



Recommendations for the transformation of patient rooms into isolated patient rooms in the process of the COVID-19 pandemic

Nurefşan Sönmez*^{ID}, Belgin Terim Çavka^{ID}

Department Interior Architecture and Environmental Design, Faculty of Architecture, Yaşar University, İzmir, 35100, Türkiye

Highlights:

- Aligning mechanical and interior space design
- Zoning of layout and mechanical ventilation for infection control
- Interdisciplinary study for effective infection control in hospital design

Keywords:

- Hospital transformations
- Covid-19 pandemic
- Interdisciplinary study
- Infection control
- Zoning spaces

Article Info:

Research Article

Received: 24.03.2021

Accepted: 27.01.2022

DOI:

10.17341/gazimmfd.902689

Acknowledgement:

We would like to thank mechanical engineer Hakan Kocaova from TTM for his contribution to the analysis of mechanical ventilation plans and in-hospital transformations, mechanical engineer Ekrem Evren on hospital ventilation planning overall evaluations and architect Gonca Ateş Öztürk on hospital architectural and interior architectural planning.

Correspondence:

Author: Nurefşan Sönmez
e-mail: nurefsansonmez35@hotmail.com
phone: +90 553 851 7896

Graphical/Tabular Abstract

In this study it is aimed to make constructive recommendations on the basis of in-space planning and mechanical ventilation, which can be applied to hospital transformations for pandemic processes. The transformation scenarios are performed on an exemplary private hospital room designed according to the Turkey standards, which can be adaptable to various hospitals in the guidance of steps defined. Figure A shows the perspective of the study summarizing the interdisciplinary work as the key perspective of this study. Figure shows the need of alignment in architectural and mechanical design and applications through transformations, which require technical knowledge and expertise to prevent the spread of infection.

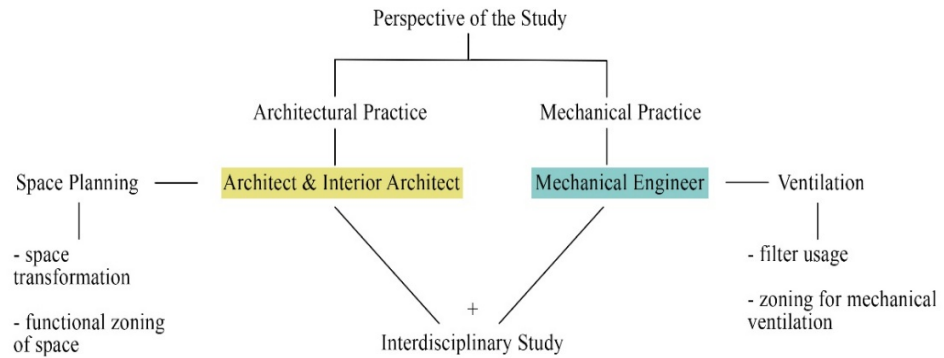


Figure A. Perspective of the study

Purpose:

This study aims to make constructive suggestions for pandemic processes based on interior space zoning and mechanical ventilation zoning, which can be applied to in-hospital transformations.

Theory and Methods:

In order to be able to make constructive suggestions for pandemic processes, a comprehensive literature review was conducted on SCOPUS and WOS database, and set standards for hospitals and isolation areas defined by Turkish Ministry of Health, ASHRAE, DIN 1946-4 (German National Standard), Phoenix Controls Healthcare Sourcebook were reviewed. Then, a case study was conducted on the partial transformation of a private hospital in Turkey into the Covid-19 service. Since this study required both architectural and mechanical applications, the interdisciplinary study method has been followed, whereas the research team worked together with architects, interior architects and mechanical engineers specialized in the hospital design at the stages of transformation studies and hospital analysis.

Results:

Taking into account the recommendations contained in the literature and the standards set for hospital buildings about layout and ventilation, transformability of hospitals was tested and confirmed on the plans of an existing hospital. Adaptation scenarios for standard hospital room design transformations generated.

Conclusion:

As a result, a study has been completed that can play a role in ensuring the consistency of mechanical and architectural planning in order to successfully complete hospital transformation practices to prevent the spread of infections in pandemic processes.



COVID-19 pandemi sürecinde hasta odalarının izole hasta odalarına dönüşümü için öneriler

Nurefşan Sönmez*^{ID}, Belgin Terim Çavka^{ID}

Yaşar Üniversitesi, Mimarlık Fakültesi, İç Mimarlık ve Çevre Tasarımı Bölümü, 35100, Bornova, İzmir, Türkiye

Ö N E Ç I K A N L A R

- Mekanik ve iç mekân tasarımının paralel uygulanması
- Enfeksiyon kontrolü için mekân yerleşiminin ve mekanik havalandırmanın paralel olarak zonlanması
- Hastane tasarımında etkili enfeksiyon kontrolü için disiplinler arası çalışma önerisi

Makale Bilgileri

Araştırma Makalesi
Geliş: 24.03.2021
Kabul: 27.01.2022

DOI:

10.17341/gazimmd.902689

Anahtar Kelimeler:

Hastane dönüşümleri,
Covid-19 pandemisi,
interdisipliner çalışma,
enfeksiyon kontrolü,
mekân çalışmaları,
fonksiyonel zonlama,
mekanik zonlama

ÖZ

Covid-19 salgınının yayılmasını önlemek, tedavi sürecini iyileştirmek için hastane içi dönüşümlere olan ilgi dünya çapında artmıştır. Covid-19'un son bulaşıcı sağlık tehdidi olduğu düşünülmeyen mevcut hastane uyarlamalarını incelemek, tedavi ve dinlenme alanları için gereksinime dayalı çeşitli planlama ve tasarım stratejileri geliştirme üzerine çalışmak büyük önem taşımaktadır. Bu çalışmada, pandemi süreçlerinde hastane içi dönüşümlerde uygulanabilecek mekân içi planlama ve takiben mekanik havalandırma özelinde yapıcı önerilerde bulunabilmek amaçlanmıştır. Enfeksiyonun yayılmasını önlemek için hastane kılavuz şartnameleri ve literatürdeki çalışmalar incelenmiş, hastane tasarımı üzerine uzmanlaşmış kişilerle çeşitli görüşmeler gerçekleştirilmiştir. Covid-19 sürecinde hastanelerde yapılan değişikliklerin analiz edilebilmesi içinse 35 hastane çalışanı ve 4 hastane yönetim personeliyle anket çalışması yapılmıştır. Veriler ışığında, Türkiye'de üzerinde çalışılmış iki özel-hastaneden birinin tasarım planları ile hasta odalarının dönüşümünde uygulanabilecek adımlar alan çalışmasıyla aktarılmıştır. Hastane içi dönüşümlerde enfeksiyon kontrolünün sağlanabilmesi adına mekân planlaması (alanların ayrıştırılması/ dönüştürülmesi, mekân içi zonlama) ve havalandırmanın (filtrasyon, mekanik havalandırma için zonlama) uyum içinde olması gerektiğinden, dönüşümlerin planlanması aşamasında disiplinlerarası çalışma yapılmıştır. Pandemi süreçlerinde enfeksiyonun yayılmasının önlenmesi için hastane dönüşüm uygulamalarının mekanik ve mimari planlamalarında tutarlılığın sağlanabilmesi adına öneriler geliştirilmiştir. Dönüşüm senaryoları Türkiye Cumhuriyeti Sağlık Bakanlığı kriterlerine uygun örnek bir özel-hastane odası üzerinden gerçekleştirildiği için diğer hastanelere de uyarlanabileceği sonuç bölümünde tip proje üzerinde havalandırma planları detaylandırılarak gösterilmiştir.

Recommendations for the transformation of patient rooms into isolated patient rooms in the process of the COVID-19 pandemic

H I G H L I G H T S

- Aligning mechanical and interior space design
- Zoning of layout and mechanical ventilation for infection control
- Interdisciplinary study for effective infection control in hospital design

Article Info

Research Article
Received: 24.03.2021
Accepted: 27.01.2022

DOI:

10.17341/gazimmd.902689

Keywords:

Hospital transformations,
Covid-19 pandemic,
interdisciplinary study,
infection control,
space design,
interior space zoning,
mechanical zoning

ABSTRACT

In order to prevent the spread of Covid-19 and improve the treatment process, interest in hospital design and in-hospital transformation has increased worldwide. Since Covid-19 is not believed to be the last infectious health threat for communities around the world, it is of great importance to study existing hospital adaptations and work on obtaining more planning and design strategies for treatment and wellbeing areas. In this study it is aimed to make constructive recommendations on the basis of in-space planning and mechanical ventilation, which can be applied in hospital transformations for pandemic processes. Published guidelines and literature studies for hospitals to prevent the spread of infection have been examined, structured and unstructured interviews were conducted with architects and engineers specialized in hospital design. Also, a survey was conducted with 35 hospital workers and 4 people from the hospital management to analyze the changes made in the hospital during the Covid-19 process. Afterwards, the design plans of one of the two private hospitals studied in Turkey and the steps that can be applied in the transformation of patient rooms were explained in this article with the case study. Interdisciplinary work was carried in order to ensure infection control in hospital transformations, since it is required to make in-hospital space planning (separation/ transformation of spaces, interior zoning) and ventilation (filtration, zoning of mechanical ventilation) in harmony. Suggestions were developed that could play a role in ensuring the consistency of mechanical and architectural planning in order to successfully complete hospital transformation practices to prevent the spread of infections in pandemic processes. As the transformation scenarios in this study were performed through an exemplary private hospital room in accordance with the criteria of the Turkish Ministry of Health, ventilation plans on the standard room project were detailed and shown in the conclusion section, where the transformation steps can also be adapted to other hospitals.

*Sorumlu Yazar/Yazarlar / Corresponding Author/Authors : nurefansonmez35@hotmail.com, belgin.cavka@yasar.edu.tr /
Tel: +90 553 851 7896

1. Giriş (Introduction)

Aralık 2019'da Çin, Wuhan şehrinde, yeni koronavirüs olarak tanımlanan bir virüsün yayıldığını bildirmiştir. Ocak 2020'de ise SARS ve MERS deneyimi doğrultusunda yeni koronavirüs olan Covid-19'un genetik dizisini paylaşmıştır ve Dünya Sağlık Örgütü (DSÖ), sağlık çalışanlarını enfeksiyondan korumak ve virüslerin damlacık yoluyla bulaşmasını önlemek için bir rehber yayınlamıştır [1]. Covid-19'un hava yoluyla ve temas yoluyla iletilmesi salgını daha da tehlikeli hale getirdiği için alınan önlemlerin derecesi artırılmıştır. Maskeye ek olarak, hastanelerde eldiven, koruyucu kıyafet, göz koruması kullanılması [2] ve insanların birbirleriyle yakın etkileşimlerini en aza indirmeleri önerilmiştir [3]. Fakat virüs hava yoluyla da bulaştığı için, temasın azaltılması virüsün bulaşmasını istenen dereceye kadar indirmede yeterli olmamaktadır. Bu nedenle, havadaki virüsü temizlemek için daha sıkı önlemler alınmaya başlanmıştır. Bu doğrultuda kirli hava ve temiz havanın doğru ayrıştırılması, havalandırmanın doğru yapılması, enfekte olmayan diğer hastalar ve sağlık çalışanları için ayrı bir sirkülasyon alanı tanımlanması, pandemi sürecinde hastaların hastaneye kabulünün sağlanabilmesi, MERV ve HEPA filtrelerinin kullanılması [4], zemin seviyesinde hava ekstraksiyonu yapılması [5] tavsiye edilmektedir.

Bu çalışma, pandemi süreçleri için hastane içi dönüşümlerde uygulanabilecek zonlara ayırma ve mekanik havalandırmaya dair yapıcı önerilerde bulunmayı amaçlamaktadır. Bu doğrultuda, bu çalışma, enfeksiyonun yayılmasını önlemek amacıyla hastaneler için yayınlanan kılavuzların (DIN 1946-4, ASHRAE 170-2008, T.C. Sağlık Bakanlığı yönetmelikleri) ve literatürdeki çalışmaların incelenmesine ve Türkiye'de yer alan örnek bir özel hastanenin planları üzerinde yapılacak disiplinler arası çalışmayla hastane içi dönüşümler için uygulanabilecek temel adımların açıklanmasına odaklanmaktadır.

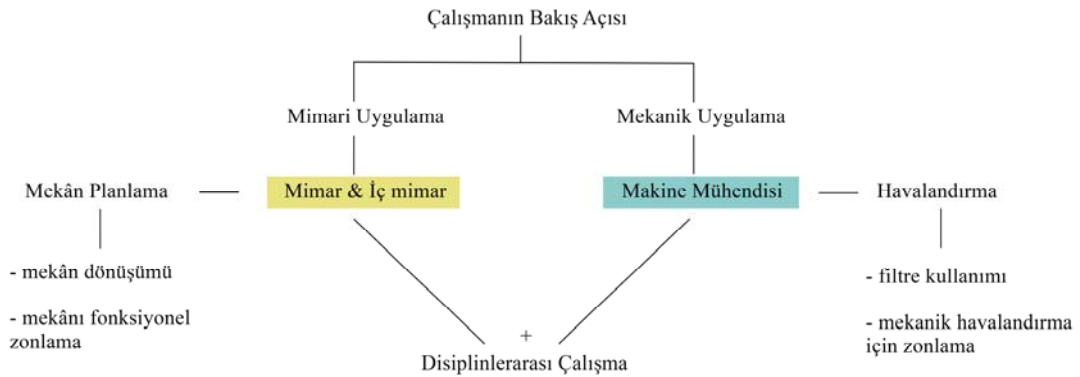
Şekil 1, yürütülen çalışmanın bakış açısını göstermektedir. Hastane içi dönüşümlerde enfeksiyon kontrolünün sağlanabilmesi için hastane içi mekân planlaması ve havalandırmanın uyum içinde olması gerekmektedir. Çünkü enfeksiyonlar hem sirküle olan mekân hava hem de kişilerin iç mekândaki sirkülasyonuyla gerçekleşebilmektedir. Bu durum mekânın kirli ve temiz alanlara ayrıştırılmasına ve kirli hava sirkülasyonunun önlenmesini gerektirmektedir. Enfeksiyon yayılımının önlenmesi için yapılacak mimari ve mekanik uygulamaların harmanlanması teknik bilgi ve uzmanlık gerektirdiği için disiplinler arası çalışma bu çalışmanın kilit noktasıdır.

Covid-19'un hava yoluyla ve temas yoluyla iletilmesi salgını kontrol altına almayı günümüzde dahi güç bir hale getirdiği için alınan önlemlerin derecesi artırılmıştır. Bu doğrultuda, hastane

yönetimlerinin ve sağlık personellerinin gerekli düzenlemeleri yapmaları için World Health Organization (WHO)- Dünya Sağlık Örgütü (DSÖ) [6] ve Centers for Disease Control and Prevention (CDC)- Hastalık Kontrol ve Korunma Merkezleri [7] gibi çeşitli sağlık kuruluşları tarafından kılavuzlar ve kontrol listeleri yayınlanmıştır. DSÖ ve CDC tarafından yayınlanan kılavuzlarda koronavirüs şüphesi veya varlığının kesinleşmesi durumunda sağlık iç mekânlarında enfeksiyon önlenmesi ve kontrolü için uygulanması gereken adımlar anlatılmıştır. Sağlık personelinin hijyeni sağlamak için el yıkamaları, el yıkama-kurulama sonrası atılacak kağıtlar için kapaklı çöp kutusu kullanmaları, maske ve eldiven kullanmaları, kişisel koruyucu ekipman giymeleri, sosyal mesafenin korunması, grafiklerle hastaları hijyen konusunda bilgilendirmeleri önerilmektedir. Bunlarla birlikte, bina içindeki hava akım yönünün temizden daha kirli alana transfer olacak şekilde ayarlanması, kirli havanın seyreltilmesi ve uzaklaştırılmasını sağlamak için mekândaki her bölüme gereken hava değişiminin temin edilmesi gerekmektedir. Ayrıca, egzoz fanının havalandırma hava girişine yakın olmayacak şekilde konumlandırılmasının önemi ve High Efficiency Particulate Arresting (HEPA) Filter – Yüksek Verimli Partikül Emici Filtre kullanımı, havanın sirküle edilmeden önce HEPA filtreden geçirilmesi önerilmiştir.

Alınan önlemlere rağmen salgının hızla yayılması hastaneye yatış ihtiyacının da artmasına neden olmuştur. Bu durumda hastane içinde tedavi hizmeti verebilmek için daha fazla alana ihtiyaç duyulmaktadır. Fakat hastane kapasitelerinin ve hasta yoğunluğunun dengede olmadığı pandemi süreçlerinde hastane içindeki tedavi alanları yetersiz kalıyorsa, aynı zamanda yeni hastaneler inşa etmek için de zaman yoksa veya herhangi bir hastane inşa etmek için yer yoksa hastane içi dönüşümlerin yapılması kaçınılmaz olmaktadır.

Hastane içi dönüşümlerde tasarım ekiplerinin bir arada çalışması ve sağlık ekipleri ihtiyaçları çerçevesinde probleme çok yönlü yaklaşılması doğru çözüm sağlama açısından önem taşımaktadır. Bir projenin yapım sürecinin doğru yürütülebilmesi için, projede ihtiyaç duyulan tüm ekiplerin katılımı gerektiğinden mekanik ve mimari projelerin tasarım aşamasında mühendis ve mimarların birlikte çalışıp ortak fikirde buluşup tasarımdaki kaliteyi sağlamaları gerekmektedir [8]. Bu disiplinlerin verim olarak ortak çalışmalarını tasarım sürecinin başarısını etkilemektedir [9]. Bu durum dikkate alınarak, bu çalışmadaki dönüşümlerin planlanması aşamasında hastane tasarımı ve planlaması üzerine uzmanlaşmış 1 mimar ve 1 makine mühendisi ile planlanmış görüşmeler ve 1 mimar ve 2 makine mühendisiyle planlanmamış görüşmeler gerçekleştirilmiştir. Covid-19 pandemi sürecinin yakından takip edilebilmesi ve hastane içi yapılan müdahalelerin incelenmesi için ayrıca bu süreçte hastanede görev alan 2 doktor ve 2 hemşire ile planlanmamış görüşmeler



Şekil 1. Çalışmanın bakış açısı (Perspective of the study)

gerçekleştirilmiştir. Ayrıca Covid-19 pandemisi sırasında hastane çalışanlarının bu süreçle nasıl başa çıktıklarını anlamak ve hastane içi yapılmış müdahaleleri değerlendirebilmek için 35 hastane çalışması ve hastane yönetiminden 4 kişi ile anket çalışması yapılmıştır. Disiplinler arası çalışma ile gelecekte meydana gelebilecek salgın ve felaket senaryolarına hazırlıklı olunması ve bu senaryolar için hızlı dönüştürülebilecek hastane tasarımlarının planlanması amaçlanmıştır. Çalışma, metoduyla benzer uygulamalar gerçekleştirmek isteyen sağlık yapıları için bir kılavuz niteliği taşır. Covid-19 pandemisinin karşılaşılan son pandemi olmayacağı düşünüldüğünde çalışmanın yön gösterici özelliği öne çıkmaktadır.

2. Literatür Araştırması (Literature Review)

İnsanlar zamanlarının çoğunu iç mekânlarda geçirirler [10], ve iç mekân kalitesinin insan sağlığı, üretkenlik [11, 12], davranışlar [13] ve memnuniyet [14] üzerinde bir etkisi olduğu bilinmektedir.

İç mekânlarda insanlar üzerinde doğrudan etkisi olan kriterlerden biri de hava kalitesidir [15]. Hava kalitesi ile insanlar arasındaki ilişkinin incelenmesi çeşitli çalışmalara konu olmuş: hava kalitesinin konsantrasyon [16], davranışsal hareketler [17], verimlilik [18], refah [19] ve insan sağlığı [20] üzerindeki etkileri yapılan bu çalışmalarda vurgulanmıştır. İç mekân hava kalitesi, insanı refaha ve sağlığa taşıdığından, uygun koşulların sağlanması oldukça önemlidir. Özellikle hastane ortamının hastalıkların / enfeksiyonların yayılmasına elverişli olması nedeniyle [21], hava kalitesine ekstra özen gösterilmeli ve kirli havanın hava dolaşımına karışmadan ortamdaki uzaklaştırılması gerekmektedir. Bu durumda, doğal havalandırma kullanımının uygun olmadığı, açılması kontrol edilebilir pencerelerin bulunmadığı ve odanın sürekli havalandırılmadığı hastane odalarında hastalar için dengesiz termal hava koşulları oluşabilmektedir. Dünya Sağlık Örgütü tarafından sağlık tesislerinde havadaki enfeksiyonun yayılma riskini azaltmak için doğal havalandırma önerilir, fakat doğal havalandırmanın tek başına yeterli olmadığı zamanlarda hibrit havalandırma (doğal ve mekanik havalandırmanın birlikte kullanılması) gerektiği belirtilmekte, negatif basınç sağlanması gereken yerlerde de sağlığı olumlu yönde etkileyecek ve tehlikeye yol açmayacak şekilde kabul edilebilir şartlarda havalandırmanın tasarlanması beklenmektedir [6]. Bu nedenle, iyileştirilmiş doğal havalandırma yardımı ile iç mekân kalitesini sağlamak [22], ya da kirli havayı ve havadaki zararlı parçacıkları filtrasyon yoluyla atmak için uygun mekanik havalandırma tasarlamak [23] ve iç mekâna temiz hava dağıtmı sağlamak [2] etkili iç mekân hava kalitesi için gereklidir. Dış mekân koşulları doğal havalandırma kullanımına izin verdiğinde ve mekanik havalandırma ile paralel doğru kullanıldığında, doğal havalandırma kullanımı kabul edilebilir. Bu aynı zamanda daha az enerji tüketimi sağlayabilir. Fakat, özellikle hastaneler gibi termal kontrol ve bulaş kontrolü gerektiren alanlarda kent merkezlerinde konumlanan hastane yapılarında, mekanik havalandırma daha elverişli olmaktadır.

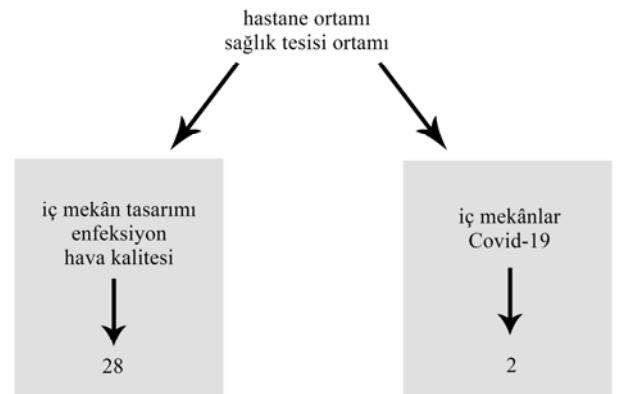
Nefes alma, öksürme veya hapşırma sonucu hava yoluyla hastalıkların yayılmasının kolaylaşması nedeniyle ve [24] sık sık geçmişten günümüze bu tür hastalıklarla karşılaştığımız için [25], iç mekânlarda doğru havalandırma stratejilerinin uygulanması büyük önem taşımaktadır. Mekanik havalandırmanın sistematik ve doğru çalışması hem temiz hava sirkülasyonunu sağlamak hem de kirli havayı filtrelemek ve dışarı çıkarmak için oldukça elverişlidir. Bu durumda iki farklı senaryo uygulanabilmektedir. Birincisi, yeterli hava değişiminin sağlanmasıyla odaya sadece taze hava vermek ve bu tür enfeksiyonlu alanlarda negatif basınç uygulamak. İkincisi, odaya alınan havanın bir kısmının taze hava olması koşulu ile yeterli hava değişimini sağlamak ve sirküle edilecek hava için HEPA filtre kullanmak (filtrelerin doluluğunun takibinin yapılması koşuluyla) [6]. Ayrıca hastane içinde mekanik sistem ile tutarlı, doğru mekânsal

düzenlemeleri uygulayarak [5] mekanik havalandırma standartlarını takip etmek, hava yolu bulaşan hastalıkları önlemek için önemle tavsiye edilmektedir. Bu nedenle, hastane içi dönüşümlerde izole bir alan ve bu alanın dışında enfeksiyonsuz bölgeler oluşturabilmek için uygun mekanik sistemin ve iç mekânın fonksiyonel ihtiyaçlarının da karşılanması gerekmektedir.

Bu amaçla, çalışmanın hali hazırda hizmet veren hastanelerin iç mekân dönüşümü üzerine hazırlanması nedeniyle literatür taramasında hastane ve hasta memnuniyeti üst başlıklarından başlanarak SCOPUS ve WOS veri tabanında 1998-2020 yılları arasındaki tüm yayınlar taranıp sınıflandırılmıştır ve alan odaklı anahtar kelimeler çoğaltılarak konuya en yakın bilimsel çalışmaların incelenmesi sağlanmıştır. Literatürde yer alan ve hastanelerde mekanik havalandırma ve mimari yerleşim düzeni üzerine yoğunlaşan araştırmalarda dikkate alınan kriterler ve ilgili vaka çalışmaları gruplanarak sistematik bir literatür çalışması yapılmıştır. Bu doğrultuda, Prisma tarafından sunulan sistematik literatür incelemelerinin yönergeleri [26] takip edilmiştir. Ayrıca, bulaşıcı hastalıklarla mücadele için belirlenen hastane standartları, vaka çalışmalarının sonraki aşamalarında dönüşüm imkânı sağlaması için özetlenmiştir.

Ayrıca, literatür incelendiğinde hastane ortamı (hospital environment) ve düzeni (layout) ile ilgili 40 çalışma bulunmuştur. Sağlık tesislerinin iç mekânları (healthcare facilities interior) aratıldığında 96 çalışma bulunmuştur ve bunlardan sadece 42'sine ulaşılabilmektedir. Daha sonra, bu çalışma açısından anlam ifade etmeyen 13 çalışma ayıklanmıştır, 16 çalışmanın tamamı incelenmiştir ve 13 çalışmanın özeti okunmuştur. Elde edilen bulgulara göre, virüsün yayılmasını önlemek için, ana kriterlerden ikisi uygun hava kalitesini [4, 5, 21, 27] ve yerleşim düzenini [28-30] sağlamaktır. Fakat sağlık tesisleri/hastane ortamının hava kalitesi ve yerleşim düzeninin toplamda sadece 42 çalışmaya konu olduğu görülmektedir.

Şekil 2, bulunan enfeksiyon ve Covid-19 konulu çalışmaların sayısını göstermektedir. Şekil 2'de gösterildiği gibi, literatürün bulaşıcı hastalıklar ve hastane/sağlık ortamı bağlamında incelenmesi için hospital environment (hastane ortamı), healthcare environment (sağlık tesisi ortamı), interior design (iç mekân tasarımı), infection (enfeksiyon), air quality (hava kalitesi) anahtar kelimeleri araştırılmış ve 28 çalışma bulunmuştur. Hospital environment (hastane ortamı), healthcare environment (sağlık tesisi ortamı), interiors (iç mekânlar), Covid-19 anahtar kelimeleri aranırken, Şekil 2'de görüldüğü gibi sadece 2 çalışma bulunmuştur. Bu durum, literatürde enfeksiyon ve Covid-19 anahtar kelimelerini içeren yeterli çalışma olmadığını göstermektedir.



Şekil 2. Enfeksiyon ve Covid-19 konulu çalışma sayısı (Number of papers in the context of infection and Covid-19)

Elde edilen bilgilere göre, izolasyon odalarında en az 12 hava değişiminin sağlanması [31], Sağlık tesislerinde mekanik havalandırma için H13 ve H14 HEPA filtreleri [32] ve/ ya da MERV 8, MERV 14 ve MERV 17 kullanımı [4] tavsiye edilmektedir. Havalandırmadan gelen havanın mekânda yeniden devridaim ettirilmemesi gerektiği durumlarda [33] enfeksiyon yayılımını önlemek için dönüş havası kanalının daha düşük seviyelerde olması gerektiği ve filtre kullanım gerekliliği vurgulanmaktadır [27]. Enfeksiyonun kontrol altına alınması için hastane içinin temiz bölge, yarı temiz bölge ve kirli bölge olarak zonlara ayrıştırılması [34]; iç mekânda sivri kenarların ve köşelerin azaltılması; kirli ve temiz yolların ayrıştırılması; yüzeylerde kolay temizlenebilir malzemelerin tercih edilmesi; güvenli hasta akışının sağlanması [21]; hasta odası ve hemşire istasyonu arasındaki mesafenin en aza indirilmesi [28-30] önerilmektedir.

Literatür taramasından sonra, izolasyon odaları için hastane içi dönüşüm yaparken dikkate alınması gereken yerleşim düzeni ve havalandırma kriterlerini belirlemek için hastane standartları da incelenmiştir. DIN 1946-4:2008'e göre, izolasyon odalarında havalandırma emiş kanallarına H13 HEPA filtresi yerleştirilmesi, enfeksiyonun önlenmesi için gerekli alanlarda koridorların girişlerinde hava kilitleme sistemi (air lock) kullanılması tavsiye edilmektedir [35]. ASHRAE 170-2017'ye göre, hasta odasından dönüştürülen odalara doğrudan temiz hava verilemezse, içerideki havanın HEPA filtresinden geçmesi koşuluyla havanın devridaimi sağlanmalı, ya da izolasyon odalarından gelen tüm hava doğrudan dışarıya boşaltılmalı, hasta odasındaki egzoz hava ızgaraları doğrudan hasta yatağının üzerine, tavana veya yatak başlığının yakınındaki duvara yerleştirilmelidir [36]. T.C. Sağlık Bakanlığı'na göre, izolasyon odaları en az 15 m², tuvalet en az 6 m² olmalıdır. İzolasyon odalarının her birinin oda girişinde el yıkama, giyinme ve temiz/kirli malzemelerin yerleştirilmesi için en az 4 m² lik bir antre olmalıdır. İzolasyon odaları için saatte minimum toplam 12 hava değişimi olmalıdır. Kirli hava doğrudan boşaltılmalıdır. Ancak HEPA filtre kullanılıyorsa odalarda hava sirküle edilebilmektedir [37]. Phoenix Controls Healthcare Sourcebook 5. baskısında belirtildiği üzere, havadaki enfeksiyonun bütüncül koridorları ve diğer odaları kirletmesini önlemek ve personeli ve enfekte olmayan hastaları bulaşıcı hastalıklardan korumak için izolasyon odalarının negatif basınç altında olması gerekmektedir. İzolasyon odaları antresi olan bir oda veya antresi olmayan bir oda olmak üzere iki temel tasarım tipine sahiptir. Antre, hasta odası ile koridor arasındaki boşluktur. Kapılar açıldığında ve kapatıldığında antreler enfeksiyona karşı ekstra koruma sağladığı için bağımsızlık sistemi baskılanmış bir hastanın havadaki enfeksiyona karşı korunmaya ihtiyacı olması durumunda odaya bir antre yerleştirilmesi gerekmektedir [38]. Literatürün incelenmesinden sonra, bilimsel olmayan ama tasarım yazını için önemli güncel kaynaklardan Covid-19 pandemi sürecinde tasarlanmış olan modüler hastane tasarımlarının kriterleri değerlendirilmiştir [39]. Literatür taraması ve hastane tasarım standartlarının incelenmesi sonucunda, enfeksiyonun önlenmesi için hastanelerde uygulanması gereken kriterlerin etkili yerleşim planlaması, mekânların doğru zonlanması, uygun dönüşüm, etkili filtrasyon ve sağlıklı havalandırma olduğu belirlenmiştir. Bu bilgiler, Türkiye'deki bir özel hastanenin planları üzerinden Covid-19 servisinin planlanmasında ve izolasyon alanları için dönüşüm önerileri oluşturulmada dikkate alınarak bir alan çalışmasıyla örneklendirilmiştir.

3. Mimari ve Mekanik Plan İncelemeleriyle Hastane Dönüşümü: Örnek Alan Çalışması Analizi (Hospital Transformation Through Architectural and Mechanical Plans: Case Study)

3.1. Çalışmanın Metodu (Methodology of the Study)

Bu çalışma, özel bir hastane için dönüşüm önerilerini içeren bir alan çalışmasını sunmaktadır. Çalışmanın yapılabilmesi için yayınlanmış tez ve benzeri kaynaklardan ve dokümanlardan birkaç Şehir/Devlet

hastanesinin planları incelenmiştir, fakat gerekli izinler alınmadığı için bu çalışma kapsamında kullanılmamıştır. Bu sebeple daha küçük ölçekte planlara sahip iki özel hastanenin mimari ve mekanik planları incelenmiş ve incelenen özel hastanelerden birine bu çalışmada yer verilerek hasta odalarının izolasyon odalarına dönüşümü için önerilerde bulunulmuştur. Dönüşüm önerilerinin yapılabilmesi için öncelikle hastane yönetimi ve hastane personeli ile anket çalışmaları yapılmıştır. Covid-19 sürecinde alınan önlemler ve hastanede yaşanan yoğunluk sebebiyle ankete 35 hastane çalışanı- 4'ü doktor, 20'si temizlik görevlisi, 6'sı muhasebe çalışanı ve 5'i sekreter- ve hastane yönetiminden 4 kişi- 1'i başhekim, 1'i başhekim yardımcısı, 1'i başhemşire, 1'i Covid-19 komisyonu başkanı – katılabilmiş ve anketler çevrimiçi olarak (Google anket üzerinden) yapılmıştır. Yapılan bu anket çalışmasında temel olarak pandemi süreçlerini yönetmede hastane uygulamalarının yeterliliğine odaklanılmıştır. Pandemi sürecinin yönetiminde hastane içinde yürütülen uygulamaların hastane çalışanları ve hastane yönetimi üzerindeki yeterliliğinin fizyolojik ve psikolojik etkilerini değerlendirilmek amacıyla anket katılımcılarına 30 soru sorulmuştur. Anket sonuçları Bölüm 3.2.'de verilecektir.

Anketin ardından Covid-19 sürecinin sağlık yapılarına etkisi incelenmiş ve ardından sağlık yapıları tasarımında profesyonelleşmiş 1 mimar ve 1 makine mühendisiyle planlanmış görüşmeler, 1 mimar ve 2 makine mühendisi ile planlanmamış görüşmeler gerçekleştirilerek pandemi süreçlerinin daha iyi yönetilebilmesinde hastane içi dönüşümler için hangi adımların izlenmesi gerektiği konusunda fikir alınmıştır. Görüşmelerden elde edilen bilgiler Bölüm 3.3'de verilecektir.

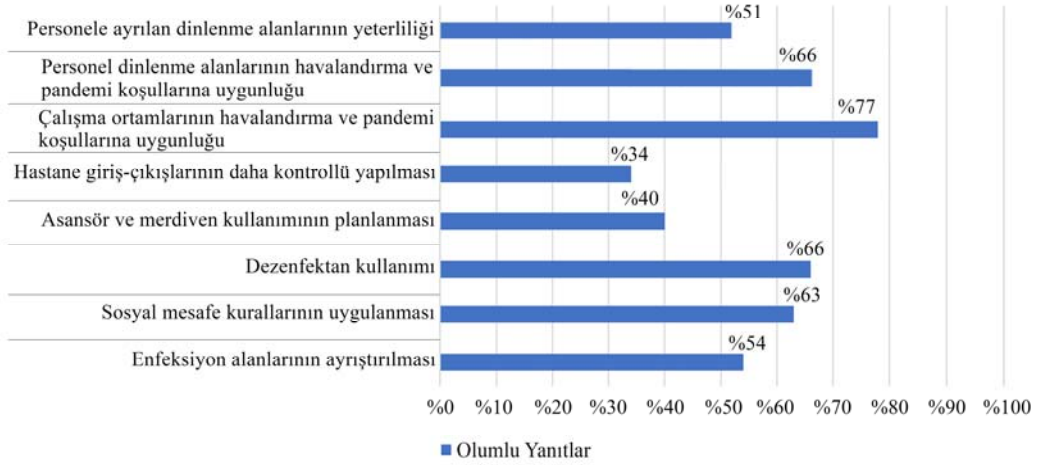
Covid-19 sürecinde hastane içinde yapılan değişimlerin ve müdahalelerin değerlendirilebilmesi ve çalışmaya dahil edilebilmesi için pandemi sürecinde hastanede Covid-19 servisinde görev alan 2 doktor ve 2 hemşire ile planlanmamış görüşmeler gerçekleştirilmiştir. Doktor ve hemşirelerden elde edilen bilgiler yine Bölüm 3.3'de verilecektir.

Elde edilen bilgiler ve yapılan çıkarımlar doğrultusunda Türkiye'de yer alan özel bir hastanenin dönüşüm için uygunluğu belirlenen bir bölümü mimari planlar üzerinde izolasyon koşulları sağlanarak Covid-19 servisine dönüştürülmüştür. Dönüşüm önerilerinin mevcut havalandırma tasarımı ile tutarlı olması için hastanelerin mekanik tasarım dokümanlarının tümü ve incelenmiştir. Mekanik sistem tasarımının incelenmesi ve dönüştürülmesi aşamasında hastane tasarımında uzman makine mühendisleri (TTM Teknik Tesisat Mühendislik ve Ekrem Evren) ile çalışılmıştır.

3.2. Dönüştürülecek Hastanenin İncelenmesi (Examination of the Hospital that Will be Transformed)

Dönüştürülecek hastanenin incelenmesi aşamasında ilk olarak Covid-19 pandemi sürecinde hastanede görev alan hastane çalışanları ile anket çalışması yapılmıştır. Şekil 3 anket sonuçlarından oluşan bir grafiği göstermektedir.

Şekil 3'de gösterildiği gibi, yapılan ankette elde edilen verilere göre ankete katılan hastane çalışanlarından %49'u dinlenme alanlarını, %66'sı hastane giriş çıkışlarında alınan önlemleri, %60'ı asansör ve merdiven kullanımının planlanmasını, %46'sı enfeksiyon alanlarının ayrıştırılmasını yetersiz görmektedir. Ayrıca, personel dinlenme alanlarının havalandırma ve mekanik koşulları ankete katılan personelin yaklaşık %34'ü tarafından, personel çalışma alanlarının havalandırma ve mekanik koşulları ise ankete katılan personelin yaklaşık %23'ü tarafından güvenli bulunmamaktadır. Anket sonuçlarından yapılan çıkarıma göre ankete katılan hastane (hastane mekanik tasarımı son 5 yıl içinde tamamlanmış güncel bir



Şekil 3. Hastane çalışanlarıyla yapılan anketin sonuçları (Results of the survey conducted with hospital workers)

örnek olmasına rağmen) çalışanlarının yarıya yakınının salgının getirisiyle ve hastanenin mevcut şartları sebebiyle endişeli olduğu görülmüştür. Bu durum sonucunda, hastane içinde alanların ayrıştırılmasının ve hasta odalarının izolasyon odalarına dönüştürülmesi senaryolarının planlanmasının gerekli olduğu fikrine varılmıştır.

Anket çalışmasının yapıldığı ve dönüşüm önerileri için üzerinde çalışılan hastane Türkiye’de bulunmaktadır ve bu çalışma için hastane yönetimi ve tasarım ekipleri ile yapılan gizlilik anlaşması nedeniyle Hastane A olarak adlandırılmaktadır. Hastane A, 3 bodrum katı dahil olmak üzere toplam 10 katlı (-3. kattan 6. kata kadar) bir hastanedir. Hastanedeki klima santrallerinin çoğu 6. katta yer almaktadır. İkinci ve üçüncü katlarda bulunan hasta odalarının klima santralleri ise Şekil 4’de gösterildiği gibi aynı katta yer alan terasta bulunmaktadır. Bu klima santralleri incelendiğinde hasta odalarının olduğu katların ikiye ayrıldığı ve hastane plan yerleşiminin sağ tarafında konumlandırılmış olan hasta odalarının klima santrallerinin ayrıştığı görülmektedir. Mekanik havalandırma planlarından hasta odalarının HEPA filtreli olmadığı, ancak odalara %100 temiz hava verilebileceği anlaşılmaktadır. Bu çalışmada, tüm hastane incelenerek sterilizasyonu ve kontrollü havalandırma sağlamada uygunluğu sebebiyle hasta odalarının izolasyon odalarına dönüştürülmesine karar verilmiştir.

3.3. Hasta Odalarının ve Buldukları Katın İzole Alana Dönüştürülmesi

(Transformation of the Patient Rooms and the Floor where rooms are located into an Isolated Area)

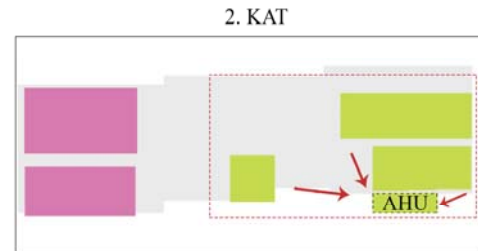
Hasta odalarının ve buldukları katın izole alana dönüştürülmesi sürecinde görüşmeler yapıldığı mimar ve mühendislerle dönüşümün nasıl planlanacağına dair disiplinler arası bir çalışma yürütülmüştür. Mühendislerle ve mimarlarla, doktorlarla ve hemşirelerle yapılan planlanmış ve planlanmamış görüşmelerden elde edilen bilgilerin Bölüm 2’de verilen literatür çalışmasında yer alan bilgilerle uyduğu gözlemlenmiştir.

Mühendisler ve mimarlardan elde edilen ve literatürle desteklenen bilgilere göre,

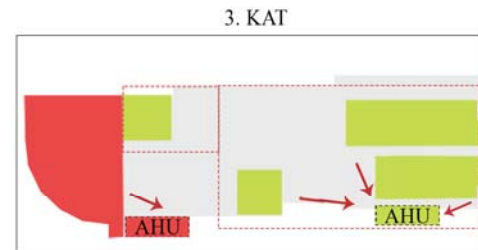
- Hastane içindeki alanların temiz ve kirli olarak ayrışmasına göre hava giriş ve çıkışının tanımlanması, basınç değişikliklerinin ayarlanması gerekmektedir ve hava akış yönünün temiz/steril alandan kirli alana doğru sağlanması gerekmektedir.
- Temiz havanın çevreye yayılabilmesi için tavandan verilmesi, emişin ise hasta yatağı üzerinden veya hasta yatağının baş ucuna yakın alt taraftan sağlanması gerekmektedir.

- İzolasyonun sağlanacağı alan için ayrı bir klima santralinin belirlenmesi gerekmektedir.
- Odadan tampon bölgeye ve tampon bölgeden ana kanala aktarılan kirli havayı kontrol etmek için oda girişlerindeki kanallara HEPA filtre eklemek gerekmektedir.
- Hastaneler hava akışının dengede olduğu kontrollü alanlardır, bu nedenle doğal havalandırma sorun yaratabilir.
- Filtreleme, bir alanda kaç kişinin bulunduğu ve alanın kullanım amacına bağlı olarak değişir. Bu sebeple mimari planlama ve havalandırmanın birlikte ele alınabilmesi için mimarlar ve mühendisler havalandırma ve mimari plan çizimlerinde birlikte çalışmalıdır.
- Hastane içi hijyenin sağlanabilmesi için hastane tasarımında gereksiz açılardan kaçınmak gerekmektedir.

- 2. kat hasta odaları primer taze hava klima santrali (AHU)
- Doğumhane ve yenidoğan bakım (klima santrali 6. katta)



- 2. kat rekreasyon alanı primer taze hava klima santrali (AHU)
- Hastane içi hasta odaları primer taze hava klima santrali (AHU)



Şekil 4. Hasta odalarının klima santrallerinin konumu (Placement of the air handling unit of the patient rooms)

Doktor ve hemşirelerden elde edilen bilgilere göre,

- Personel odasının tuvaletlerine ve sterilizasyon alanının kabin ve tuvaletlerine çöplerin ayrıştırılabileceği şekilde yeşil ve kırmızı çöp kutuları yerleştirilmelidir.
- Sterilizasyon alanında kirli kıyafetlerin atılabilmesi için kabin içerisine çöp kutusu yerleştirilmelidir.
- Personel dinlenme alanına personel için yeterli sayıda çekyat yerleştirilmelidir. Temizlik alanı ile doğru şekilde kurgulanmalıdır.
- Hasta odalarının girişlerine dezenfektan yerleştirilmelidir.
- Sosyal mesafenin korunabilmesi ve sağlık çalışanlarının riske atılmaması için enfekte olmuş ve yoğun bakımda olan hastaların gözetilebilmesi amacıyla sağlık çalışanlarına yönelik özel ayrılmış camlı tampon bölgeler belirlenebilir.

Yapılan görüşmelerin ardından mimari ve mekanik planların incelenmesiyle birlikte Hastane A'daki hasta odalarının olduğu 2. ve 3. katlar öneriler doğrultusunda dönüştürülmüştür. Şekil 5, 2. katın sağ kanadının Covid-19 servisine dönüştürülmesini göstermektedir. 2. kattaki hasta odaları için dönüşüm senaryosu tasarlanırken, bu katta sadece sağ kısım dönüştürüldüğü için Şekil 5'de gösterildiği gibi bir tampon sterilizasyon alanı eklenerek sağ taraftaki bölge sol kısımdan ayrıştırılmıştır. Sterilizasyon alanı, kırmızı dairesel çizgi ile gösterilen alana kadar devam ettirilmiş ve enfeksiyonun aynı katın sol tarafına geçmesini önlemek için kırmızı çizgi ile belirtilen alanda mekanik hava kilidi sistemi uygulanmıştır. 10 hasta odasından 8'i izolasyon odasına, 1'i personel odasına 1'i ise personel için sterilizasyon odasına dönüştürülmüştür. Havalandırmanın oda çıkışlarıyla ve tampon bölgelerle çakıştığı yerlere HEPA filtre yerleştirilmiştir. Gri dairelerle gösterildiği gibi, koridora ve odalara dezenfektan yerleştirilmiştir. Kullanılan özel giysilerin 'atılacaklar' ve 'yıkınacaklar' şeklinde ayrıştırılabilmesi için personel odası tuvaletine, sterilizasyon odası tuvaletine ve giyinme kabinine kırmızı ve yeşil renkte çöp ya da geri dönüşüm kutuları yerleştirilmiştir.

3.3.1. Hastane girişinin ayrıştırılması (Separation of hospital entrance)

İzolasyon koşullarında dönüştürülmüş alana erişim sağlamak için, girişin Şekil 6'da gösterildiği gibi, binanın ana girişinden farklı olan arkadaki depo kapısından yapılması uygun bulunmuştur. Bunun için zemin kata açılan depo kapısı plandan çıkarılarak izolasyon alanına doğrudan erişim sağlanmıştır. Sterilizasyon alanının etrafına bir ayırma duvarı eklenerek, sterilizasyon alanı zemin katın kalanından ayrılmıştır. Şekil 6'daki beyaz çizgiler eklenen duvarları ifade etmektedir. Mekanik havalandırma zemin katın geri kalanından ayrılmadığı için bu alan için enfeksiyon sürecinde sürekli negatif basınç önerilmiştir.

Covid-19 servisi için farklı bir giriş tanımlanmasıyla birlikte, hastanenin sağ tarafında bulunan asansörün sadece dönüştürülmüş alan için kullanılmasına karar verilmiştir. Ek olarak, şu anda Covid-19 sürüntü testi, şekilde gösterildiği gibi hastane dışında yapılmaktadır. Hastane içindeki dönüştürülen Covid-19 servisine farklı bir giriş önerildiğinden, bu test alanının servis girişine yakın konumlandırılması ve anketlerde talep edildiği üzere dışarıda tanımlanması uygun görülmüştür.

3.3.2. Hasta odasının izolasyon odasına dönüşümü (Transformation of patient room into the isolation room)

DIN 1946-4:2008'da belirtildiği gibi izolasyon odasından çıkıp klima santraline gidecek olan kirli havanın filtrelenip enfeksiyonun yayılmasını önlemek için izolasyon odası emişlerinde gerekli yerlere HEPA filtre konulmalıdır [35]. Çünkü odadaki havanın resirkülasyonu (tekrar dolaşarak kullanımı-Heat Recovery) normal

hasta odası koşulları için yapılacaksa kirli havanın odaya geri verilmemesi adına alınan kirli havanın HEPA filtreden geçmesi gerekmektedir. Bu sebeple dönüştürülen odalarda her oda çıkışında ve her tampon bölge çıkışında havalandırma hattına bir filtre yerleştirilmiştir. Bu kriter, bu çalışmadaki tüm dönüşümler için dikkate alınmış ve Şekil 7'de gösterildiği gibi planda uygulanmıştır.

İkinci ve üçüncü katlardaki hasta odaları aynı tipolojiye sahip olduğu için, bu odalar için sadece bir dönüşüm önerisi yapılmıştır. Şekil 7'de gösterildiği gibi bu odalarda, girişe bir tampon bölge yerleştirildiğinde, tuvalet kapısı yönlerinin değiştirilmesi gerekmektedir. Bununla birlikte, kapının yönünün değişmesi nedeniyle tuvalet tefrişleri yenilenmiştir. Şekilde siyah içi dolu daire şeklinde belirtildiği üzere oda girişine yakın bir duvara dezenfektan yerleştirilmiştir. Son olarak, izolasyon odalarında enfeksiyonu kontrol edebilmek için yatak sayılarının 1 ile sınırlandırılması T.C. Sağlık Bakanlığı tarafından da önerildiği için [37], odalardaki yatak sayısı 2'den 1'e düşürülmüştür.

3.3.3. Hasta odasının personel odasına dönüşümü (Transformation of patient room into the personnel room)

Covid-19 servisinde çalışan personelin de bir dinlenme alanına ihtiyacı olması nedeniyle odalardan birinin Şekil 8'de görüldüğü gibi personele tahsis edilmesi uygun görülmüştür. Hasta odasını personel odasına dönüştürmek için önce hasta yatağı çıkarılmıştır. Daha sonra odaya çekyat ve dolaplar eklenmiştir. Çekyatın açık olduğu zaman iç mekânda tıkanıklığa neden olmamasına dikkat edilmiştir. Bu nedenle, 2 çekyat yerleştirilmiştir. El yıkama ve atık kontrolü için tuvalete kırmızı ve yeşil renkte iki çöp kutusu yerleştirilmiştir. Personel odası izole bir oda olmadığından, tampon bölgeye ihtiyaç duyulmamıştır, ancak şekilde gösterildiği gibi mekanik havalandırma kanalına bir HEPA filtre yerleştirilmiştir ve sirküle edilen havanın temizlenmesi sağlanmıştır.

3.3.4. Hasta odasının sterilizasyon alanına dönüşümü (Transformation of patient room into the sterilization area)

Şekil 9, bir hasta odasının sterilizasyon alanına dönüşümünü göstermektedir. Enfeksiyonun önlenmesi adına sağlık çalışanlarının personel odasından ayrı bir alanda kıyafetlerini değiştirmeleri gerektiği için, bu alan personel için bir giyinme odasına dönüştürülmüştür. Dönüşüm için bu odaya dolaplar ve personelin rahatça giyinebilecekleri bir alan sağlamak için ayrı bir kabin yerleştirilmiştir. Kabin içine ve tuvalete kırmızı ve yeşil renkte ikişer çöp kutusu ve geri dönüşüm kutusu yerleştirilmiştir. Son olarak, odanın çıkışıyla çıkışın havalandırma emiş kanalına bir HEPA filtre yerleştirilmiştir.

3.4. Dönüşüm için Gerekli Adımlar (Necessary Steps for Transformations)

Bu alan çalışması kapsamında yapılan dönüşümler için uygulanmış adımlar Tablo 1'de belirtildiği gibi özetlenmiştir.

4. Değerlendirme (Evaluation)

Bu çalışma, Covid-19 sürecinde dünya ölçeğinde tasarlanan ve tasarım yazınına girmiş güncel kaynaklardan elde edilen modüler hastane tasarımlarını inceleyen bir çalışmanın [39] bir sonraki aşaması olarak yürütülmüştür. Covid-19 pandemisiyle başa çıkabilmek için dünya genelinde tasarlanmış birçok modüler hastanenin planları ve görselleri incelenmiş, modüler hastaneler için düşünülmüş çözümlerden ve literatürde yer alan önerilerden yola çıkarak gelecek tasarımlar için önerilerde bulunulmuştur. Şekil 10, önceki çalışmadan alınarak Türkçeleştirilen ve bu çalışmaya kılavuzluk eden 3 öneriyi göstermektedir.



Şekil 5. 2. katın sağ kanadının Covid servisine dönüştürülmesi (Transformation of the right part of the 2. floor into the Covid service)

Şekildeki öneriler sırasıyla, a) hasta odalarına giriş öncesinde tampon bölgelerin yerleştirilmesi, b) modüler hastanelerde enfeksiyon yayılımının azaltılması için hasta odalarına erişimin dışarıdan sağlanması ve ana sirkülasyon koridorunun sadece sağlık çalışanları

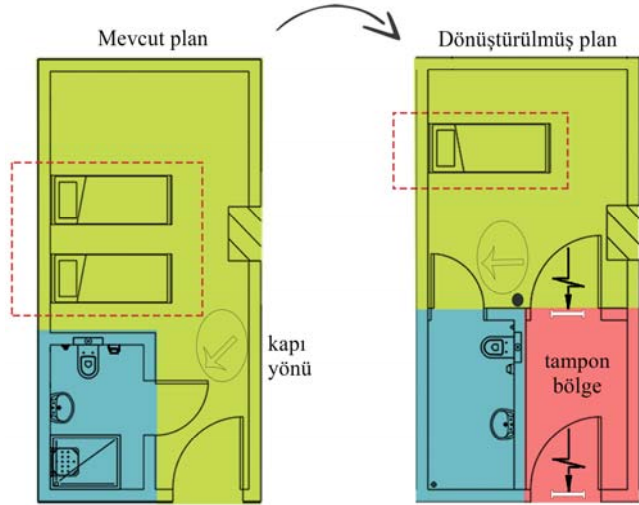
tarafından kullanılması, c) hastane koridorlarının kirli ve temiz koridor olarak ayrıştırılarak enfeksiyonun yayılmasının önlenmesidir. [39] Çalışma sonucunda elde edilen bilgiler, bu çalışma içerisinde de hasta odalarının izole hasta odalarına dönüşümünün planlanması



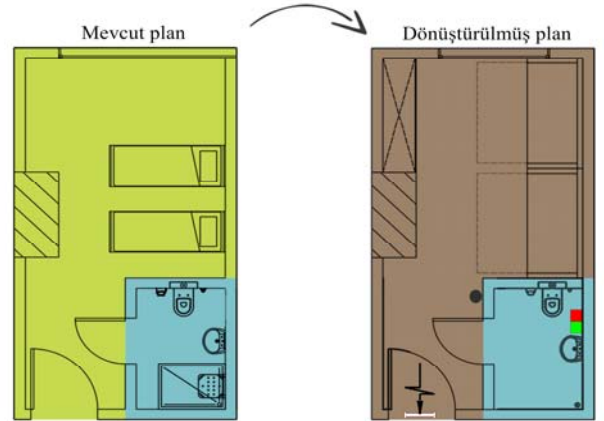
Şekil 6. Hastane girişinin ayrıştırılması (Separation of the hospital entrance)

aşamasında dikkate alınmıştır. Oda girişlerinde tampon bölge kullanımı ve kirli-temiz koridorların ayrıştırılması dünya örnekleri üzerinden saptanmış Şekil 10a ve Şekil 10c’de Türkiye için derlenmiştir.

Genel iklimlendirme planlanırken dönüşüme uygun tasarlanacak izole odalara ayrı bir ünite ile mekanik havalandırmanın sağlanması (izole odaların mekanik havalandırma ünitelerinin planlama aşamasında genel iklimlendirmeden ayrıştırılması) dönüşümü kolaylaştıracak önemli başka bir temel adım olarak sunulmuştur. Yeni salgın hastaneleri yapımından daha hesaplı dönüşüm önerisi olarak sunulan tasarımın ekonomik geri dönüşü ve dönüşüm zamanlama senaryoları çalışmanın sonraki adımları olarak belirlenmiştir ve çalışmanın devamlılığı hedeflenmiştir.



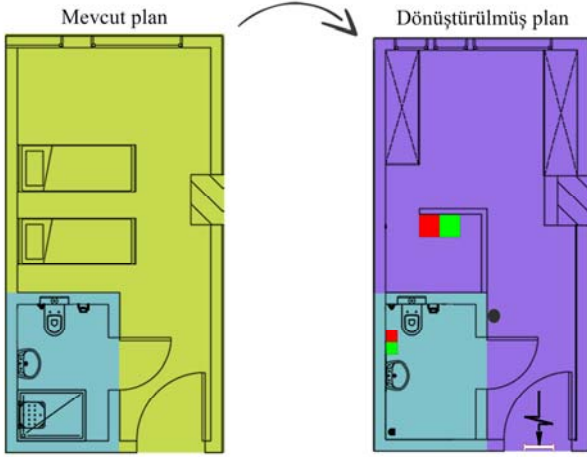
Şekil 7. Hasta odasının izolasyon odasına dönüşümü (Transformation of patient room into the isolation room)



Şekil 8. Hasta odasının personel odasına dönüşümü (Transformation of patient room into the personnel room)

Elde edilen tüm bilgiler bir saha çalışması sürecinde belirlenerek seçilen Türkiye’deki özel I hastanenin çizimleri üzerinde uygulanmıştır. Saha çalışmasında dönüştürülen hasta odası Türkiye standartlarına uygun bir hastane odası olduğu için aynı dönüşüm kriterlerinin uyarlanmasıyla (Tablo 1) standartlarda tip olarak sunulan diğer hastane odalarının da dönüştürülebileceği düşünülmüştür. Bu doğrultuda Sağlık Bakanlığı kılavuzundan [37] alınan, 660 cm’e 475 cm şeklinde belirlenen tek kişilik bir hasta odası planı üzerinde Şekil 11, 12 ve 13’de gösterildiği gibi salgın sürecinde dönüşüme uygun havalandırma planlama önerileri gerçekleştirilmiştir. Bu şekilde tasarlanacak havalandırma kanallarıyla, salgın dönüşüm sürecinde sadece HEPA filtreler eklenerek standart hasta odasını hızlı bir şekilde tampon bölgeyle ayrılmış izole odaya dönüştürmek hedeflenmiştir.

Şekil 11, bir hasta odasının izolasyon odasına dönüşümünde uygulanan hem mimari hem de mekanik müdahaleyi göstermektedir. Dönüşüm için oda girişine tampon bölge yerleştirilmiş ve tuvalet kapısının yönü tampon bölgenin dışında kalacak şekilde değiştirilmiştir. Bu sebeple tuvalet içi tefişlerin yönünde de değişiklikler yapılmıştır. Hasta yatağının etrafında gerekli boşluk sağlanacak şekilde yatak tuvalet kapısından uzaklaştırılmıştır. Odadan çıkan kirli havanın sirküle edilmesi durumunda enfeksiyonun önlenmesi için havalandırma hattının tampon bölge çıkışına ve oda emiş kanal çıkışına her bir oda için 2 adet HEPA filtre eklenmiştir.



Şekil 9. Hasta odasının sterilizasyon alanına dönüşümü
(Transformation of patient room into the sterilization area)

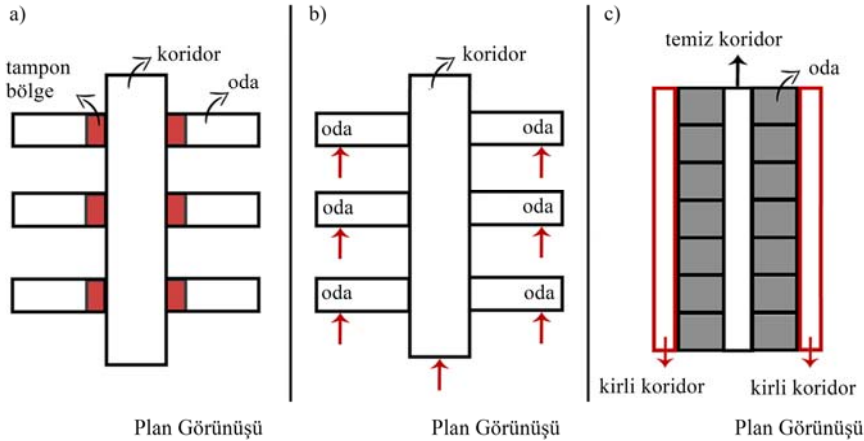
Şekil 12, bir hasta odasının personel odasına dönüşümünde uygulanan hem mimari hem de mekanik müdahaleyi göstermektedir. Oda

dönüştürülürken tampon bölgeye gerek duyulmamış, HEPA filtre oda çıkışına denk gelen emiş havalandırma kanalına yerleştirilmiştir. Odadaki hasta yatağı kaldırılarak birden fazla personele dinlenme alanı oluşturabilmek için çekyatlar, eşyaların koyulabileceği bir dolap, tuvalette çöplerini atabileceklerini kırmızı ve yeşil çöp kutusu, giyinme kabinine ekipman ayrışım/dönüşüm kutuları ve son olarak oda girişine bir dezenfektan yerleştirilmiştir.

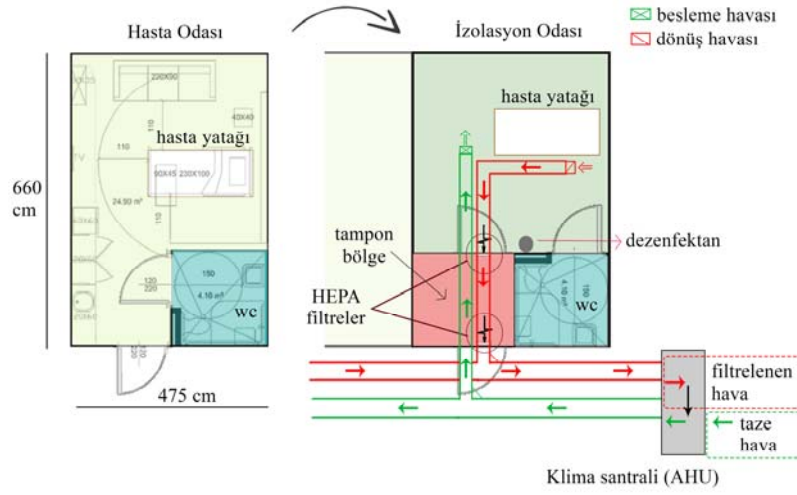
Şekil 13, bir hasta odasının sterilizasyon odasına dönüşümünde uygulanan hem mimari hem de mekanik müdahaleyi göstermektedir. Personel odasında olduğu gibi bu dönüşüm için de tampon bölgeye gerek duyulmamış, HEPA filtre oda çıkışına denk gelen emiş havalandırma kanalına yerleştirilmiştir. Planlanmamış görüşmelerde ve anketlerde hastane çalışanlarının talep ettiği gibi, personelin enfekte hastanın yanından ayrıldıktan sonra personel odasına gitmeden önce sterilizasyon odasına gelip tulum ve önlüklerini çıkarabilmelerini sağlamak için odadaki hasta yatağı kaldırılarak personelin eşyalarını bırakabilecekleri dolaplar ve giyinebilmeleri için bir giyinme kabini yerleştirilmiştir. Kabin içine kirlilerini atabilecekleri büyük dönüşüm kutuları, tuvalet içine de daha küçük çöpler için küçük çöp ve atık kutuları ve son olarak oda girişine dezenfektan yerleştirilmiştir.

Tablo 1. Hastane içi dönüşümler için uygulanan adımlar (The steps applied for in-hospital transformations)

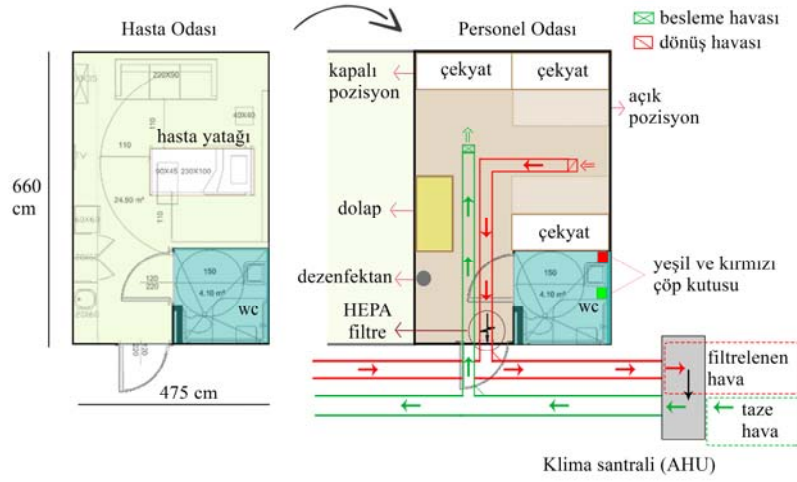
1	Klima santralinin ayrışmasına göre dönüştürülecek alanı belirlemek
2	İzolasyon alanı için ayrı bir giriş tanımlamak
3	Belirlenen yeni girişe göre sürüntü testi alanının konumunu belirlemek
4	İzole oda girişlerine tampon bölge yerleştirmek
5	Isı kazanımı yapılan mekanik sistemdeki her oda çıkışında ve her tampon bölge çıkışında havalandırma hattına bir HEPA filtre yerleştirmek
6	Odalar ve koridorlar için dezenfektan yerlerini belirlemek, ihtiyaç durumunda sayısını arttırmak
7	İzole odalar için hasta yatağı sayısını 1 ile sınırlandırmak
8	Personel için ayrıştırılmış dinlenme ve sterilizasyon odası belirlemek, gerekliliklere göre alanları düzenlemek
9	Personel odasına çekyatlar ve depolama alanı, sterilizasyon odasına depolama alanı ve giyinme kabini yerleştirmek
10	Personel dinlenme alanı tuvaletine, giyinme alanı tuvaleti ve kabinine çöp kutuları ve geri dönüşüm kutuları yerleştirmek



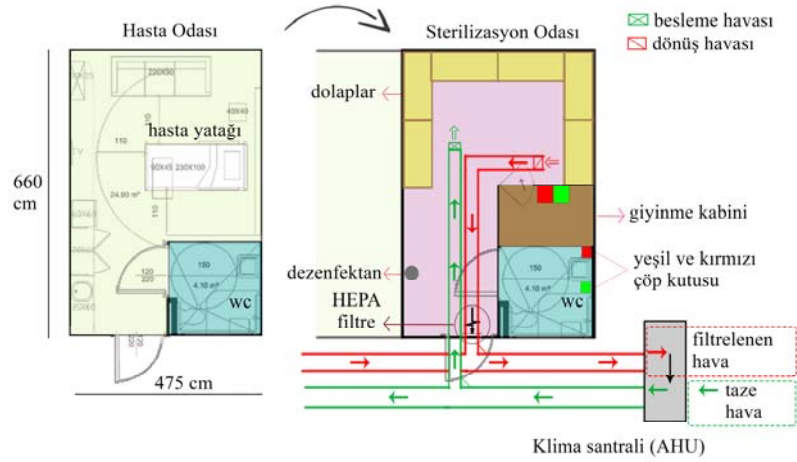
Şekil 10. Covid-19 pandemi sürecinde modüler hastaneler için yerleşim düzeni önerileri
(Layout arrangement proposals for modular hospitals in Covid-19 pandemic process) [39]



Şekil 11. Türkiye standartlarında bir hasta odasının izolasyon odasına dönüştürülmesi (Transforming a patient room to an isolation room according to the Turkish standards)



Şekil 12. Türkiye standartlarında bir hasta odasının personel odasına dönüştürülmesi (Transforming a patient room to a personnel room according to the Turkish standards)



Şekil 13. Türkiye standartlarında bir hasta odasının sterilizasyon odasına dönüştürülmesi (Transforming a patient room to a sterilization room according to the Turkish standards)

5. Sonuçlar (Conclusions)

Bu çalışmada salgın koşullarında enfeksiyonun yayılmasını önlemek için hastane iç mekânlarını dönüştürme yolları araştırılmış, bu doğrultuda mimarlar ve mühendislerle, doktorlar ve hemşirelerle, planlanmış ve planlanmamış röportajlar gerçekleştirilmiş, hastane çalışanları ve hastane yönetimiyle anket çalışması yapılmış, dünya genelinde Covid-19 süreci için tasarlanan modüler hastane tasarımlarının kriterleri öncesindeki bir çalışmada değerlendirilmiş [39], ve literatürde yer alan hastane içi yerleşim planlaması ve hava kalitesiyle ilgili verilen tüm elde edilebilen bilgiler incelenmiştir. Elde edilen bulgular doğrultusunda pandemi süreçlerinde uygulanabilecek hasta odası dönüşüm senaryoları önerilmiştir.

Yapılan bu çalışmanın her aşamasında, çalışmanın metot kısmında belirtildiği gibi, dönüşüm adımlarının belirlenmesi ve senaryoların kurgulanmasında ilgili profesyonellerle disiplinler arası toplantılar gerçekleştirilmiştir. Sonuç olarak, pandemi süreçlerinde enfeksiyonların yayılmasının önlenmesine dair hasta odalarının dönüşüm uygulamalarının başarıyla sonuçlanabilmesi amacıyla mekanik ve mimari planlamaların tutarlılığının sağlanabilmesinde rol alabilecek disiplinler arası bir çalışma tamamlanmıştır. Belirtilen önerilerin dikkate alınmasıyla hastane içi dönüşümler sonucunda hastane odalarının pandemi süreçleri için kullanıma uygun hale getirilebileceği düşünülmektedir. Sonuç bölümünde verilen T.C. Bakanlık hastane oda tipolojisinin çeşitlenebilir ve sadece tuvalet tefriş yön değişikliği ile farklı enfeksiyon koşullarında dönüşüme imkân verebileceği görülmektedir. Dönüşüme uygun tasarlanmak istenen branş hastaneleri dışındaki uygulamalarda izole odaya hızla dönüştürülebilecek salgın odalarını aynı kanatta toplayarak farklı giriş, ulaşım (asansör vb.), ve bu alanlara özel mekanik havalandırma sistemi tanımlamak hızlı dönüşümün kritik planlama gereklilikleri olarak bu çalışma ile sunulmuştur.

Yapılan dönüşüm önerileri temiz ve kirli hava sirkülasyonunun ayrıştığı dolaşım alanları sağlama, odaları izole alanlara daha kolay ve hızlı dönüştürebilme açısından avantaj sağlamakta ve bunun sonucunda daha hijyenik, işlevsel ve kontrollü alanlar sağlamaktadır. Çalışma kapsamında dönüşüm planlamaları için oda mekaniğinden başlanarak mekanik havalandırmanın ayrıştırılmasının yapılması önerilmektedir. Basit ön planlama öngörülerini ile dönüşüme uygun hastaneler tasarlanmanın uzun vadede kullanışlı ve ekonomik çözümler sunacağı bu çalışma kapsamında iş birliği içinde olunan çalışma ekibi tarafından beklenmektedir.

Gelecekteki çalışmalar için, gerekli izinler sağlanabilirse, daha fazla hasta kabul edebilen Şehir/Devlet Hastaneleri için dönüşüm senaryoları oluşturulabilir, dönüşüm maliyetleri hesaplanarak ekonomik geri-dönüş incelenebilir, mekanik sistemler izolasyon odaları ile entegre ya da benzer şekilde diğer mekanik sistemden tamamen ayrılmış halde alana özel çözümlenebilir, planlanmamış görüşmelerde ve anketlerde sağlık çalışanlarının belirttiği üzere salgın gereklilikleri sebebiyle yoğun bakımların sağlık çalışanları tarafından risksiz bir şekilde gözlemlenebilmesi için farklı malzeme kullanım varyasyonları incelenebilir. Genel yerleşim üzerinde daha çok dönüşüm çalışmaları yapılarak daha hızlı dönüştürülebilen ve farklı tipteki hastanelere sahip hastanelere uyarlanabilen dönüşüm önerilerinin planlanması yapılabilir. Bu sayede öngörülemez pandemi süreçlerinde izolasyon amaçlı alınacak önlemlerin uygulanabilmesi kolaylaşacaktır. Salgın hastalıklara ve doğal felaketlere uyumlu acil durum hastaneleri tasarlamak yerine, önerilen hastane içi dönüşümlerin uygulanmasıyla hem ekonomik açıdan kolaylık hem de zamandan tasarruf sağlanabilmesi mümkündür.

Teşekkür (Acknowledgement)

Bu çalışmada mekanik havalandırma planlarının analizinde ve hastane içi dönüşümlerde sağladığı katkılarından dolayı mekanik

tasarımcı TTM Mühendislikten Hakan Kocaova'ya, hastane havalandırma planlaması konusunda makine mühendisi Ekrem Evren'e ve hastane mimari planlaması konusunda mimar Gonca Ateş Öztürk'e, bilgilerini bizimle paylaştıkları için teşekkürlerimizi sunarız.

Kaynaklar (References)

1. World Health Organization. Maintaining essential health services: operational guidance for the COVID-19 context: interim guidance. <https://www.who.int/publications/i/item/WHO-2019-nCoV-essential-health-services-2020.1>. Yayın tarihi Temmuz 1, 2020. Erişim tarihi Aralık 10, 2020.
2. Chao C. T. H., HU J. S., Development of a dual-mode demand control ventilation strategy for indoor air quality control and energy saving, *Building and Environment*, 39 (4), 385-397, 2004.
3. Harvard Health. Preventing the spread of the coronavirus. <https://www.health.harvard.edu/diseases-and-conditions/preventing-the-spread-of-the-coronavirus>. Yayın tarihi Ocak 28, 2021. Güncellenme tarihi Mart 16, 2021. Erişim Tarihi Şubat 15, 2021.
4. Salonen H., Lahtinen M., Lappalainen S., Nevala N., Knibbs L.D., Morawska L., Reijula K., Physical characteristics of the indoor environment that affect health and wellbeing in healthcare facilities: A review, *Intelligent Buildings International*, 5 (1), 3-25, 2013.
5. Cheong K.W.D., Phua S.Y., Development of ventilation design strategy for effective removal of pollutant in the isolation room of a hospital, *Building and Environment*, 41 (9), 1161-1170, 2006.
6. World Health Organization. Infection prevention and control during health care when coronavirus disease (COVID-19) is suspected or confirmed. <https://www.who.int/publications/i/item/WHO-2019-nCoV-IPC-2020.4>. Yayın tarihi Mart 19, 2020. Erişim tarihi Aralık 10, 2020.
7. Centers for Disease Control and Prevention (CDC). Infection Control. <https://www.cdc.gov/infectioncontrol/guidelines/environmental/appendix/air.html>. Yayın tarihi Haziran 22, 2019. Erişim tarihi Mart 14, 2020.
8. Gürkan E.T., Mimari ve Mühendislik Projelerinde Koordinasyonun Önemi. <https://www.arkitera.com/haber/mimari-ve-muhendislik-projelerinde-koordinasyonun-onemi/>. Yayın tarihi Ocak 3, 2014. Erişim tarihi Mart 21, 2021.
9. Inan N., Yıldırım T., Interdisciplinary relations and synchronized-digital environment design abilities in architectural design process, *Journal of the Faculty of Engineering and Architecture of Gazi University*, 24 (4), 583-595, 2009.
10. Bluyssen P. M., The need for understanding the indoor environmental factors and its effects on occupants through an integrated analysis, *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, Bari-İtalya, 609 (2), 1-6, 5-7 Eylül, 2019.
11. Asadi I., Mahyuddin N., Shafiq P., A review on indoor environmental quality (IEQ) and energy consumption in building based on occupant behavior, *Facilities*, 35 (11-12), 684-695, 2017.
12. Mujan I., Anđelković A. S., Muncan V., Kljajić M., Ružić D., Influence of indoor environmental quality on human health and productivity - A review, *Journal of Cleaner Production* 217, 646-657, 2019.
13. Kim J., Hong T., Jeong J., Lee M., Lee M., Jeong K., Koo C., Jeong J., Establishment of an optimal occupant behavior considering the energy consumption and indoor environmental quality by region, *Applied Energy*, 204, 1431-1443, 2017.
14. De Giuli V., Da Pos O., De Carli M., Indoor environmental quality and pupil perception in Italian primary schools, *Building and Environment*, 56, 335-345, 2012.
15. Tham K. W., Indoor air quality and its effects on humans-A review of challenges and developments in the last 30 years, *Energy and Buildings*, 130, 637-650, 2016.
16. Kim H. H., Yeo I. Y., Lee J. Y., Higher attention capacity after improving indoor air quality by indoor plant placement in elementary school classrooms, *Horticulture Journal*, 89 (3), 319-327, 2020.
17. Lin B., Huangfu Y., Lima N., Jobson B., Kirk M., O'Keeffe P., Pressley S., Walden V., Lamb B., Cook D., Analyzing the Relationship between Human Behavior and Indoor Air Quality, *Journal of Sensor and Actuator Networks*, 6 (3), 13, 2017.
18. Kosonen R., Tan F., The effect of perceived indoor air quality on productivity loss, *Energy and Buildings*, 36, 981-986, 2004.
19. Schmitt M., Subjective Well-Being and Air Quality in Germany, *Social Science Research Network Electronic Journal*, 2013.
20. Lin L. K., Cai Y. S., Tsai Y. C., Analysis of hospital interior air quality audits, *MATEC Web of Conferences*, 119, 1-6, Taichung-Tayvan, 28 Ekim - 1 Kasım, 2017.

21. Spagnolo A. M., Ottria G., Amicizia D., Perdelli F., Cristina M. L., Operating theatre quality and prevention of surgical site infections, In Journal of Preventive Medicine and Hygiene, 54 (3), 131-137, 2013.
22. Lei Z., Liu C., Wang L., Li N., Effect of natural ventilation on indoor air quality and thermal comfort in dormitory during winter, Building and Environment, 125, 240-247, 2017.
23. Vijayan V. K., Paramesh H., Salvi S. S., Dalal A. A. K., Enhancing indoor air quality -The air filter advantage, Lung India, 32 (5), 473-479, 2015.
24. Tellier R., Aerosol transmission of influenza A virus: a review of new studies, Journal of The Royal Society Interface, 6, 783-790, 2009.
25. Brachman P. S., Infectious diseases—past, present, and future, International Journal of Epidemiology, 32(5), 684-686, 2003.
26. Colenberg S., Jylhä T., Arkesteijn M., The relationship between interior office space and employee health and well-being—a literature review, Building Research & Information, 1-15, 2020.
27. Nielsen P. V., Li Y., Buus M., Winther F. V., Risk of cross-infection in a hospital ward with downward ventilation, Building and Environment, 45(9), 2008-2014, 2010.
28. MacAllister L., Zimring C., Ryherd E., Environmental variables that influence patient satisfaction: A review of the literature, HERD: Health Environments Research & Design Journal, 10 (1), 155-169, 2016.
29. Fay L., Carll-White A., Schadler A., Isaacs K. B. & Real K., Shifting Landscapes: The Impact of Centralized and Decentralized Nursing Station Models on the Efficiency of Care, HERD: Health Environments Research and Design Journal, 10 (5), 80-94, 2017.
30. Gharaveis A., Kirk Hamilton D., Shepley M., Pati D. & Rodiek S., Design suggestions for greater teamwork, communication and security in hospital emergency departments, Indoor and Built Environment, 28 (8), 1126-1139, 2019.
31. Lee J. K., Jeong H. W., Rapid expansion of temporary, reliable airborne-infection isolation rooms with negative air machines for critical COVID-19 patients, American Journal of Infection Control, 48 (7), 822-824, 2020.
32. World Health Organization. Roadmap to improve and ensure good indoor ventilation in the context of COVID-19. 1-25, 2021. <https://www.who.int/publications/i/item/9789240021280>. Yayın Tarihi Mart 1, 2021. Erişim tarihi Mart 16, 2021.
33. Evren, E. Ekrem Evren ile Röportaj, İzmir, 18 Şubat, 2021.
34. Zhang Q., Cheng S., Cheng Q., Experience summary of a COVID-19 designated community hospital and its operation model, Panminerva Medica, 2020.
35. İşbilen C., DIN 1946-4 2008 Standardındaki Yenilik, Isıtma, Soğutma, Havalandırma, Klima, Yangın ve Sıhhi Tesisat Dergisi, 31-39, 2013.
36. ASHRAE. ASHRAE Standard 170-2017 Ventilation of Health Care Facilities. https://ashrae.iwrapper.com/ASHRAE_PREVIEW_ONLY_STANDAR DS/STD_170_2021. Erişim tarihi Mart 16, 2021.
37. Türkiye Cumhuriyeti Sağlık Bakanlığı, Türkiye Sağlık Yapıları Asgari Tasarım Standartları 2010 Yılı Kılavuzu. <https://sbu.saglik.gov.tr/Ekutuphane/Yayin/414>. Erişim tarihi Mart 16, 2021.
38. Phoenix Controls, Phoenix Controls Healthcare Sourcebook 5th edition, A.B.D., 1999.
39. Sönmez N., Terim Çavka B., Transformation of Hospital Areas in the world after Covid-19 Pandemy, Izmir Democracy University International Spatial Planning and Design Symposium'20, 273-297, 2020.

