/resources/
2015	USA	The RESET Standard	https://reset.build/standard
2016	Kanada	Super ETM Technical specification requirements for healthy houses	https://iea-ebc.org/Data/publications/EBC_Annex_31_Directory_of_Tools.pdf
2016	İngiltere	BREEAM Standard	https://bregroup.com/products/breeam/
2017	ABD	WELL community standard	
2017	Çin	“Healthy Building Evaluation Standard” (T/ASC 02-2016)	Chen, v.d., 1996
2017	Çin	“Healthy Housing Evaluation Standard” (T/CECS 462-2017)	T/CECS 462-2017
2018	Çin	“National Healthy City Evaluation Index System” (2018 ed.)	Policy Interpretation of the National Healthy City Evaluation Indices System (2018 Ed.).
2020	Çin	“Healthy Community Evaluation Standard” (T/CECS 650-2020)	T/CECS 650-2020
2020	Çin	“Healthy Town Evaluation Criteria” (T/CECS 710-2020)	T/CECS710-2020
2021	Çin	“Healthy Campus Evaluation Standard” (Draft)	Assessment Standard for Healthy Campus (Draft for Solicitation of Comments)
2021	Çin	“Smart and Healthy Building White Paper”	Smart and Healthy Building White Paper, THEIC & TIEC: Beijing, China, 2021.

Tablo 1. Sağlıklı yapılar ile ilgili dünyada mevcut kılavuz ve standartlar (Lin, v.d., 2022)

(<https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2008/12/20081205-9.htm>) 2022 yılında ilgili Yönetmelikte değişiklikler yapılmıştır. 19 Şubat 2022 tarih 31756 sayılı Resmî Gazete’de yayımlanan “Binalarda Enerji Performansı Yönetmeliğinde Değişiklik Yapılmasına Dair Yönetmelik”te, mevcut Yönetmeliğe “Neredeyse Sıfır Enerjili Bina (NSEB)” kavramı eklenmiştir. NSEB, yüksek enerji performansına ve aynı zamanda belli oranda yenilenebilir enerji kullanımına sahip bina olarak tanımlanmıştır. NSEB niteliğindeki binaların, Enerji Kimlik Belgesindeki enerji performansının B veya daha iyi olması ve aynı zamanda binanın birincil enerji ihtiyacının en az %10’unun yenilenebilir enerji kullanımına sahip olması zorunludur. İlgili Yönetmelik değişikliği ile, toplam yapı inşaat alanı 2000 m² ve üzeri olan binaların NSEB olarak inşa edilmeleri zorunludur (<https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2022/02/20220219-2.htm>).

Binalar; su ve enerji, iç ortam kalitesi, sürdürülebilir arazi planlaması, kullanıcı sağlığı ve konforu, atık kontrolü, ulaşım, akustik, kirlilik, malze-

me kullanımı vb. farklı değerlendirme kriterleri açısından standartları sağlaması durumunda yeşil bina olarak tanımlanabilmektedir (Candemir, v.d., 2012). Binaların değerlendirilmesi için farklı değerlendirme kriterleri ve sertifikasyon düzeyleri olan “Yeşil Bina Sertifika Sistemleri” bulunmaktadır. Bu sertifikasyon sistemlerinden bazıları; Leadership in Energy and Environmental Design (LEED), Building Research Establishment Environmental Assessment Method (BREEAM), Deutsche Gesellschaft für Nachhaltiges Bauen E.V. (DGNB), The Comprehensive Assessment System for Building Environmental Efficiency (CASBEE), Green Star, SBTool, B.E.S.T. -Konut sertifikasıdır.

Çevre Dostu Yeşil Binalar Derneği (ÇEDBİK), sürdürdüğü çalışmalarla Türkiye’nin sürdürülebilir kentsel dönüşüm, enerji verimliliği ve yeşil bina konularında bilinçlendirilmesine önemli katkılarda bulunmaktadır. ÇEDBİK verilerine göre, Türkiye’de 2022 yılı Ağustos ayı itibarıyla, 498 LEED, 70 Breeam ve 23 B.E.S.T. sertifikalı yapı bulunmaktadır (<https://cedbik.org>). Sertifika

sistemlerinin değerlendirme içerikleri göz önüne alınmayla çalışmaktadır (<https://bregroup.com/products/breeam/>). Breeam sertifikası sisteminde yapılar, “Bina Yönetimi”, “Sağlık ve İyi Hal”, “Enerji”, “Ulaşım”, “Su”, “Malzeme”, “Atıklar”, “Arazi Kullanımı ve Ekoloji”, “Kirlilik” ve “İnovasyon” kategorilerinde değerlendirilmektedir. Breeam en Building Council) tarafından geliştirilmiş Sertifika Sistemi de değerlendirme içerikleri ile LEED sertifikalı yapılar; maliyetten tasarrufla sağlıklı yapıları desteklemektedir.

LEED sertifikası farklı proje türlerinden alınabilmektedir. Yeni yapımlarda ölümüne neden olabileceği için Co-Building Design and Construction)’da, BD+Covid-19 salgınına “pandemi” ilan etmiştir (WHO Yeni Yapım’da; “Bütüncü Süreç” 1, “Yerleşim Timeline-COVID-19, 2020).

Covid-19 ve Sağlıklı Yapı Uygulamaları

LEED sertifikası farklı proje türlerinden alınabilmektedir. Yeni yapımlarda ölümüne neden olabileceği için Co-Building Design and Construction)’da, BD+Covid-19 salgınına “pandemi” ilan etmiştir (WHO Yeni Yapım’da; “Bütüncü Süreç” 1, “Yerleşim Timeline-COVID-19, 2020).

LEED sertifikası farklı proje türlerinden alınabilmektedir. Yeni yapımlarda ölümüne neden olabileceği için Co-Building Design and Construction)’da, BD+Covid-19 salgınına “pandemi” ilan etmiştir (WHO Yeni Yapım’da; “Bütüncü Süreç” 1, “Yerleşim Timeline-COVID-19, 2020).

LEED sertifikası farklı proje türlerinden alınabilmektedir. Yeni yapımlarda ölümüne neden olabileceği için Co-Building Design and Construction)’da, BD+Covid-19 salgınına “pandemi” ilan etmiştir (WHO Yeni Yapım’da; “Bütüncü Süreç” 1, “Yerleşim Timeline-COVID-19, 2020).

LEED sertifikası farklı proje türlerinden alınabilmektedir. Yeni yapımlarda ölümüne neden olabileceği için Co-Building Design and Construction)’da, BD+Covid-19 salgınına “pandemi” ilan etmiştir (WHO Yeni Yapım’da; “Bütüncü Süreç” 1, “Yerleşim Timeline-COVID-19, 2020).

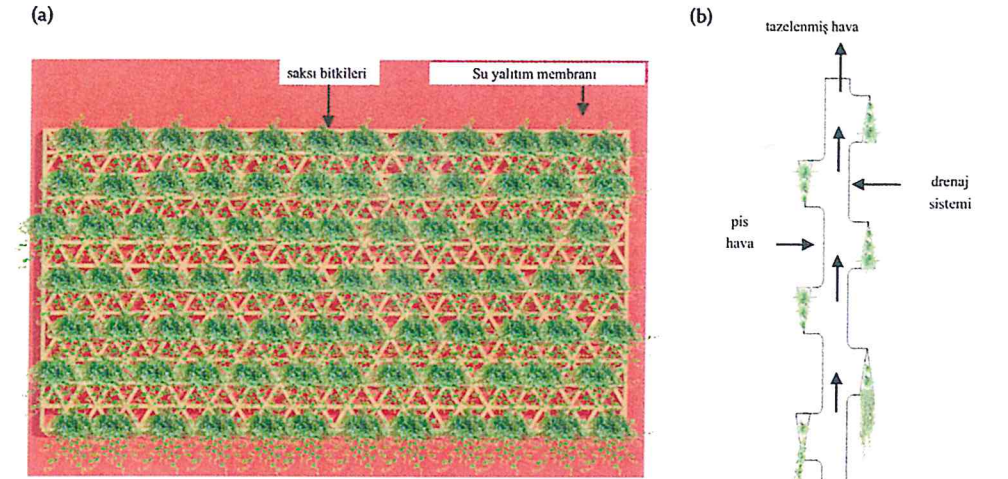
LEED sertifikası farklı proje türlerinden alınabilmektedir. Yeni yapımlarda ölümüne neden olabileceği için Co-Building Design and Construction)’da, BD+Covid-19 salgınına “pandemi” ilan etmiştir (WHO Yeni Yapım’da; “Bütüncü Süreç” 1, “Yerleşim Timeline-COVID-19, 2020).

LEED sertifikası farklı proje türlerinden alınabilmektedir. Yeni yapımlarda ölümüne neden olabileceği için Co-Building Design and Construction)’da, BD+Covid-19 salgınına “pandemi” ilan etmiştir (WHO Yeni Yapım’da; “Bütüncü Süreç” 1, “Yerleşim Timeline-COVID-19, 2020).

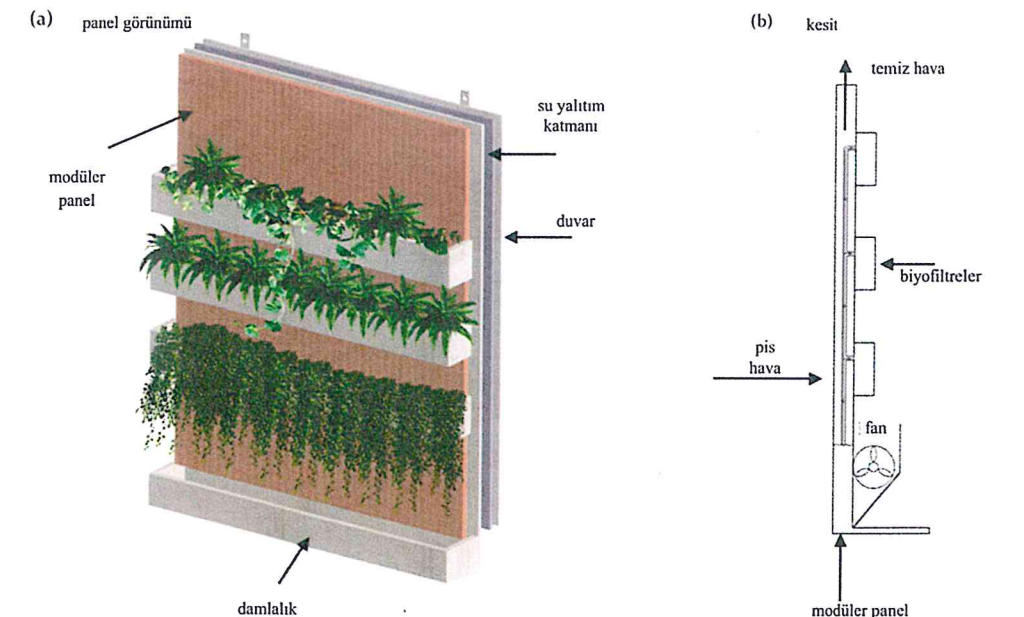
LEED sertifikası farklı proje türlerinden alınabilmektedir. Yeni yapımlarda ölümüne neden olabileceği için Co-Building Design and Construction)’da, BD+Covid-19 salgınına “pandemi” ilan etmiştir (WHO Yeni Yapım’da; “Bütüncü Süreç” 1, “Yerleşim Timeline-COVID-19, 2020).

- Mevcut Yapılardaki Uygulamalar

LEED sertifikası farklı proje türlerinden alınabilmektedir. Yeni yapımlarda ölümüne neden olabileceği için Co-Building Design and Construction)’da, BD+Covid-19 salgınına “pandemi” ilan etmiştir (WHO Yeni Yapım’da; “Bütüncü Süreç” 1, “Yerleşim Timeline-COVID-19, 2020).



Şekil 1. Duvarda yeşil bitkili yenileme uygulaması: (a) görünüşü, (b) kesit (Navaratnam, v.d., 2022).



Şekil 2. Prefabrikte yeşil duvar: (a) panel görünümü ve (b) kesit (Navaratnam, v.d., 2022).

Evre	Faktörler
Tasarım	Vaziyet planı
	Taşıyıcı sistem tasarımı (Tasarımın optimizasyonu)
	Mimari tasarım (Tasarımın optimizasyonu)
	Maliyet planı
	Bina kabuğu
	Yenilenebilir enerji ve malzeme geri dönüşümü
Yapım	Ekolojik koruma
	İş güvenliği
	Proje hedefleri (Süre, maliyet, kalite)
	Hava kirliliği
	Atık su
	Katı atıklar
	Gürültü kirliliği
	Işık kirliliği
	Malzemelerin olumsuz radyoaktif etkisi
	Titreşim
İnşaat işçilerinin iş yükü	
Kullanım	İnşaat işçilerinin ruhsal sağlığı
	Yaşayan çevre (Doğal çevre, komşuluk ve toplumsal özellikler)
	Güvenlik performansı
	Enerji performansı
Yıkım	Işık kirliliği
	Yapı malzemelerinden oluşan toksik kirleticiler
	İç ortam kalitesine ilişkin kullanıcı tatmini
Yıkım	İç ortam kalitesi (ısısal, aydınlatma, akustik ve hava)
	Toz ve hava kirliliği
	Su kirliliği
	Yıkım atıkları (katı ve yarı katı atıklar)
	Titreşim ve patlama sesi
Yıkım	Yıkımdan kaynaklanan ses kirliliği

Tablo 2. Sağlıklı yapıların yaşam döneminde etkili faktörler (Mao, v.d., 2017)

yaratmak koronovirüsün yayılmasını engelleyebilecektir. Bakır alaşımlı kontrol düğmesi ürünleri, kapı kolları, pencere ispanyoletleri, asansör yüzeyleri ile yenilemeler yapılması önerilmiştir (Navaratnam, v.d., 2022).

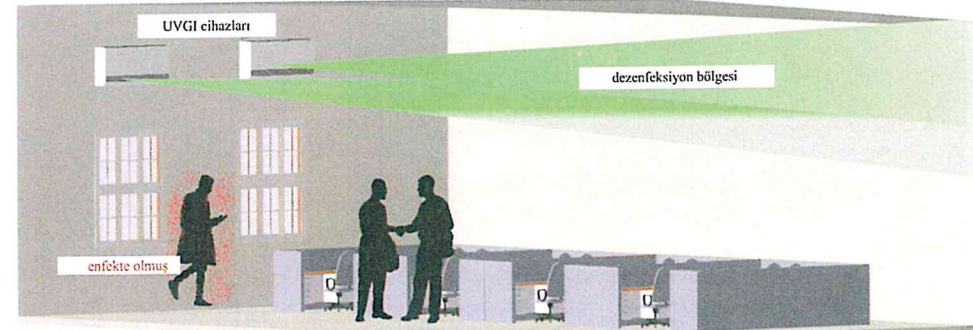
Covid-19'un yayılmasını azaltmanın çözümlerinden biri de yüzeylere antimikrobiyal boya uygulamaktır. Bu boyaların yüzeyine gelen virüs ve bakterileri yok etme etkisi bulunmaktadır. Antimikrobiyal parçacıkları olarak gümüş iyonları ile cam seramik iyonları boya ile karıştırılarak, zararlı bakteri ve koronovirüsün gelişimini azaltabilmektedir (Frost, 2021). Antimikrobiyal kimyasallar, polimerler/kompozitler, nanopartiküller (antibakteriyel, mantara karşı ve antiviral vb. etki ile) koronovirüsün yayılımını azaltmak için mevcut yapıların cephesine direkt olarak ya da kaplamalara entegre edilerek uygulanabilmektedir (Erkoc ve Ulucan-Karnak, 2021).

Hava iyonizasyonunu kullanan hava temizleme tekniğinin iç hava kalitesini iyileştirerek koronovirüsün iletilmesini azaltma yeteneği bulunmaktadır. Bipolar iyonizasyon, virüsün havada yayılmasını engellemek için kullanılan en yaygın tekniklerden biridir. Bipolar iyonizasyon cihazları, düşük ilk yatırım, montaj, bakım ve malzeme giderleri nedeniyle pek çok mühendis tarafından tavsiye edilmektedir (Zeng, v.d.,

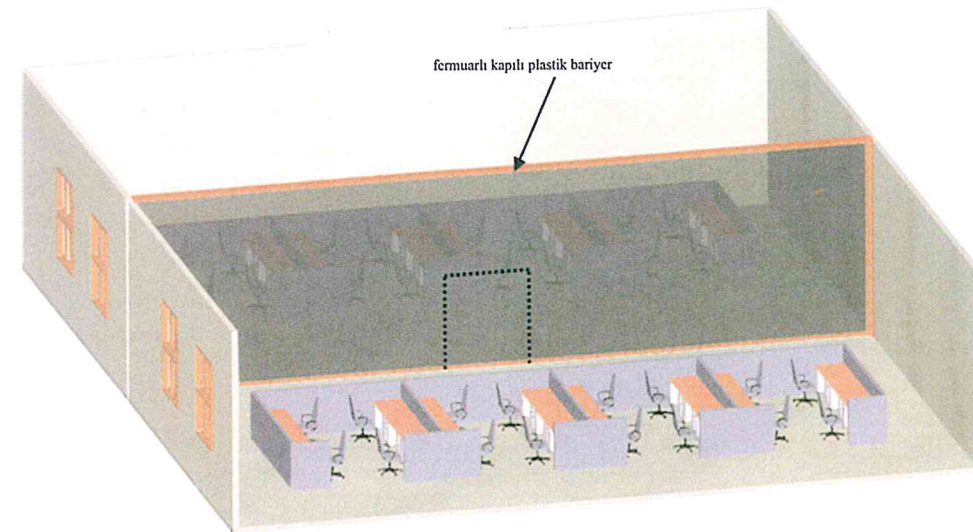
2021). Bu sistem mevcut yapılarda herhangi bir yere monte edilebilmektedir (Navaratnam, v.d., 2022).

Mevcut yapılarda Ultraviole Mikrop Öldürücü Işınlama (UVGI) teknolojisi kullanmak virüsün hava yoluyla bulaşmasını önlemek için bir yaklaşımdır (Şekil 3) (Megahed ve Ghoneim, 2021). İnsanlar için güvenli radyasyon şiddetini kullanarak virüsün azaltılması için büyük yapılarda kullanılabilir. UVGI, düşük maliyetle önemli koruma sağlamaktadır. Eski yapılardaki yenilemeler için uygun bir teknolojidir. Bundan sonraki araştırmaların konusunun, bu teknolojinin güvenli ve ticarete uygun bir yöntem olarak gelişmesi olması gerektiği öne sürülmüştür. İnsanların bulunmadığı zamanlarda, mobil UVGI cihazları ortam havasını, yüzeyleri ve koridorları temizlemek için kullanılabilir. Mobil UV cihazı kullanılmadan önce, kişilerin zararlı UV radyasyonuna maruz kalmadığından emin olması gerekmektedir (Navaratnam, v.d., 2022).

Binalarda büyük açık mekânları fermuarlı kapılı plastik bariyerlerle ayırmak virüsün bulaşmasını azaltmak için kullanılabilir bir çözümdür. (Şekil 4) Bu strateji; açık ofisler, okullar, üniversite binaları ve hastaneler için uygundur. İnsanların toplu olarak bir arada bulunmasını engellemek, çalışanların çalışma alanı içindeki sayısını



Şekil 3. UVGI teknolojisinin potansiyel uygulaması (Navaratnam, v.d., 2022).



Şekil 4. Büro binasında büyük açık alanın plastik bariyer ile ayrılması (Navaratnam, v.d., 2022).

belli sınırlar içinde tutabilmektedir. Mevcut yapılara uygulanabilecek maliyeti düşük bir uygulamadır (Navaratnam, v.d., 2022).

- Gelecekteki Yapılar

Gelecekteki yapılar için etkili havalandırma mühendislik çözümlerinin önemli kısmını oluşturmaktadır. Maliyet-etkin en iyi çözüm doğal havalandırma yoluyla taze havayı almaktır. Bunun bina tasarımı aşamasında dikkate alınması gerekmektedir. Kapı ve pencerelerden sürekli taze hava akışını sağlayacak çözümler, sağlıklı yapıların havalandırma sisteminin değerlendirilmesinde dikkate alınmalıdır (Navaratnam, v.d., 2022).

Modüler yapı stratejileri pandemi veya doğal afetlerde ucuz üretim ve hızlı yapım özellikleri ile başarılı olmuştur (Gatheesgar, v.d., 2021). Park alanları ve diğer yapılar pandemi süresince acil durum merkezi ve geçici hastanelere çevrilmiştir. Adapte edilmiş bu stratejiler gelecek krizler için faydalı olacaktır (Megahed ve Ghoneim, 2020). Hafif ve adapte edilebilir strüktürler, yerdeki bitkilerin büyümesine ve insanların D vitamini almasına destek olmaktadır. Bu cam çatı, tercih edilmiştir (Gatheesgar, v.d., 2021). Bu elektrik maliyetlerini ve sera gazı emisyonlarını çözümler, tasarımcılar tarafından geliştirilmektedir. Çatı tasarımı ile yapının kalite ve sağlığı iyileştirilmiştir (Navaratnam, v.d., 2020).

Tasarım aşamasında, bina içinde hastalık nedenlerinin kaynağını getiren riskleri düşürme önemlidir. Yeni teknolojilere odaklanan temiz stratejileri uygulanabilmektedir. Asansör düğmeleri ile temas ortadan kaldıran ayakla kontrol edilen asansör sistemlerinin kullanımı gelecekteki binalardaki yenilikçi teknolojidir (Şekil 5) (Dorfman v.d., 2021). Ayakla kontrol edilen pedallı asansörler Türkiye'de de, Covid-19 sonrasında Akasya ve Akbatı Alışveriş Merkezlerinde uygulanmıştır. Ayrıca otomasyon, ses teknolojisi, ve yapay zekâya dayalı yüz tanıma sistemleri Covid-19 sonrası mimari tasarımda yer almaktadır (Awada, v.d., 2021).

Covid-19 sonrası bina tasarım ilkeleri akıllı telefon kontrollü asansörler, kapı ve pencere kilimleri ve yüz tanıması ile otomatik açılan kapılar gibi temas içermeyen yolları hedeflemelidir. Bu sistemler ortam sıcaklığı kontrol programları içerebilir ve hastalık yapıcı maddeleri, virüsler ile bakterileri otomatik olarak temizleyebilir. Bu tekniklerin gelecekteki binalara uygulanması masraf oluşturmakla birlikte, kullanıcıların sağlığını olumlu yönde etkileyecek ve kullanılabilir paraya değer kazandıracaktır (Navaratnam v.d., 2022).

Konutlar genellikle eğimli çatılı olarak inşa edilmektedir. Covid-19 pandemisi sonrasında



Şekil 5. Ayakla kontrol edilen çağırma düğmeli asansör (Navaratnam, v.d., 2022).

çatının yüzeylerinden bazıları saydam güneş panelleri ile UV filtreli camlarla tasarlanabilmektedir (Şekil 6). Bu güneş ışığının içeri girerek, içerideki bitkilerin büyümesine ve insanların D vitamini almasına destek olmaktadır. Bu cam çatı, sağlığı iyileştirilmiştir (Navaratnam, v.d., 2020).

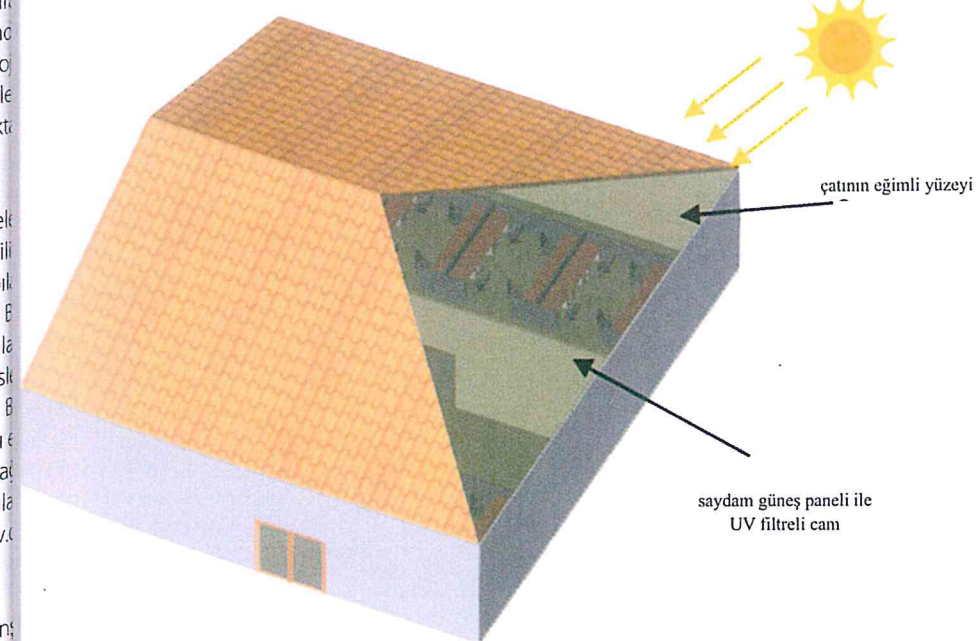
Sonuç ve Öneriler

Yeni yapılar ve mevcut yapılardaki iyileştirme uygulamaları iklim değişikliği ile mücadelede öncelikli olmakla birlikte, kullanıcıların sağlığı üzerinde de etkili olmaktadır. Sağlıklı yapılar kavramı ile birlikte; yapılar ile insan sağlığı arasındaki ilişkiler göz önüne serilmiş, sağlıklı in-

sanlar için sağlıklı yapıların üretilmesi gerektiği ortaya çıkmıştır. Yapılan araştırmalar sonucunda, ısıtma ve havalandırma sistemlerinden kaynaklanan, inşaat malzemelerinden kaynaklanan kirleticilerin insan sağlığı üzerinde risk oluşturduğu ortaya çıkmıştır. Uluslararası literatürde sağlıklı yapılar ile ilgili araştırmalar Covid-19 pandemisi sonrası yoğunlaşmıştır.

Yapılan araştırmaların sonucunda; Covid-19 pandemisi sonrası tasarımlarda, bipolar iyonizasyon sistemlerinin, UVGI teknolojilerinin, bakır alaşımlı yapı ürünlerinin ve antimikrobiyal boyaların dikkate alınmasında fayda olduğu ortaya çıkmıştır. İç ve dış bina tasarımlarında bitkiler ile düşük bitkilendirme stratejileri geliştirilebileceği, bu yaklaşımların temiz hava sağlayarak insan sağlığını iyileştirir virüsün yayılmasını kontrol edeceği öne sürülmüştür. Yapılarda bakır alaşımı, antimikrobiyal boya vb. malzeme kullanımının; akıllı teknolojilerin (otomasyon sistemleri, ses kontrolü, yapay zekâya dayalı yüz tanıma sistemleri) kullanımının bulaşıcı hastalığın bulaşma hızını azaltacağı ortaya konmuştur (Navaratnam, v.d., 2022).

Covid-19'la birlikte insan sağlığının ve sağlıklı yapıların önemi tüm dünyada bir kez daha anlaşılmış oldu. Sağlık bilinci ile gerçekleştirilen yapıların kullanıcılarının sağlık ve mutluluk düzeyi artacaktır. Sağlıklı yapılar ile ilgili yapılan araştırmalarda, insan sağlığı ile ilgili en önemli problemlerden birinin havalandırma sistemleri olduğu görülmüştür. Yapılarda doğal havalandırma kullanımı; hem insan sağlığı açısından, hem de enerji tasarrufu ve kullanım maliyetleri açısından büyük faydalar sağlayacaktır. Aynı şekilde; doğal ışık ile aydınlatılan mekânlar, hem insan sağlığı açısından, hem de enerji tasarrufu



Şekil 6. Saydam güneş paneli ile UV filtreli camlı çatı strüktürü (Navaratnam, v.d., 2022).

ve kullanım maliyetleri açısından büyük faydalar sağlayacaktır. Daha verimli bir aydınlatma ve doğal ışığın kullanımı ile kullanıcıların verimliliği artacak, ruh sağlığı olumlu yönde etkilenecektir.

"Sağlıklı insanlar için sağlıklı yapılar" olması gerektiğinin bilinci yaygınlaşmalı, yapı üretim sürecinin tasarım evresinden, yapım, kullanım ve yıkım evresine kadar tüm evrelerinde insan sağlığı göz önünde bulundurularak kararlar alınmalı, uygulamalar gerçekleştirilmelidir. ■

KAYNAKLAR

- Agarwal, N.; Meena, C.S.; Raj, B.P.; Saini, L.; Kumar, A.; Gopalakrishnan, N.; Kumar, A.; Balam, N.B.; Alam, T.; Kapoor, N.R.; et al., (2021). Indoor air quality improvement in COVID-19 pandemic: Review. *Sustain Cities Society*, 70, 102942.
- Akalp, G., Basol, O., Aytac, S., (2021). COVID-19, Hasta Bina Sendromu ve Stres, *International Journal of Social Inquiry*, 14 (2): 357-382.
- Awada, M.; Becerik-Gerber, B.; Hoque, S.; O'Neill, Z.; Pedrielli, G.; Wen, J.; Wu, T. (2021). Ten questions concerning occupant health in buildings during normal operations and extreme events including the COVID-19 pandemic. *Building and Environment*, 188, 107480. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2020.107480>.
- Aytac, S.; Tüfekçi, U. (2018). "Hasta Bina Sendromunun Azaltılmasında Ergonomik Önlemlerin Önemi". *Mühendislik Bilimleri ve Tasarım Dergisi*, 137-142.
- Cortes, A.A.; Zuñiga, J.M., (2020). The use of copper to help prevent transmission of SARS-coronavirus and influenza viruses. A general review. *Diagnostic Microbiology and Infectious Disease*, 98, 115176.
- Candemir, B. Beyhan, B. ve Karaata, S., (2012). İnşaat Sektöründe Sürdürülebilirlik: Yeşil Binalar ve Nanoteknoloji Stratejileri. *Ankara, TÜSIAD*.
- Chen, Q.; Tang, M.; Wang, G.; Cromme, C.; Li, B.; Yao, R., (1996). A detailed discussion of traditional Chinese healthy buildings. *J. Chongqing Jianzhu Univ.*, 4, 3-13.
- Dorfman, P. This Chicago Office Tower Claims to Be the First Post-COVID Building. Available online: <https://blog.bluebeam.com/post-covid-office-building-fulton-east/> (accessed on 8 August 2021).
- Erkoc, P.; Ulucan-Karnak, F., (2021). Nanotechnology-based antimicrobial and antiviral surface coating strategies. *Prosthesis*, 3, 25-52.
- Frost, C. Covid-Killing Paint: Antimicrobial Technologies Soar. Available online: <https://www.stylus.com/covidkilling-paint-antimicrobial-technologies-soar>.
- Gatheesgar, P.; Poooganathan, K.; Gunalan, S.; Shyha, I.; Sherlock, P.; Rajanayagam, H.; Nagaratnam, B., (2021). Development of affordable steel-framed modular buildings for emergency situations (Covid-19). *Structures*, 31, 862-875.
- Gomzi, M.; Bobic, J. (2009). Sick Building Syndrome: Do We Live and Work in Unhealthy Environment? *Periodicum Biologorum*, 111(1), 79-84.
- Güler, Ç., (2005). Yapı biyolojisinin kuramsal temelleri, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Fırat Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Elazığ.
- Gülyüz, P., (2014). Yapı Biyolojisi Kapsamında Sağlıklı Yapı, Mekansal Nitelikler ve Malzeme Seçimi, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- He, K.; Jin, J.; Wang, Q.; Wang, C., (2014). Argument about Healthy Architecture in Japan. *Archit. Cult.* 8, 85-86.
- Ji, Y., (2010). Analyses of Environmentally Symbiotic Housing and Its Certification Standard in Japan. *Build. Sci.*, 26, 82-86.
- Kaklauskas, A.; Lepkova, N.; Raslanas, S.; Vetloviene, I.; Milevicius, V.; Sepliakov, J., (2021). COVID-19 and green housing: A Review of relevant literature. *Energies*, 14, 2072.
- Kapoor, N.R.; Kumar, A.; Meena, C.S.; Kumar, A.; Alam, T.; Balam, N.B.; Ghosh, A., (2021). A systematic review on indoor environmental quality in naturally ventilated school classrooms: A way forward. *Advances in Civil Engineering*, 8851685.
- Kokulu, N., (2016). Sağlıklı Yapı Tasarımında Malzeme Seçim Kriterlerinin Değerlendirilmesi, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Kokulu, N., Özgünler, S.A., (2019). Evaluation of the Effects of Building Materials on Human Health and Healthy Material Selection. *Gazi University Journal of Science*, 32 (1), 14-25.
- Lu, H.; Stratton, C. W.; Tang, Y. W. (2020). Outbreak of Pneumonia of Unknown Etiology in Wuhan China: The Mystery and the Miracle. *Journal of Medical Virology*, 92, 401-402.

- Lin, Y.; Yuan, X.; Yang, W.; Hao, X.; Li, C., (2022). A Review on Research and Development of Healthy Building in China. *Buildings*, 12, 376. <https://doi.org/10.3390/buildings12030376>
- Mao, P., Qi, J., Tan, Y., Li, J., (2017). An examination of factors affecting healthy building: An empirical study in east China, *Journal of Cleaner Production*, 162, 1266-1274.
- Megahed, N.A.; Ghoneim, E.M., (2021). Indoor air quality: Rethinking rules of building design strategies in post-pandemic architecture. *Environmental Research*, 193, 110471.
- Megahed, N.A.; Ghoneim, E.M., (2020). Antivirus-built environment: Lessons learned from COVID-19 pandemic. *Sustain Cities Society*, 61, 102350.
- Navaratnam, S.; Humphreys, M.; Mendis, P.; Nguyen, K.T.Q.; Zhang, G., (2020). Effect of roof to wall connection stiffness variations on the load sharing and hold-down forces of Australian timber-framed houses. *Structures*, 27, 141-150.
- Navaratnam, S.; Nguyen, K.; Selvaranjan, K.; Zhang, G.; Mendis, P.; Aye, L., (2022). Designing Post COVID-19 Buildings: Approaches for Achieving Healthy Buildings. *Buildings*, 12, 74. <https://doi.org/10.3390/buildings12010074>
- Özyaral, O.; Keskin, Y.; Erkan, F.; Hayran, O. (2006). "Nedeni Bilinmeyen Semptomların Ardındaki Hasta Bina Sendromu Olguları". *Preventive Medicine Bulletin*, 5(5), 352-363.
- Sarp, A. (2007). "Sağlıklı Yapının Sürdürülebilirlik Sürecine Yönelik Bir Model Önerisi", Yayınlanmamış Doktora Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Susanto, A.D.; Winardi, W.; Hidayat, M.; Wirawan, A., (2021). The use of indoor plant as an alternative strategy to improve indoor air quality in Indonesia. *Reviews on Environmental Health*, 36, 95-99.
- Tokazhanov, G.; Tleuken, A.; Guney, M.; Turkyilmaz, A.; Karaca, F., (2020). How is COVID-19 experience transforming sustainability requirements of residential buildings? A review. *Sustainability*, 12, 8732.
- Zeng, Y.; Manwatkar, P.; Laguerre, A.; Beke, M.; Kang, I.; Ali, A.S.; Farmer, D.K.; Gall, E.T.; Heidarinejad, M.; Stephens, B., (2021). Evaluating a commercially available in-duct bipolar ionization device for pollutant removal and potential byproduct formation. *Building and Environment*, 195, 107750.
- Zeydan, Z.E., Zeydan, Ö., Yıldırım, Y., (2009). Hasta Bina Sendromu, IX. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi, 6-9 Mayıs 2009, İzmir, 587-595.
- Anonymous. Fitwel Building Evaluation System. *Eco-City Green Build.* 2017, 2, 12.
- The RESET® Standard. Available online: <https://reset.build/standard>
- International Energy Agency (IEA). Directory of Tools. Available online: https://iea-ebc.org/Data/publications/EBC_Annex_31_Directory_of_Tools.pdf
- Building Research Establishment (BRE) Group. A Quick Look Back over the 100-Year History of the BRE (Building Research Establishment) Group. Available online: <http://www.bre.co.uk/history> <https://bregroup.com/products/breem/>
- T/CECS462-2017; Evaluating Standard for Healthy Housing. China National Engineering Research Center for Human Settlements: Beijing, China, 2017.
- Anonymous. Policy Interpretation of the National Healthy City Evaluation Indices System (2018 Ed.). *Popul. Fam. Plan.* 2018, Current Status and Prospects of the Development of Chronic Disease Health Management 4, 10-11.
- Green Building Research Center of China Urban Science Research Association. Technical Service Guide for Health Series Identification Application. Available online: <http://www.csus-gbrc.org/h-nd-78.html>
- CECS 179-2009; "Technical Regulations for Healthy Housing Construction".
- T/CECS 650-2020, T/CSUS 01-2020; Healthy Community Evaluation Standards. China Urban Science Research Association: Beijing, China, 2020.
- T/CECS 710-2020; Assessment Standard for Healthy Town. Chinese Academy of Building Sciences Co., Ltd.: Beijing, China, 2020.
- Shanghai Institute of Building Research Co., Ltd.; China Urban Science Research Association. *Assessment Standard for Healthy Campus (Draft for Solicitation of Comments)*; China Construction Engineering Standardization Association: Beijing, China, 2021.
- Beijing Tongheng Energy and Environmental Science Research Institute Co., Ltd. (THEIC); Beijing Intelligent Building Technology Co., Ltd. (TIET). *Smart and Healthy Building White Paper*; THEIC & TIET: Beijing, China, 2021.

INTERNET KAYNAKLARI

- BREEAM- BRE Group web sayfası, <https://bregroup.com/products/breem/>, erişim tarihi: 06.08.2022
- de San José, C.A. How Technology Can Help Create Healthy Buildings. Retrieved 2020, 8, 2020. Available online: <https://www.workdesign.com/2020/07/how-technology-can-help-create-healthy-buildings/> (erişim tarihi: 04.08.2022).
- Çevre Dostu Yeşil Binalar Derneği. web sayfası, <https://cedbik.org>, erişim tarihi: 07.08.2022
- Sağlıklı Binalar, Sağlıklı İnsanlar, Health and Environment Alliance HEAL, <https://www.env-health.org/wp-content/uploads/2018/09/Healthy-Buildings-TR.pdf>, erişim tarihi: 06.08.2022
- T.C. Sağlık Bakanlığı, Covid-19 Bilgilendirme Platformu, <https://covid19.saglik.gov.tr/TR-66300/covid-19-nedir.html>, erişim tarihi: 07.08.2022
- U.S. Green Building Council web sayfası, [https://www.who.int/news/item/27-04-2020-who-timeline---covid-19](https://www.usgbc.org/leed, LEED rating system, erişim tarihi: 05.08.2022</p>
<p>WHO Timeline-COVID-19. (2020). <a href=). (erişim tarihi: 05.08.2022).

KANUN, YÖNETMELİK, STANDART VE KILAVUZLAR

- Resmî Gazete, 02.05. 2007 tarih ve 26510 sayılı, "Enerji Verimliliği Kanunu", <https://www.mevzuat.gov.tr/MevzuatMetin/1.5.5627.pdf>
- Resmî Gazete, 5 Aralık 2008 tarih ve 27075 sayılı, "Binalarda Enerji Performansı Yönetmeliği" (<https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2008/12/20081205-9.htm>)
- Resmî Gazete, 19 Şubat 2022 tarih 31756 sayılı, "Binalarda Enerji Performansı Yönetmeliğinde Değişiklik Yapılmasına Dair Yönetmelik", <https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2022/02/20220219-2.htm>
- Architectural Society of China. Healthy Building Evaluation Standard T/ASC 02-2016; China Construction Industry Press: Beijing, China, 2016.
- WELL The WELL Building Standard-V1. Available online: <https://www.wellcertified.com/certification/v1/standard/>
- Institut für Baubiologie + Nachhaltigkeit (IBN). Standard of Building Biology Testing Methods SBM. Available online: <https://buildingbiology.com/building-biology-standard/>
- Fitwel. Fitwel v2.1 Reference Guide. Available online: <https://www.fitwel.org/resources/> (accessed on 12 October 2021).