

Sağlık Hizmet İlişkili Enfeksiyonların Önlenmesine Yönelik Gün Işığı Hijyen Teknolojisinin Etkinliğinin İncelenmesi

Investigation Of Daylight Hygiene Technology in Prevention of Healthcare Related Infections

Makale Türü: Araştırma

Mesut Ergün¹, Muhdedir Caner², Seyit Ali Peker³

Özet

Amaç; Hijyenik LED Light ışık kaynağının yüzey dezenfeksiyonundaki mikrobiyolojik etkinliğinin laboratuvar koşullarında *Staphylococcus aureus*, *Pseudomonasaeruginosa* bakterileri ve *Candidaalbicans* maya kültürleri üzerinde mikrobiyolojik etkinliğinin tespit edilmesi amaçlanmıştır.

Yöntem; Hijyenik LED Light ışık teknolojisinin farklı dalga boylarında mikroorganizmalar üzerindeki etkisi laboratuvar ortamında çalışılacak.

Bulgular; Hijyenik LED Light etkisiyle tüm materyallerde 15. dakika itibariyle mesafe farkı olmaksızın tüm mikrobiyal üremelerde inhibisyon görüldüğü tespit edilmiştir ($P \leq 0.005$). Sonuçlara göre, ışık kaynağının *Staphylococcus aureus*, *Pseudomonasaeruginosa* bakterileri ve *Candidaalbicans* maya kültürleri üzerindeki Minimum İnhibisyon Zamanı (MIT) 15 dakika olarak tespit edilmiştir.

Sonuç; Görünür bölgedeki Hijyenik LED Light kaynağının farklı materyaller üzerindeki dirençli deney suşları için alternatif bir antimikrobiyal ajan olarak kullanılabileceğini göstermektedir

Anahtar Kelimeler; Enfeksiyon, LED, Aydınlatma, Hijyen, Malpraktis

Summary

Aim; It is aimed to determine the microbiological effectiveness of the hygienic LED Light source in surface disinfection on *Staphylococcus aureus*, *Pseudomonasaeruginosa* bacteria and *Candidaalbicans* yeast cultures under laboratory conditions.

Method; The effect of hygienic LED Light technology on microorganisms at different wavelengths will be studied in a laboratory environment.

Results; With the hygienic LED Light effect, inhibition was observed in all microbial growths in all materials as of the 15th minute, regardless of distance ($P \leq 0.005$). According to the results, the Minimum Inhibition Time (MIT) of the light source on *Staphylococcus aureus*, *Pseudomonas aeruginosa* a bacteria and *Candidaalbicans* yeast cultures was determined as 15 minutes.

Conclusion; It shows that the Hygienic LED Light source in the visible region can be used as an alternative antimicrobial agent for resistant test strains on different materials.

Keywords; Infection, LED, Lighting, Hygiene, Malpractice

GİRİŞ

Ultraviole (UV) ışığı, radyo dalgaları, kızılötesi ışınlar, X-ışınları ve gamma ışınları gibi bir çeşit elektromagnetik radyasyondur, ancak floresan ışık kaynaklarına oranla daha az Elektromagnetik Interference (EMI) içerir. UV dalga boyu genel olarak üç alt banta ayrılır: UV-A ya da yakın UV (315-380 nm); UV-B ya da orta UV (280-315 nm), uzak UV (180-280 nm)¹. Tüm bakteriler ve funguslardaki fotodinamik inaktivasyon bu ışık tarafından hücre içi porfirinin aşırı uyarılması sonucunda oluşur. Söz konusu uyarılma, aşırı enerji transferine ve yüksek hücresel reaktif oksijen (ROS) moleküllerinin oluşumuna neden olur^{2,3}. Bu konuda yapılmış daha önceki çalışmalarda Gram pozitif bakteriler üzerinde, Gram negatiflere göre daha etkili olduğu rapor edilmişse de^{4,5}, 2016 yılında biyofilm oluşturabilen patojen 34 suş üzerinde yapılan bir çalışmada⁶, Gram negatif bakterilere karşı da etkin olduğu gösterilmiştir. Mavi ışık ise akne vulgaris tedavisinde, *Helicobacter pylori* üzerinde ve hastane enfeksiyon etkeni suşlarda test edilmiştir⁷. Ancak, çalışmaların hepsinde söz konusu bakteriler direkt olarak ışık kaynağı altında sabit zaman aralığında tutulmuş ve tekrar besiyerine ekimleri yapılarak koloni sayımlarıyla inhibisyon ölçümleri gerçekleştirilmiştir². Gerek çevresel patojenler gerekse hastane enfeksiyonlarında bakterisinin kendisi ile birlikte kontamine materyaller en önemli enfeksiyon kaynağıdır^{1,8}. Bu konuda yapılmış bir çalışmada 34 farklı suş, biyofilm oluşturmaları ve hastane enfeksiyonu

nedeniyle mavi ışık altında test edilmiş, ancak ışık uygulaması mikroorganizmaların Pepton-Broth Solution (PBS) içindeki solüsyonları üzerinde olmuştur⁶. Sağlık bakım hizmet sunumunda, sağlık hizmet ilişkili enfeksiyonlar (SHİE) ülkeler için en büyük sorunlar arasındadır. Sağlık bakım ilişkili enfeksiyonlar, hastalar yönünden mortalite, morbidite düzeylerinde artışa neden olmaktadır. Yataklı tedavi kurumları açısından bakıldığında ise çalışma veriminde azalmaya ve sağlık harcamalarında ciddi artışlara neden olmaktadır. Aynı zamanda kurum açısından da yüksek miktarda mali kayıplara sebep olmaktadır. Bu kayıpların önlenmesi hem hastaların mortalite oranlarının hem de ekonomik kayıpların etkin biçimde azaltılabilmesi için dezenfeksiyon, sterilizasyon enstrümanları kullanılmakta bu hususta çok yönlü çalışmalar ve eğitimler gerçekleştirilmektedir. Hastane enfeksiyonları maliyet analizinde, sadece “direkt hastane maliyetleri”nin içindeki otelcilik, laboratuvar, radyoloji, eczacılık hizmetleri hastaya girişimsel işlemler gibi ‘ölçülebilir maliyetler’ değerlendirmeye alınmaktadır⁹. Fakat hasta yakınlarının süreç içerisindeki maddi ve manevi mağduriyetleri maliyet hesabına dahil edilmemektedir.

Kurumlar bilinenin çok üzerinde kayba uğramaktadır. Dünya Sağlık Örgütü verilerine göre, gelişmiş ülkelerde %7 oranında hastane enfeksiyonu görülmekte olup, gelişmemiş ülkelerde kayıt sistemi yeterli olmamakla

birlikte %10 hastane enfeksiyonu görüldüğü belirtilmiştir¹⁰. Yapılan başka bir analizde de Malezya'daki 800 yataklı bir üniversite hastanesinde SHİEprevalansı %13,9, tedavisi için öngörülen antibiyotiklerin maliyetinin yılda 521000 ABD doları olduğu tahmin edilmektedir. Hindistan'da bir hastanede kardiyak cerrahi hastalarında hastane kaynaklı kan dolaşımı enfeksiyonu ile ilişkili maliyetlerin ortalaması 22873 ABD doları, enfekte olmayan hastalarla karşılaştırıldığında vaka başına 14818 ABD dolarını aşan maliyet görülmektedir. Arjantin'de birçok yoğun bakımda, kateter ilişkili kan dolaşımı enfeksiyonu ve SHİpnömoni için toplam ekstra maliyet tahminleri, vaka başına sırasıyla 4888 ABD doları ve 2255 ABD dolarıdır¹¹. Sağlık hizmet ilişkili enfeksiyonların %70' i önlendiğinde maliyetin 25-31,5 milyar dolar daha düşük olacağı bildirilmiştir¹². Avrupa ülkelerinde %7.1 görülen hastane enfeksiyonları, 4 milyon hastayı 4.5 milyon epizotla etkilemekte, yıllık yaklaşık 16 milyon gün ekstra yatış gününe neden olmakta, buna bağlı olarak 37000 ölüm gerçekleşmektedir. Avrupa'da direkt tedavi maliyetleri yıllık 7 milyar euro olarak bildirilmiştir¹². Ülkemizde farklı kurumlarda yapılan çalışmalarda; Hacettepe Üniversitesi Tıp Fakültesi Hastanesi'nde hastane enfeksiyonu nedeniyle hastaların hastanede kalış süresinin hasta başına yaklaşık 20 gün uzadığı ve hasta başına maliyetin 1582 dolar arttığı bildirilmiştir¹³. GATA'da 2008 yılında yapılan çalışmada, hastane enfeksiyonları nedeniyle yatış süresinin ortalama 16.1 gün arttığı, mortalitenin %14.5 daha fazla görüldüğü belirlenmiş, hasta başına

5544 YTL(4435dolar) ek maliyet olduğu tespit edilmiştir. Hastane enfeksiyonlu hastaların günlük olarak 130,4 dolar ek harcamaya neden olduğu ilaç maliyet artışının %84'ünün kullanılan ilave antibiyotiklerden kaynaklandığı belirlenmiştir¹⁴.

Poliklinikler, hastaneler ve sağlık tesisleri içinde birçok multidisipliner hizmetlerin olduğu karmaşık yapıda işletmelerdir. Alınan mevcut önlemlere beraber inovatif hijyen LED olarak adlandırılan aydınlatma sistemleri, bu karmaşık işletmelerin içerisindeki hijyen süreçlerini desteklemekte ve hijyenin sürekli bir şekilde yürütülmesini sağlamaktadır. Hijyen; Türk Dil Kurumu'na göre sağlığa zarar verecek ortamlardan korunmak için yapılan uygulamalar ve temizlik önlemlerinin tamamı olarak tanımlanmıştır. Hijyenin sağlanmasıyla, kişiler patojen mikroorganizmalardan ve parazitlerden arınmış olduğu için herhangi bir bulaşıcı hastalığı da başkalarına bulaştırmazlar¹⁵. Endüstrileşmeyle devasa şehirlerin kurulması bulaşıcı hastalıklar için uygun nüfus büyüklüğünü sağladığı gibi, kötü barınma, beslenme ve hijyen şartları, çevre kirlilikleri (su, hava ve toprak kirlilikleri), tıbbi müdahale ve bakım enfeksiyonları ile enfeksiyon hastalıkları zirve yapmıştır¹⁶. İnsan sağlığını olumsuz etkileyen bu tür zararlı mikroorganizmalar, başta hastaneler, okullar, diğer kamu kurumları, toplu taşıma ve alışveriş merkezlerinde yoğun şekilde bulunmaktadır. Sağlığımızı olumsuz etkileyen bu durumları ortadan kaldırmak ancak yeni teknoloji geliştirmekle mümkün olabilir. Hijyenik LEDLight (HLL) Sistemleri ile ameliyathaneler, yoğun bakım üniteleri başta

olmak üzere tüm genel konumların sürekli ve düzenli olarak koruma altına alınması sağlanır.

HLL Kullanmanın Nedenlerini

Bir hastanede veya sağlık kuruluşunda, hatta tüm yapılarda aydınlatmaya ihtiyaç duyulmaktadır. Hastaneler başta olmak üzere bu yapıların büyük çoğunluğunda hijyen ihtiyacı gerekmektedir. Zaten halihazırda bir aydınlatma armatürü kullanımı zorunlu olması sebebiyle bu armatürlerin binaların planlanmasında ya da sonradan değişim gerekmesi hallerinde HLL teknolojisine sahip aydınlatma armatürleriyle planlanması ya da değişimi hem hijyen maliyetini düşürecek hem de uzun yıllar devamlılığını sağlayacaktır. Hijyen LED teknolojisi'nin UV'den farklı olarak aydınlatma yerine de kullanılabilir olması, hem enerji tasarrufu elde etmek hem de zararlı mikroorganizmalar üzerindeki etkilerine bağlı olarak insan sağlığının korunması ve ülke ekonomisine katkılarından dolayı tercih sebebi olmalıdır. Ayrıca Hijyen LED aydınlatma sistemi kullanılarak hastanelerdeki aydınlatma işlemlerindeki hataları en aza indirecek uluslararası standartları sağlamak, enfeksiyon riskini en aza indirmek, post-op müdahale sonrası hastane enfeksiyonlarına bağlı iyileşme süresinin uzamasını engellemek ve tüm bu sebeplerden dolayı açılacak davalardan sağlık çalışanlarını korumak amacıyla tercih edilmelidir.

HLL Avantajları

✓ HLL aydınlatma armatürleri, aydınlatma ve beraberinde anti bakteriyel temiz ışık teknolojisine sahiptir. Geliştirilen inovatif HLL aydınlatma armatürü kendi

alanında dünya da bir ilk olup, görünür bölgedeki ışık dalga boylarında özel frekanslı devresi sayesinde, patojen mikroorganizmaların üremesini, yayılmasını ve hastalık yapıcı etkilerini azaltarak salgın dönemlerinde ve biyolojik savunma için de kullanılabilir niteliğe sahiptir.

✓ UV lambalar gibi toksik Ozon (O₃) gazı salınımına sebep olmaz. ABD Çevre Koruma Ajansı / Environmental Protection Agency (EPA) ve Amerikan Gıda ve İlaç Dairesi / Food and Drug Administration (FDA) tarafından 0,005 ppm üzerindeki Ozon'untoksik gaz sınıfında olduğu beyan edilmiş, bu kapsamda yapılan ozon gazı ölçümlerinde HLL'nin 0,001 ppm değerinde salınım sağladığı ve toksik gaz sınıfında yer almadığı raporlandırılmıştır¹⁷.

✓ HLL hastanelerin aydınlatma ve otomasyon sistemlerine uyumludur. Montaj için ilave bir masraf gerektirmez.

✓ Aydınlatma kalitesi yönünden floresan armatürlere göre %10,3 kaliteli aydınlatma sağlarken, enerji verimliliği yönünden ise %57-78 tasarruf sağlar¹⁸.

Mevcut Hijyen Uygulamalarının Dezavantajları;

✓ Dezenfektanlar kimyasal maddelerdir. Zararlı, tahriş edici, yakıcı veya aşındırıcı olabilirler.

✓ Ortamda bulunan organik materyal, kir ve yağ, dezenfeksiyonu olumsuz etkiler.

✓ Normal kullanılan dezenfektanlar kısa süreli etkiye sahip olduğundan sürekli tüketimi zorunlu kılar.

✓ Bazı kişiler dezenfektanlara karşı daha duyarlı veya alerjik olabilir. Deri döküntüleri,

kontakt dermatit veya nadir vakalarda solunum güçlüğü (astım) gelişebilir¹⁹.

✓ Bu ışınlar ya insan olmayan ortamlarda kullanılmalıdır ya da kullanım alanlarında kapalı sistemler içine yerleştirilerek UV lambaları ile insan maruziyeti engellenmelidir¹⁹.

✓ UV radyasyonu aynı zamanda "tam kanserojen" olarak da sınıflandırılır çünkü hem bir mutajen hem de spesifik olmayan bir zarar verici ajandır ve hem bir tümör başlatıcı hem de bir tümör promotörü özelliklerine sahiptir²⁰.

✓ Göz aşırı UV radyasyonuna maruz kalırsa, fotokeratit, göz kapağında kızarıklık, katarakt, güneş retinopatisi ve retina hasarı dâhil olmak üzere birkaç ciddi sonucun meydana gelmesi muhtemeldir²¹.

✓ UV dozu (İnsan Maruziyet Sınırı) Threshold Limit Value (TLV)'yi aşarsa, şiddetli güneş yanığı benzeri reaksiyonlar başlayarak ciltte "güneş yanığı hücrelerine" yol açabilir. UV koruyucu gözlükler ve eldivenler gibi uygun kişisel koruyucu ekipmanların kullanımına ek olarak, çocuk kilidi ve hareket sensörleri gibi bazı güvenlik özelliklerinin sağlanması ve ayrıca UV'ye maruz kalan alan için bir kalkan tasarlanması, insan maruziyet olasılığını önemli ölçüde azaltabilir²¹.

✓ UV ışımasının ışınlanmış materyallerin (yani polimerler) bozulmasına neden olduğu bilinmektedir. Bu tür bir bozulma, yüzeyde virüsle etkileşime girebilecek ve yerinde mutasyona neden olabilecek radikaller oluşturarak materyal yapısını ayırabilir ve ışınlanmış materyalin ömrünü kısaltabilir²².

✓ Hava dezenfeksiyon uygulaması için UV dezenfeksiyonu uygulamak üzere

tasarlanan sistemler, çalışmalarında ozon üretebilir; ozon maruziyeti riski, insanların varlığında uzak UV-C ışınlaması için genel bir güvenlik değerlendirmesine dâhil edilmelidir²³.

✓ UV'nin plastik ve vinil malzemelerde bozulmaya yol açması, kumaş ve boyada solukluk oluşturması da istenmeyen etkileridir. Etki mesafesi de kısıtlı olup 1-2 metre ile sınırlıdır.

✓ Ayrıca ortam ısısından da etkilenmektedir. UV ile dezenfeksiyon sadece ışınların doğrudan temas ettiği yüzeylerde etkilidir¹⁹.

Amaç; Hijyenik LEDLightışık kaynağının yüzey dezenfeksiyonundaki mikrobiyolojik etkinliğinin araştırılması amacıyla laboratuvar koşullarında yapılmış olup, ışık kaynağı etkinliğinin *Staphylococcus aureus*, *Pseudomonasaeruginosa* bakterileri ve *Candidaalbicans* maya kültürleri üzerinde mikrobiyolojik etkinlik test çalışması ile tespit edilmesi amaçlanmıştır.

Materyal-Metod; Mikrobiyolojik etkinlik testi için referans standart suşlar (*P.aeruginosa* ATCC15442, *S.aureus* ATCC 6538, *C.albicans* ATCC 10231) kullanılmıştır. Mikroorganizmanın üretiminde kimyasal besiyerleri, seri dilüsyonların yapılması ve mikroorganizma solüsyonlarının, bakteriler için üretim besi yeri ve mayalar için üretim besi yeri hazırlanmıştır. Besiyeri için kullanılan 37 °C ve 25 °C'deki etüvlerin, ışık kaynağı uygulama alanları için mikromodel oluşturacak şekilde iç hacimleri hesaplandı 25°C'lik etüv hacmi: 105x55x48 cm; 37°C'lik etüv hacmi: 50x50x50 cm). Bu ölçüleri optimum koşullarda aydınlatacak HLL ışık kaynağı etüvlere monte

edilmiştir. Işık kaynağı farklı özelliklerdeki patojen bakteri ve mayalar üzerinde farklı etkilere sahip olabileceğinden 2 bakteri, 1 maya türü ile çalışılmış ve her deney seti, her mikroorganizma için ayrı olarak kurulmuştur. Işık kaynağının farklı ortamlarda, farklı mikroorganizmalarla kontamine olmuş farklı materyaller üzerinde etkisini görmek için cam, kumaş, metal ve plastik kullanılmış, söz konusu materyaller 2x2 cm boyutlarında hazırlanarak deney öncesi steril edilmiştir. Işık kaynağının kullanılacağı sıcaklık büyük önem arz etmektedir. Söz konusu bakterilerin üreme sıcaklıkları 25°C dir. Bu derecenin altında üremeleri hiçbir etken olmasa dahi yavaşlamaktadır. Dolayısıyla ışık kaynağının 25°C deki etkisi aktif etkinliğini gösterecektir. Farklı mikroorganizmaların mesafe farklılığını ortadan kaldırmak ve standardize etmek için her mikroorganizmanın ışık kaynağına olan uzaklığı ve sıcaklığı sabit tutulmuş ve 25°C -15 cm olarak belirlenmiştir. Böylelikle ışık kaynağına yakın olan Raf 1 ile ışık arası 15 cm iken, Raf 2 ile ışık kaynağı arasında 30 cm ayarlanmıştır. Işık kaynağının belirli bir etkinlik süresi için deher bir deney seti 15 dk, 30 dk, 1 saat, 6 saat, 24 saat ve 48 saatlik sürelerle ışığa maruz bırakılmış ve başlangıca göre mikroorganizma sayıları karşılaştırılmıştır. Süre denemeleri her suş için, farklı her materyalle, Raf 1 ve Raf 2 mesafelerinde test edilmiştir.

1. Aşama; Mikroorganizma Canlandırma ve Başlangıç Mikroorganizma Yükünün Belirlenmesi

Mikroorganizmalara ait her bir deney süresi 5 iş günü olarak belirlenmiştir. Canlandırma için

ilgili mikroorganizma canlandırma besi yerine ekim yapılmış ve 37°C de 24 saatlik inkübasyona kaldırılmıştır. İnkübasyon bitiminde seyreltici olarak tuzlu-peptonlu su kullanılarak test süspansiyonun sayımı için 10^{-1} ve 10^{-7} 'lik seyreltiler hazırlanmıştır. Başlangıç mikroorganizma sayısının değişmemesi tespit için iki yöntem kullanılmıştır.

1. Yöntem: Her mikroorganizma test süspansiyonundaki bakteri sayısı 1.5×10^8 kob/mL olacak şekilde spektrofotometre 620 nm dalga boyunda, absorbans değeri *P.aeruginosa* ATCC15442 için (300 ± 10), *C.albicans* ATCC 10231 için (1250 ± 100) bulanıklık ayarı yapılmıştır²⁴. Tüm deneylerde mikroorganizma yükü $1,5 \times 10^8$ olarak belirlenmiş test süspansiyonunun *P.aeruginosa* ATCC15442, *S.aureus* ATCC 6538 için 10^{-6} *C.albicans* ATCC 10231 için 10^{-5} seyreltmeler kullanılmıştır.

2. Yöntem: Her dilüsyon tüpünden 0,1'er mL örnek alınarak Improved Neubauer lamında sayım yapılmış ve sulandırma faktörü ile çarpılarak mililitredeki mikroorganizma sayısına ulaşılmıştır. Aynı şekilde tüm deneylerde 10^{-6} tüpündeki mikroorganizma yükünün $1.5-2 \times 10^8$ olduğunu gösterilmiştir. Mikroorganizma yükünün tayini, Hemositometre Total Sayım Yöntemi ve Spektrofotometrik Yöntem kullanılarak gerçekleştirilmiştir^{25,26}. Her iki yöntemden elde edilen sonuçların birbiriyle örtüşmesi mikroorganizma yükünü teyit etmiştir.

2. Aşama; Materyallerin Kontamine Edilmesi

Her materyal (cam, kumaş, metal ve plastik) steril koşullarda, steril numune kaplarına

yerleştirilerek 1'er ml mikroorganizma solüsyonu ile kontamine edilmiştir. Her materyal 2 tekrarlı olarak çalışılmıştır. Her materyal 25°C'deki uygulamalar ve Raf 1 ve Raf 2 için ayrı ayrı hazırlanmıştır.

3. Aşama;

a. Materyallerin İnkübasyona Kaldırılması

Materyaller ışık kaynaklarının bulunduğu etüvün (25°C) Raf 1 ve Raf 2 sine kaldırılmış ve ilk süre olan 15 dk'nın sonunda her materyal kabından 0,1'er ml alınarak besiyerlerine sıvıdan katıya yayma ekim yapılmıştır. Ekim yapılan petripler 37°C'de inkübasyona kaldırılmıştır. Aynı işlemler 30 dk, 6 saat 24 saat ve 48. saatte de tekrarlanmıştır. Uzun süreli inkübasyon sonucu materyallerde meydana gelen kurumalarda, o zaman aralığına kadar materyalden kaç mL ekim yapıldıysa, geriye kalan miktar kadar yıkama yapılarak, mikroorganizmaların ekstra yıkanmaları önlenmiştir. Her zaman aralığına ait mikroorganizma sayım plakları 24 saat inkübasyonda tutulmuştur.

b. Kontrol ve Besiyeri Petriplerinin Hazırlanarak İnkübasyona Alınması

Materyallerin kontaminasyonuna paralel şekilde her bir mikroorganizma için ışık kaynağı altına 25 °C deki uygulamalar;

Boş besi yeri deney (BBD): Etüvlerin ve hazır besiyerlerinin sterilliğinin kontrolü ve saprofit mikroorganizmalara karşı ışık etkisi

Boş besi yeri kontrol (BBK): Etüvlerin ve hazır besi yerlerinin sterilliğinin kontrolü

Açığa bırakılmış besi yeri deney (AÇBD): 30 dk açığa bırakılmış besi yerine düşebilecek

saprofit mikroorganizmalar üzerinde ışığın etkisi.

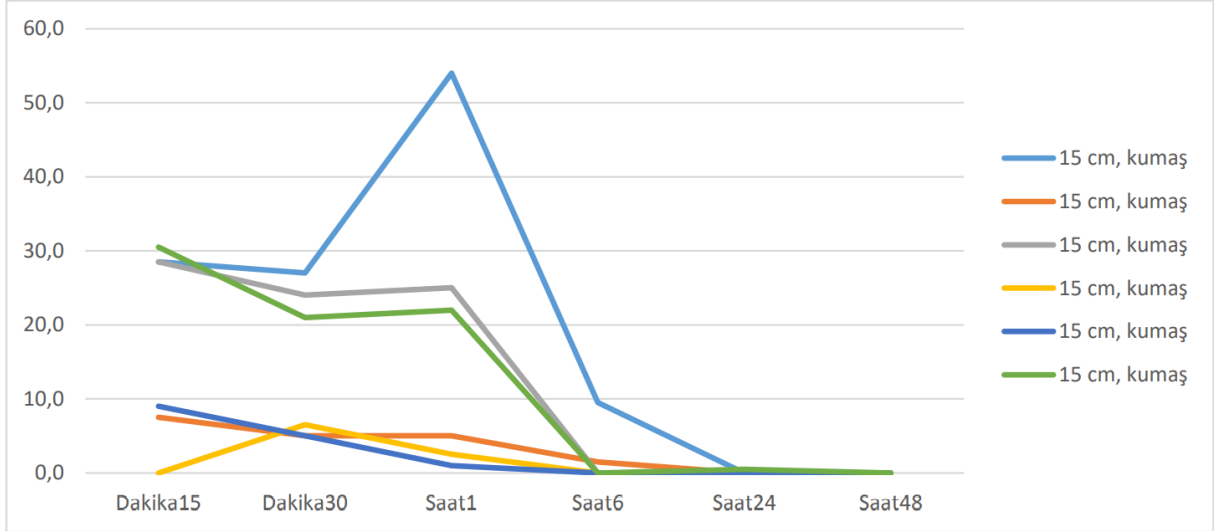
Açığa bırakılmış boş besi yeri kontrol (AÇBK): 30 dk açığa bırakılmış besi yerine düşebilecek saprofit mikroorganizmalar kontrol.

Kontrol Kontrol (KK): Hiçbir işleme tabi tutulmamış ve ekimi yapılmış mikroorganizma

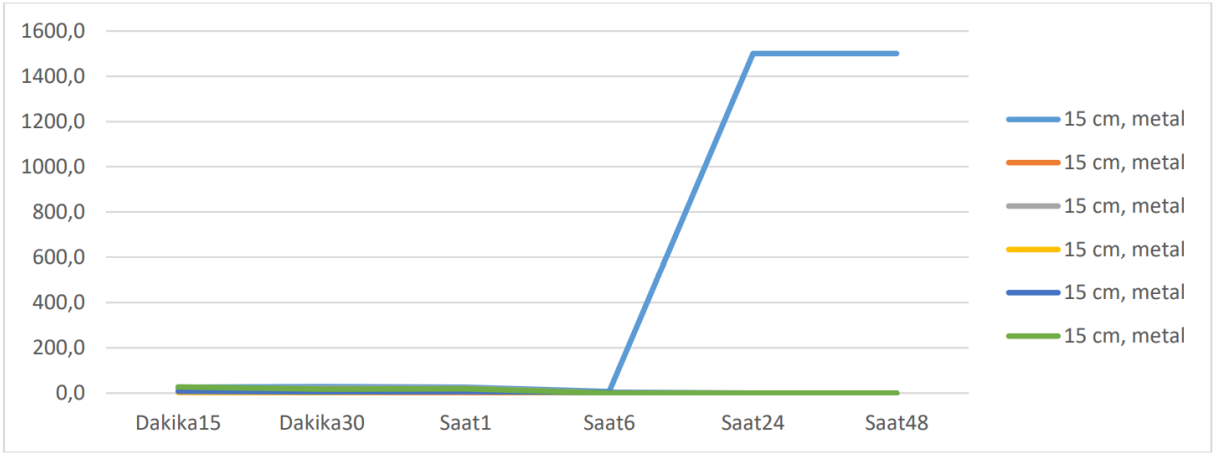
Kontrol Deney (KD): Hiçbir işleme tabi tutulmamış ve ekimi yapılmış mikroorganizmaya ışığın etkisi

İstatistiksel analizlerde Repeated Measurement ANOVA testi uygulanarak istatistikî değerlendirme The Package For Social Sciences (SPSS V 21) yapılmıştır. İstatistiksel karşılaştırmalarda $p < 0,05$ olan sonuçlar istatistiksel olarak anlamlı kabul edildi.

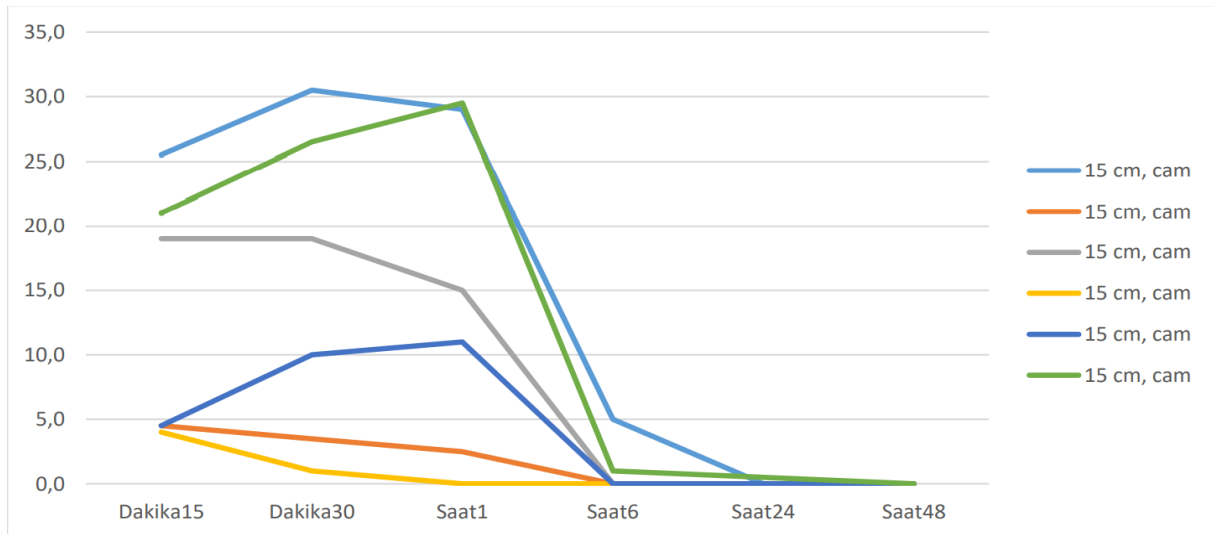
Bulgular; Mikroorganizma sayısının çoğalması durumunda ışık kaynağının etkisinin tespiti için, başlangıç mikroorganizma yükü: $1,5 \times 10^8$ CFU dur. Deneylerde çalışılan dilüsyon konsantrasyonu: $10^{-6} = 1500$ CFU dur. Işık kaynağı farklı özelliklerdeki patojen bakteri ve mayalar üzerinde farklı etkilere sahiptir. *P. aeruginosa*, *S. aureus* ve *C. albicans* üzerindeki inhibisyon etkisi açıktır. Materyaller arasındaki fark da istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($p < 0,05$). Elde edilen bulgular grafiksel olarak yorumlandığında, zamana, sıcaklık derecelerine, materyallere ve mikroorganizmaya göre ışık kaynağının bakteri üremelerindeki inhibisyon etkisi açıkça görülmektedir. *S. aureus* için en iyi tutunulan ve direnç gösterilen materyal kumaş ve cam iken, *P. aeruginosa* için metal ve plastiktir, *C. albicans* içinse bu durum metal ve kumaş olarak tespit edilmiştir.



Grafik 1. Işık kaynağına 15 cm uzaklıkta 25°C sıcaklıklarda kumaş materyali üzerinde mikroorganizma üreme inhibisyonları



Grafik 2. Işık kaynağına 15 cm uzaklıkta 25°C sıcaklıklarda metal materyali üzerinde mikroorganizma üreme inhibisyonları



Grafik 3. Işık kaynağına 15 cm uzaklıkta 25°C sıcaklıklarda cam materyali üzerinde mikroorganizma üreme inhibisyonları

Materyaller, penetrasyon açısından mikroorganizmaya göre farklılık gösterse degenel bir sıralama yapılacak olursa, sonuçlar metal, cam, kumaş ve plastik şeklinde materyalleri mikroorganizma tutma özelliklerine göre büyükten küçüğe sıralamaktadır. Etkinlik tablosu (Tablo 1)

Tablo1: Etkinlik tablosu

TÜRKİYE HALK SAĞLIĞI KURUMU TÜKETİCİ GÜVENLİĞİ DAİRESİ VE ARAŞTIRMA LABORATUVARLARI								
ÇALIŞMA SONUÇLARI								
25 DERECE ODA ISISINDA YAPILAN ÇALIŞMALAR(%İNHİBİSYON)								
PATOJEN BAKTERİ	YÜZEY	DAKİKA 0	DAKİKA 15	DAKİKA 30	SAAT 1	SAAT 6	SAAT 24	SAAT 48
<i>Staphylococcus aureus</i> ATCC 6538	Kumaş	100,0%	-100,0%	-99,0%	-99,8%	-100,0%	-100,0%	-100,0%
	Cam	100,0%	-99,8%	-99,9%	-100,0%	-100,0%	-100,0%	-100,0%
	Metal	100,0%	-99,5%	-99,8%	-99,7%	-100,0%	-100,0%	-100,0%
	Plastik	100,0%	-99,9%	-100,0%	-99,9%	-100,0%	-100,0%	-100,0%
<i>Pseudomonas aeruginosa</i> ATCC 15442	Kumaş	100,0%	-98,1%	-98,7%	-98,6%	-100,0%	-100,0%	-100,0%
	Cam	100,0%	-98,5%	-98,3%	-98,4%	-99,9%	-100,0%	-100,0%
	Metal	100,0%	-98,3%	-98,7%	-98,8%	-100,0%	-100,0%	-100,0%
	Plastik	100,0%	-98,2%	-98,5%	-98,5%	-99,9%	-100,0%	-100,0%
<i>Candida albicans</i> ATCC 10231	Kumaş	100,0%	-99,5%	-99,6%	-99,9%	-100,0%	-100,0%	-100,0%
	Cam	100,0%	-99,5%	-99,6%	-99,6%	-100,0%	-100,0%	-100,0%
	Metal	100,0%	-99,4%	-99,6%	-99,7%	-99,9%	-100,0%	-100,0%
	Plastik	100,0%	-99,5%	-99,7%	-99,8%	-99,9%	-100,0%	-100,0%

Başlangıçta 25°C oda ısısında %100,0 olan mikroorganizma yükünün 0-48 zaman aralıklarında materyaller üzerinde mikroorganizmalar reaksiyon hızının azaldığı veya tamamen yok olduğu görülmüştür (Tablo 1). HLL etkisiyle tüm materyallerde 15.dakika itibariyle 25°C’de mesafe farkı olmaksızın mikrobiyal üremelerde inhibisyonun istatistiksel olarak anlamlı olduğu görülmüştür (P≤ 0.005).

İstatistiksel olarak ışık kaynağı etkisiyle tüm materyallerde tüm mikrobiyal üremelerde inhibisyon görülmüştür (p≤0.005). Bu veriler HLL farklı materyaller üzerindeki dirençli patojen mikroorganizmaları bertaraf etmek için etkin biçimde kullanılabileceğini göstermektedir.

Tablo 2. Artan mikrobiyal yüke karşın Temiz Işık etkisi altındaki koloni sayıları

Dilüsyon Oranı	<i>S. aureus</i>			<i>P. aeruginosa</i>			<i>C. albicans</i>		
	25°C	37°C	Kontrol	25°C	37°C	Kontrol	25°C	37°C	Kontrol
10 ⁻²	***	Az yoğun	Yoğun	***	Az Yoğun	Yoğun	***	Az yoğun	Yoğun
10 ⁻³	***	Az yoğun	Yoğun	***	Az Yoğun	Yoğun	***	Az yoğun	Yoğun
10 ⁻⁴	***	Az yoğun	Yoğun	***	Az Yoğun	Yoğun	***	748	940
10 ⁻⁵	***	Az yoğun	2160	***	712	1968	***	90	106
10 ⁻⁶	***	0	318	***	110	340	***		

Işık kaynağının mikroorganizmaların aktif ürettiği besiyerleri üzerinde de inhibe edici etkisi kanlı agara yapılan ekimler de *P. aeruginosa*' da % 63 ve % 67 (1968 CFU kontrol petriyelerindeki koloni sayısı % 100 olarak kabul edildiğinde, ışığa maruz kalan petriyelerde 712 CFU'ya düşmüş, $712 \times 100 / 1968 =$ % 36,1'lik bir üremeyi diğer bir deyişle % 63'lük bir inhibisyonu göstermiştir. Aynı türdeki hesaplamalar tüm petrilere uygulanmıştır) oranlarında, *C. albicans*'da ise % 15 ve % 20 oranlarında inhibisyona sebep olmuştur. Diğer bir deyişle kan, serum vb. ortamlarda bile ışığın etkili olduğunu göstermektedir (Tablo 2). İstatistiksel açıdan da anlamlı fark olduğu bulunmuştur ($p \leq 0.005$).

Hijyenik LED Işık Teknolojisinin Mikrobiyal Yüke Etkisine yönelik yapılan çalışmada; HLL altında 30 testin ikisinde çok az (3-4 koloni) üreme olduğu, normal LED altında 30 testin sekizinde üreme olduğu görülmüştür. Yüzeylerdeki yükün belirlenmesine yönelik HLL altında 30 testin dördünde, normal ışık altında 30 testin dokuzunda üreme olduğu görülmüştür. *E.coli* suşlarınıninokule edilerek HLL altında 20 testin 13'ünde normal, normal LED altında 20 testin tamamında üreme olduğu görülmüştür. HLL ve LED üreme miktarları değerlendirildiğinde HLL altındaki üremenin LED ışığa göre %80-90 daha az olduğu tespit edilmiştir.

Tartışma

Patojen mikroorganizmalar ne kadar çok ise bulaş riski o kadar yüksek olacaktır. Mikroorganizmalar gözle görülemedikleri için çok temiz gibi görünen alanlarda bile aslında ölümcül sonuçlara sebep olabilecek düzeyde

yerleşip üreyerek hastalık yaymaya devam etmektedir. Hastalanma oranı ne kadar yüksek ise tedavi ve ilaç giderleri aynı oranda yüksek olacaktır. Bu alanda ışığın farklı dalga boyları kullanılarak ışığın SHİE'leri üzerine farklı çalışmalar yapılmıştır.

Maclean ve ark. yaptığı çalışmada yüksek yoğunluklu dar spektrumlu ışık kullanılarak hastane izolasyon odasının dekontaminasyonunda enfekte olan odaların bu yöntem kullanıldığında %56 ile %86 arasında bakteri yükünün azaldığı belirtilmiştir⁸.

Maclean ve ark. başka bir çalışmada mor-mavi ışık, özellikle 405 nm ışık, çok çeşitli bakteri ve mantar patojenlerine karşı önemli antimikrobiyal özelliklere sahiptir ve mikrop öldürücü etkinliği UV ışığından daha düşük olmasına rağmen, bu sınırlama, dolu ortamlarda güvenli, sürekli kullanım olanağıyla dengelenir. Hastane denemelerinde dezenfeksiyon etkinliği konusunda umut verici sonuçlar elde edilmiştir, ancak bu teknolojinin SHİE'larınazaltılması üzerindeki tam etkisi henüz belirlenmemiştir²⁷. William ve ark.'larının yaptığı çalışmada "mavi" ve "beyaz" ışık altında yaptıkları çalışmada bakteri sayısında önemli ölçüde azaldığı ve "mavi" ışık 72 saat sonra daha düşük üreme olduğunu belirtmişlerdir²⁸.

Bu çalışmada HLL ışık kaynağının yüzeylerdeki yükün etkisine bakıldığında 25°C oda ısısında %100,0 olan mikroorganizma yükünün 0-48 saat zaman aralıklarında materyaller üzerinde mikroorganizmalar reaksiyon hızının azaldığı veya tamamen yok olduğu görülmüştür. HLL etkisiyle tüm materyallerde 15.dakika itibariyle 25°C' de mesafe farkı olmaksızın mikrobiyal üremelerde

inhibisyonun olduğu görülmüştür. HLL farklı materyaller üzerindeki dirençli patojen mikroorganizmaları bertaraf etmek için etkin biçimde kullanılabilirliğini göstermektedir.

Ayrıca bu çalışmada artan mikrobiyal yükü karşı HLL altındaki mikroorganizmaların aktif ürettiği besiyerleri üzerinde inhibe edici etkisinin %20 ile %67 arasında etkili olduğu gösterilmiştir. Buda bizlere HLL nin 25°C de kan, serum gibi biyolojik örneklerdeki üremeyi engellediğini göstermektedir.

Dezenfekte edici ışıkların kullanılması, dezenfeksiyonu takiben yüzeylerde mikrobiyal yeniden büyümeyi önlediği veya azalttığı gösterilmiştir. Bu ışık kaynaklarının insanlar üzerine etkisinin olduğunu gösteren sınırlı çalışma olmasına rağmen, bu kaynakların yüzeyler ve insanlar için güvenli olduğu bulunmuştur²⁹. Hastane ortamlarında yüzeylerin genellikle tam olarak dezenfekte edilmediği ve yeniden kontaminasyonun hızla gerçekleştiği dikkate alındığında ya sürekli dezenfeksiyon yöntemleri ya da kalıcı antimikrobiyal etkinliğe sahip dezenfektanlar geliştirilmelidir.

Sonuç

Hastane ortamlarında yüzeylerin genellikle tam olarak dezenfekte edilmediği ve yeniden kontaminasyonun hızla gerçekleştiği dikkate alındığında ya sürekli dezenfeksiyon yöntemleri ya da kalıcı antimikrobiyal etkinliğe sahip dezenfektanlar geliştirilmelidir. HLL teknolojisinin; sağlık hizmeti ilişkili enfeksiyonların önlenmesinde dezenfeksiyon amacıyla kullanılabilirliği düşünülmektedir.

Kaynaklar

1. Maclean M, McKenzie K, Anderson JG, Gettinby G, MacGregor SJ. 2014. 405 nm light technology for the inactivation of pathogens and its potential role for environmental disinfection and infection control. *J. Hosp. Infect.* 88(1):1-11.
2. Dai T, Gupta A, Murray CK, Vrahas MS, Tegos GP, Hamblin MR. 2012. Blue light for infectious diseases: Propionibacterium acnes, Helicobacter pylori, and beyond? *Drug Resist. Updat.* 15(4):223-236.
3. Maclean M, Macgregor SJ, Anderson JG, Woolsey GA. 2008. The role of oxygen in the visible-light inactivation of Staphylococcus aureus. *J. Photochem. Photobiol. B* 92(3):180-184.
4. Maclean M, MacGregor SJ, Anderson JG, Woolsey G. 2009. Inactivation of bacterial pathogens following exposure to light from a 405-nanometer light-emitting diode array. *Appl. Environ. Microbiol.* 75(7):1932-1937.
5. Murdoch LE, McKenzie K, Maclean M, Macgregor SJ, Anderson JG. 2013. Lethal effects of high intensity violet 405-nm light on Saccharomyces cerevisiae, Candida albicans, and on dormant and germinating spores of Aspergillus niger. *Fungal Biol.* 117(7-8):519-527.
6. Murdoch LE, Maclean M, Endarko E, MacGregor SJ, Anderson JG. 2012. Bactericidal effects of 405 nm light exposure demonstrated by inactivation of Escherichia, Salmonella, Shigella, Listeria, and Mycobacterium species in

liquidsuspensionsand on exposedsurfaces. TheScientific World Journal 2012:137805.

7. Maclean M, Murdoch LE, MacGregor SJ, Anderson JG. 2013. Sporicidaleffects of high-intensity 405 nmVisibleLight on endospore-formingbacteria. Photochem. Photobiol. 89(1): 120-6

8. Maclean M, Macgregor SJ, Anderson JG, Woolsey GA, Coia JE, Hamilton K, Taggart I, Watson SB, Thakker B, Gettinby G. 2010. Environmentaldecontamination of a hospitalisolationroomusinghighintensitynarrow-spectrumlight. J. Hosp. Infect. 76(3):247-251

9. <https://www.ftrdergisi.com/uploads/sayilar/207/buyuk/103-1082.pdf>

10. YaelWaknineHospitalInfectionsCostBillions, StudyShows, Medscape, September 03, 2013

11. World HealthOrganization, (WHO). 2011. "Report on theBurden of EndemicHealthCare-AssociatedInfectionWorldwide." WHO Library Cataloguing-in-Publication Data 40

12. Scott II RD Thedirectmedicalcost of Health-CareAssociationInfection U.S HospitalsandBenefits Of Prevention 2009

13. Yalçın NA, Hayran M, Ünal S. Hastane enfeksiyonlarınınfarmakoekonomik yönden incelenmesi: Hacettepe deneyimi. Hastane İnfeksiyonları Dergisi 1997;1:46-9

14. Özbek G.Bir Eğitim Hastanesinde Hastane Enfeksiyonlarının Maliyet Analizi Enfeksiyon Hastalıkları Ve Klinik Mikrobiyoloji Anabilim Dalı Hastane Enfeksiyonları Yüksek Lisans Tezi, 2008

15. Çeker, E. &Töman, U. (2019). Mikroorganizma ve Hijyen Kavramlarına

Yönelik Gelişimsel Bir Araştırma. İhlara Eğitim Araştırmaları Dergisi, Cilt: 4, Sayı:1, Sayfa: 53-72

16. Türkiye Bilimler Akademisi, 2020, Covid- 19 Küresel Salgın Değerlendirme Raporu, Ankara, Prof. Dr. Şeker M.,

17. <https://www.govinfo.gov/content/pkg/FR-2015-10-26/pdf/2015-26594.pdf>

<https://www.fda.gov/medical-devices/safety-communications/potential-risks-associated-use-ozone-and-ultraviolet-uv-light-products-cleaning-cpap-machines-and>

18. Marmara Üniversitesi, 2017, Hijyenik LED Aydınlatma Sistemleri "Temiz Işık" Teknik Raporu, Prof. Dr. Esmer K.

19. Dezenfeksiyon Antisepsi Sterilizasyon Rehberi, 2019, www.das.org.tr

20. D'Orazio, J .;Jarrett, S .; Amaro-Ortiz, A .; Scott, T. UV Radyasyonu ve Cilt . Int. J. Mol. Sci. 2013 , 14 , 12222 , DOI: 10.3390 / ijms140612222

21. RaeiszadehM.,BabakAdeli, A Critical Review on UltravioletDisinfectionSystemsagainst COVID-19 Outbreak: Applicability, Validation, andSafetyConsiderations, ACS Photonics 2020, 7, 11, 2941–2951 PublicationDate:October 14, 2020 <https://doi.org/10.1021/acsp Photonics.0c01245>

22. Jo, H ; Batı, AM ;Teska, PJ ; Oliver, HF ; Howarter, Hızlandırılmış Dezenfeksiyon Protokolünden Erken Başlangıç Yüzey Hasarının JA Değerlendirmesi . Antimicrob. Diren. Infect. Kontrol 2019 , DOI: 10.1186 / s13756-019-0467-9

23. Welch, D;Buonanno, M .; Grilj, V .; Shuryak, I .; Crickmore, C .; Bigelow, AW ;

Randers-Pehrson, G .; Johnson, GW ; Brenner, DJ Far-UVC Light: Havadan Kaynaklanan Mikrobiyal Hastalıkların Yayılmasını Kontrol Etmek İçin Yeni Bir Araç . Sci. Rep. 2018 DOI: 10.1038 / s41598-018-21058-w

24. Saraç, S. (2009). Yüksek Lisans Tezi. Sanayide Kullanılan Dezenfektan ve Antiseptik Maddelerin Antimikrobiyal Etkinliğinin Araştırılması. Biyoloji Anabilim Dalı, Marmara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, Türkiye

25. Mikrobiyolojide Sayım Yöntemleri; 2. Baskı. Prof. Dr. VelittinGürgün, Doç. Dr. Kadir Halkman. 1990.Gıda Teknolojisi Derneği Yayın no 7. Ankara.

26. <https://acikders.ankara.edu.tr/pluginfile.php/26122/mod>

27. Maclean M. et al. Lighttechnologyfortheinactivation of pathogensanditspotential role

forenvironmentaldisinfectionandinfectioncontrol. Journal of HospitalInfection. 2014. 88(1); 1-11 doi:

<https://doi.org/10.1016/j.jhin.2014.06.004>

28. William A., Kanamori H, GergenMF., Sickbert-Bennett EE., Sexton DJ. , Anderson DJ., Laux J. , WeberDJ.Concise CommunicationAntimicrobialactivity of a continuousvisiblelightdisinfectionsystemandthe CDC PreventionEpicenters Program. Infection Control &HospitalEpidemiology (2018), page 1 of 4 doi:10.1017/ice.2018.200.

29. Bache SE, Maclean M, Mac Gregor SJ, Anderson JG, Gettinby G, Coia JE, Taggart I. Clinicalstudies of thehigh-intensitynarrow-spectrumlightenvironmentaldecontaminationsystem (HINS-light EDS) forcontinuousdisinfection in the burnunit in patientandoutpatientsettings. Burns2012;38:69–76.