



## TANITIM BÜLTENİ

Muayenehane Işıklandırmasında Işık Yayan  
Diyotların Kullanımı



**İÇİNDEKİLER**

ARKA PLAN .....	3
BU TANITIM BÜLTENİNİN AMACI .....	3
DENTAL ÇALIŞMA IŞIKLARININ ÖNEMLİ BİLEŞENLERİ .....	4
Işık Miktarı.....	4
Işık Kalitesi.....	4
Renk.....	5
İlişkili Renk Sıcaklığı .....	5
Kromatisite.....	6
Renk Geriverim Endeksi.....	6
Işık Tutarlılığı ve Eşit Dağılım .....	7
Gölgeleme .....	7
Işıkla Polimerize olan Kompozit Malzemeler ile Uyumluluk.....	8
DENTAL IŞIĞIN DİĞER ÖNEMLİ BİLEŞENLERİ.....	9
DENTAL IŞIKLA İLGİLİ ERGONOMİK ÖZELLİKLER .....	9
Görüş Netliği ve Doğru Aydınlatma .....	9
Işığın Konumlandırılması.....	10
Kolay ve Sezgisel Çalışan Işık Kontrolleri .....	11
Enfeksiyon Kontrolü.....	11
Sorunsuz Deneyim .....	11
Estetik .....	11
LED'LERİN TEMEL ÖZELLİKLERİ, AVANTAJLARI VE DEZAVANTAJLARI .....	12
Dental Çalışma Işıklarında LED'lerin Avantajları .....	12
Dental Çalışma Işıklarında LED'lerin Dezavantajları.....	13
KAYNAKÇA .....	14

### ARKA PLAN

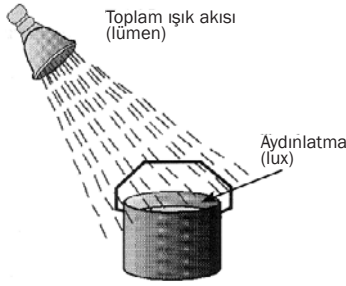
Işık yayan Diyot (LED) teknolojisi, son yirmi yıl içinde çok çeşitli sektörlerde ve uygulamalarda kullanılan geleneksel aydınlatma teknolojilerinin (örn. akkor ampul, florasan vs.) yerini hızlı bir şekilde almaktadır. LED tabanlı ışıkların doğasında bulunan potansiyel avantajlar (yüksek ışık çıkışı; renk, tayf ve ışık şiddeti esnekliği; düşük radyant ısı; daha uzun kullanım ömrü; kompakt boyut ve daha düşük güç tüketimi) bu teknolojiyi oldukça ilgi çekici kılmaktadır.

Son beş yıl içerisinde üst segmentteki LED'lerin kalitesi ve performansı, bu teknolojinin dental çalışma ışığı uygulamalarına adapte edilmesini sağlayacak noktaya ulaşmıştır. Günümüzde, LED'lerin kullanıldığı dental çalışma ışıkları geliştiren ve pazarlayan bazı dental ekipman üreticileri bulunmaktadır.

Rakip ürünlerin eleştirel bir değerlendirmesi yapıldığında, üreticilerin üst segmentteki halojen ampul tabanlı ışıklardan daha başarılı ürünleri henüz ortaya koyamadıkları görülmektedir. Ancak dental sektör içerisinde, hem üreticiler hem de diş hekimleri tarafından LED teknolojisine giderek artan bir ilgi gösterilmektedir. LED teknolojisinde yapılacak geliştirmeler ve yenilikler, önümüzdeki 5 – 10 yıl içinde, dental ışık pazarında halojen ampul tabanlı ışıkları piyasadan silmese bile büyük ölçüde yerini alacaktır.

### BU TANITIM BÜLTENİNİN AMACI

Bu tanıtım bülteninin üç hedefi vardır: Öncelikle diş hekimleri topluluğundaki uzmanları, dental çalışma ışıklarının temel koşulları konusunda eğitmeyi amaçlar. İkinci olarak, LED teknolojisinin kullanılmasının bu koşullar göz önüne alındığında ne gibi faydaları ve dezavantajları olduğu açıklanmaktadır. Üçüncüsü ve en önemlisi, paylaşılan bilgiler dental uygulamalar için kaliteli dental ışık çözümleri edinirken, sağlam temelli önerilerin verilmesini veya kararların alınmasını sağlayacaktır.



Şekil 1

**Öncelikli öneme sahip olan konu, ışığın oral kavitedeki performansıdır.**

## DENTAL ÇALIŞMA IŞIKLARININ ÖNEMLİ BİLEŞENLERİ

Öncelikli olarak, tüm dental ışıklar diş hekiminin en kaliteli diş tedavisini en yüksek üretkenlikle gerçekleştirmesine imkân tanınmalıdır. Bu hedeflere ulaşmak için, dental ışığın yeterli miktarda, kalitede ve tutarlılıkta ışık iletmesi gerekir. Bu ölçütler genel olarak nitelikseldir ve kişilere göre farklılık gösterebilirler, bu nedenle aydınlatma performansını daha nesnel ölçütlerle tanımlamak uygun olacaktır.

### Işık Miktarı

Oral kavitenin aydınlatılması söz konusu olduğunda, ışık miktarını belirli bir alandaki toplam ışık olarak düşünmek faydalı olacaktır (Şekil 1).

Işık miktarı “aydınlanma”<sup>1</sup> terimiyle tanımlanır ve genellikle lux (lümen/m<sup>2</sup>) birimiyle ölçülür, ancak ayak-mum olarak da ifade edilebilir.

Başarılı bir ışığın genel olarak oral kaviteyi tam olarak aydınlatabilmesi için, yeniden konumlandırma gerektirmeksizin 90 – 100 mm yükseklikte 150 – 160 mm genişlikteki bir alanı kapsaması ve bunun yanında göz yorgunluğunu azaltmak için çevreyi de aydınlatabilmesi gerekir. Çoğu dental uygulama için gerekli olan aydınlatma düzeyleri, 8.000 lux’un altından başlayarak (örn. ışıkla polimerize olan kompozit restorasyonlarda kullanılan beyaz ışık) oral kavitenin arkasında endirekt görüş tekniğiyle yapılan prosedürlerde ve su soğutmalı preperasyon işlemlerinde (örn. üst arktaki ikinci azıdişinde kavite hazırlama) 30.000 lux’a kadar çıkabilir.

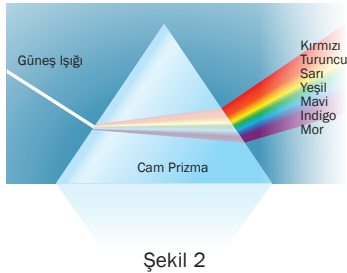
Bu aydınlatma aralığı diğer birçok ofis uygulamasına göre yüksek olsa da, yukarıda verilen örnekteki gibi zorlu prosedürler için uygun bir değerdedir. Ancak, bütün uygulamaların bu miktarda ışık gerektirmediğini de belirtmek gerekir ve uzun vadeli göz sağlığını korumak amacıyla dental ekip yalnızca gereken miktarda ışık kullanmaya özen göstermelidir. ([Doğru aydınlatma düzeylerinin seçilmesi hakkında daha fazla bilgi almak için, 9. sayfadaki Dental Işıklı İlgili Ergonomik Özellikler bölümüne bakın.](#))

### Işık Kalitesi

İnsanların ağız sağlığı teşhislerinin ve tedavilerinin önemi konusunda giderek daha bilinçli olmaları ve bunun yanında doğal ve estetik görünüme sahip restorasyonların yoğun talep görmesi, dental ışıkların kalite performansının büyük ölçüde yükselmesine neden olmuştur.

<sup>1</sup> ISO 9680'e göre maksimum aydınlatmanın en az %75'ini sağlaması gereken 50 mm x 25 mm'lik bir alan olmalıdır; ancak çoğu dental ışık üreticisi, hastanın ağızını ve yanaklarını daha etkin şekilde aydınlatmak için daha geniş ışık paternleri üreten ışıklar kullanmaktadır.

**Hastanın ağzından yansıyan (yani algılanan) ışığın kalitesi ancak ışık kaynağından iletilen ışığın kalitesi kadar iyi olabilir.**



Onlarca yıldan bu yana diş sağlığı uzmanları ve diş endüstrisi, diş hekimlerinin ağız sağlığı teşhisi koyarken ve sağlıklı dokuları hastalıklı veya hasarlı dokulardan ayırt ederken, oral kavitenin aydınlatılmasında kullanılması gereken en uygun rengin nötr beyaz olduğu konusunda büyük ölçüde hemfikirdirler.

Bu yüzden dental ışık üreticileri, doğal güneş ışığını mümkün olduğu kadar iyi taklit edebilen ürünler tasarlamak için çaba göstermişlerdir. Bunun nedeni doğal güneş ışığının geniş, iyi dengelenmiş bir renk tayfı veya tayfsal güç dağılımı sağlaması ve insan gözünün bir nesnenin “gerçek” rengini algılayabilmesi için güneş ışığını ideal aydınlatma kaynağı olarak kabul etmesidir. Bir ışık kaynağı güneş ışığı kalitesine ne kadar yaklaşırsa, diş hekiminin oral kavitenin durumunu doğru şekilde gözleme olanağı da aynı ölçüde artmaktadır. Daha basit ifade etmek gerekirse, hastanın ağzından yansıyan ve diş hekiminin gördüğü ışığın kalitesi ancak ışık kaynağından iletilen ışığın kalitesi kadar iyi olabilir.

### Renk

Öznel olarak bakıldığında, dental ışığın temel amaçlarından birisi dokuları doğal bir şekilde aydınlatmaktır ve bunu sağlamak için en iyi yöntem beyaz ışık kullanmaktır. Burada belirtilmesi gereken önemli bir nokta, insan gözünün beyaz ışık olarak algıladığı şeyin aslında görünür ışığın tüm renklerinin dengesini (yani, dalga boylarını) içeren bir ışık olduğudur. Bu renk dengesi, bir kaynak tarafından üretilen ışığın tayfsal güç dağılımı ile ifade edilir.

Tayfsal güç dağılımı (Şekil 2), bir ışık kaynağının renk karakteristiklerinin parmak izi olarak kabul edilebilir. Işık kaynağının renk içeriği hakkında tam bir bilgi içerirse de, ışık kaynağını kullanırken genel renk görünümünden bahsetmek veya renkleri ayırt etmek için basit ve kolay yorumlanabilecek bir yöntem teşkil etmez. Bir ışık kaynağının renk karakteristiklerini daha kolay bir şekilde tasvir edebilmek amacıyla, aydınlatma sektöründe yaygın olarak kullanılan bazı ölçütler bulunmaktadır: İlişkili renk sıcaklığı, kromatisite ve renk geriverim endeksi.

### İlişkili Renk Sıcaklığı

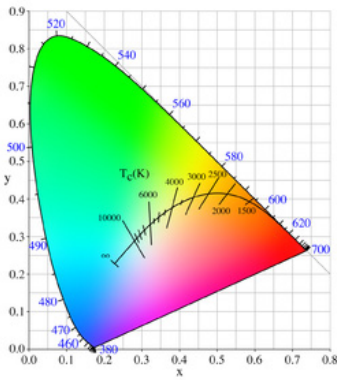
Bir ışık kaynağının algılanan rengi genellikle İlişkili Renk Sıcaklığı (CCT) olarak ifade edilir. Renk sıcaklığı konsepti, kütlenin yeterince yüksek bir sıcaklığa ısıtıldığında ışık yayması olgusuna dayanmaktadır. Işığın rengi Kelvin ölçeği (K) ile ölçülen sıcaklığa göre belirlenir, bu da ışık ile renk arasındaki ilişkiyi ifade eder. Şekil 3'te, ideal siyah cisim ışığı olarak ifade edilen bu bağlantı gösterilmektedir. Gerçekte çoğu ışık kaynağı ideal siyah cisim ışığına renkleri ile uyuşmaz, ancak eşleştiği en yakın nokta belirlenebilir; belirli bir sıcaklıkta ideal siyah cisim rengi ile tam olarak örtüşmeyebileceğini ifade etmek için bu noktaya ilişkili renk sıcaklığı adı verilir.

Bu yöntem bazı sebeplerden ötürü kafa karıştırıcı olabilir, bu nedenle renk sıcaklığı ile ilgili belirtilmesi gereken bazı önemli noktalar bulunmaktadır.



Şekil 3

**Doğal beyaz ışık 5.000K değerinde CCT'ye sahiptir, bu nedenle dental ekipman üreticilerinin çoğu bu değerde olan veya bu değere yakın ışıklar sunmaktadır.**



Şekil 4

Öncelikle, insanlar yaygın olarak ışığın gerçekten bu sıcaklıkta çalıştığını düşünürler. Işığın mutlaka bu sıcaklıkta çalışması gerekmez (tüm metalik elementler içinde en yüksek erime noktasına sahip olan Tungsten 3.695 K sıcaklıkta erir). İkinci olarak, insanlar kırmızı renkleri genellikle “sıcak” ve mavi renkleri de “soğuk” olarak ifade ederler. Bunun tam tersine, mavi ışık kırmızı ışığa göre daha yüksek bir CCT'ye karşılık gelir.

CCT bir ışığın ne kadar sıcak veya soğuk görüldüğünü belirlemek için kullanışlı bir ölçektir, ancak tek başına bir ışığın renk kalitesiyle ilgili tüm bilgileri sağlamaz. Bu durum, özellikle de filamanın parlayana kadar ısıtılmasına dayanmayan LED'ler gibi ışık kaynakları için geçerlidir, çünkü rengin siyah cisim ışıyıcısı tarafından üretilen renklerden önemli ölçüde farklılık göstermesi mümkündür.

### Kromasitise

LED ışıklar akkor ışık kaynaklarından farklı şekilde çalıştıkları için, beyaz ışığın rengini tam olarak açıklamasında CCT'nin tek başına kullanılması yetersiz kalmaktadır. Bu nedenle Kromasitise koordinatlarını kullanmak faydalı bir yaklaşımdır.

Siyah cisim ışıyıcısının yaydığı renklerle sınırlı olan CCT'den farklı olarak, Kromasitise tüm renkleri kapsar. Her koordinat çiftinin tek ve belirli bir rengi tanımladığı iki boyutlu Kromasitise diyagramlarının çizilmesinde kullanıldığı bazı sistemler bulunmaktadır. Yaygın olarak kullanılan bir örnek, Şekil 4'te gösterilen (x, y) Kromasitise koordinat sistemidir. X ve y için bir değer belirlenmesiyle bir rengin tam olarak tanımlanması mümkündür.

Yanda verilen şekilde, ideal siyah cisim ışıyıcısının oluşturduğu renkleri temsil eden eğimli bir çizginin de bulunduğu dikkat edin. Kısa ve düz çizgiler CCT'nin sabit kaldığı hatları belirtir. Şekilde aynı zamanda CCT'nin renk kalitesini belirtmekte nasıl yetersiz kaldığı da gösterilmektedir. 6.000K kontur çizgisini inceleyin. Çizginin siyah cisim ışıyıcısı eğrisini kestiği noktadaki renk neredeyse beyazdır. 6.000K çizgisinden yukarı doğru çıktığımızda daha yeşil bir ışık oluşurken, 6.000K çizgisi boyunca pembe renkli ışığın oluştuğunu görüyoruz.

Kromasitise koordinatları, ışık kaynağının renginin CCT'den daha kapsamlı bir şekilde tanımlanmasını sağlar. Kromasitise koordinatları, Şekil 4'teki örnek gibi bir diyagram olmaksızın, çoğu kişinin belirli bir kromatiklik koordinatı çiftinin hangi rengi temsil ettiğini kolaylıkla anlayamamasına neden olan bir kısıtlamaya sahiptir.

### Renk Geriverim Endeksi

CCT ve Kromasitise bir ışık kaynağının renk görünümü özelliklerini göstermeyi hedeflerken, renk geriverim endeksi (CRI), bir ışık kaynağının çeşitli nesnelerin renklerini yeniden üretirken, ideal veya doğal bir ışık kaynağı ile karşılaştırıldığında ne kadar başarılı olduğunun ölçülmesini sağlar. Daha önce belirtildiği üzere, güneş ışığı bir nesne tarafından yansıtılan tüm renkleri



Yüksek CRI Kaynağı Düşük CRI Kaynağı

Şekil 5

doğru olarak geri verecek şekilde, tüm ışık renklerini (yani, ışık dalga boyları) yeterli düzeylerde içerir. Şöyle ki, beyaz güneş ışığında bulunan kırmızı ışık bileşeni tonun bütün özelliklerini, yani dişetlerindeki tamamen kırmızı renkli olan dokuyu veya bir gülümseme (Şekil 5) gibi yaygın olarak karşılaştığımız bir görüntüdeki renk çeşitliliğini algılamamızı sağlar.

Güneş ışığının mükemmel renk geriverimi sağladığı kabul edilir ve CRI değeri 100'dür. Bu nedenle, oral kavitenin durumunun doğru şekilde görülebilmesini sağlayacak en iyi imkânı yaratmak için, dental ışığın mümkün olduğunca yüksek bir CRI'ya (ve bunun yanında doğru renge ve uygun aydınlatmaya) sahip olması gerekir.

Quartz halojen ampul ve dikroik yansıtıcı ile birlikte kullanılan A-dec 6300 Işık gibi geleneksel ışık tasarımları, +95 CRI değerinde bir ışığı tutarlı bir şekilde sağlayabilir. Ancak LED tabanlı dental çalışma ışıkları genellikle buna eşdeğerde bir CRI sağlayamamaktadır. Daha kesin açıklamak gerekirse, piyasada giderek artan sayıda 90 veya daha üstü CRI değerine sahip ürün bulunmaktadır, ancak 5.000K'da 80 CRI'nın altında kalan ışıklar da mevcuttur.

İnsan gözünün yüksek uyum yeteneği nedeniyle, düşük bir CRI'ya sahip ışık kullanmanın klinik etkileri kesin olarak belirlenememiştir; ancak araştırmalara göre yüksek CRI'ya sahip ışıklar (örn., ~90 veya üzeri) oral kavite içindeki dokuların daha kesin ve tam olarak görülmesini sağlamaktadır.

### Işık Tutarlılığı ve Eşit Dağılım

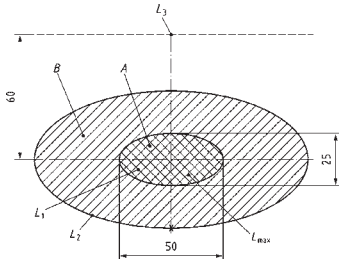
Işık paterninin genel tutarlılığı (Şekil 6) ışık performansındaki farklılıkları daha da artırmaktadır. Aydınlatmaya bağlı olarak, ışık paterninin açık ve eşit dağılıma sahip bir merkez bölümü olması ve ilgilenilen hedef bölgeyi tutarlı şekilde aydınlatması gerekir.

Belirgin farklılığa sahip bölgeler arasında yeniden odaklanmanın neden olduğu göz yorgunluğunu azaltmak için, paternin kenarlarında ışık düzeylerinin kademeli olarak azalması ve yumuşaması gerekir. [\(Ayrıca bkz. Dental Işıklarla İlgili Ergonomik Özellikler, sayfa 9.\)](#)

Ayrıca ışığın oluşturduğu paternin hastanın gözlerinde oluşan kamaşmayı da etkin şekilde kontrol etmesi gerektiği belirtilmelidir. ISO Standardı (ISO 9680) ışık paterninin merkezinden 60 mm uzaklıktaki hatta (yani, ağız ile gözlerin yatay eksenini arasındaki yaklaşık mesafe) yöneltilen veya burada dağılan ışığın 1.200 lux'u aşmaması gerektiğini belirtir. İyi bir dental ışığın bu eşğin altında çalışması gerekir, ancak bazı LED tabanlı ışıklar da dahil olmak üzere tüm ışıkların bu koşulu karşılamadığını belirtmek gerekir.

### Gölgeleme

Dental ekibin sağlıklı bir duruşu koruması ve üretkenliğini yükseltmesi için, dental ışığın mükemmel gölgeleme performansı sağlaması gerekir. Işık başlığı, ışık alanı engellendiğinde gereğinden fazla gölge oluşmamasını veya



Şekil 6

ISO 9680:2007 Tarafından Belirlenen Işık Paterni

A İç aydınlatma alanı

B Dış aydınlatma alanı

**Işık kaynağı en az 150 mm'lik bir alana yayılmalı ve ışık paterni “stadyum” etkisi oluşturmaktadır.**

aydınlatmanın önemli ölçüde azalmamasını sağlayacak şekilde tasarlanmalıdır; aksi halde dental ekip daha yavaş çalışmak, ışığı yeniden konumlandırmak veya ergonomik olmayan bir pozisyonda çalışmak zorunda kalacaktır.

Uygun bir gölgeleme performansı elde etmek için, dental ışık başlığının yatay ve dikey yönlerde yeterince geniş olmalı ve böylelikle ışığı engelleyen nesnelere (bir alet veya eller gibi) rahatsız edici gölgeler oluşturmamalıdır. Işık başlığı ile oral kavite arasındaki 700 mm'lik standart mesafede, ışık kaynağının en az 150 mm'lik bir alana yayılması ve ışık paterninin “stadyum” etkisi oluşturması gerekir. Bunu sağlamak için yeterince büyük olan bir reflektör veya geniş bir alana dağılan ışık gözleri kullanılmalıdır.

### **Işıkla Polimerize olan Kompozit Malzemeler ile Uyumluluk**

Modern diş hekimliği alanında, fotobaşlatıcıyla kullanılan dental malzemelerde bir patlama yaşanmıştır. Işıkla polimerize olan kompozit reçineler bunlar arasında en fazla dikkat çekenidir ve doğal estetik görünüşleri, gelişmiş uygulama kolaylığı ve civa temelli amalgam dolguların yarattığı sorunlar olmaksızın gelişmiş mukavemet ve dayanıklılık göstermeleri sayesinde son derece popülerdirler.

Işıkla Polimerize olan dental malzemelerde (kompozit restorasyonlar, yapıştırıcılar, ortodontik braket yapıştırıcıları vs.) en sık olarak kullanılan fotobaşlatıcı kamforokinondur. Kamforokinon mavi aralıkta (500 nm dalga boyu altında görünür ışık) sertleştiği için, parlak beyaz bir dental ışığın erken sertleşmeye neden olması mümkündür. Bunun nedeni beyaz ışığın mavi tayf ışığını da içermesidir. Erken sertleşme oluşması durumunda, yapılan restorasyonlar zayıf olabilir (boşluklar ve kusurlar içerir) veya diş hekiminin malzemeyi çıkarıp işleme yeniden başlaması gerekebilir.

Işıkla Polimerize olan dental malzemelerin popülerliğini göz önüne alındığında, dental ışıkların bu gibi uygulamalarla büyük ölçüde uyumlu olması gerektiği görülmektedir. Işık üreticileri geleneksel olarak ürettikleri halojen tipteki dental ışıklarda, kullanıcının ışık gücünü azaltmasını sağlayan bir ışık şiddeti ayarlama olanağı sunmaktadır. Bu yaklaşım diş hekimlerinin polimerizasyon yapılacak reçine dolguları uygulama ve sertleştirme süresini uzatabilmekte, ancak erken sertleşme tepkisinin oluşması ihtimalini ortadan kaldırmamaktadır. Sonuç olarak birçok diş hekimi risk almak yerine ışığı başka yöne çevirmeyi veya çalışma ışığı olmadan prosedürü gerçekleştirmeyi tercih etmektedir.

LED tabanlı teknoloji bu sorunun ortadan kaldırılması için özellikle uygundur. LED'ler dahil olmak üzere, tüm beyaz ışıklar içerdikleri mavi ışık nedeniyle sertleşmeyi tetikleyebilir; bir ışık başlığında birden fazla LED'in kullanılması, ışık paternindeki mavi ışığı azaltacak (çok renkli LED'lerin birlikte kullanılmasıyla) veya tamamen ortadan kaldıracak (filtreler veya beyaz olmayan LED'ler kullanılarak) bir ışık modunu mümkün kılar. Elbette ki ışık paterni bu durumda beyaz olmayacaktır, ancak restorasyon işleminin önemli adımları sırasında diş hekiminin oral kaviteyi tamamen görmesini sağlayacaktır.



## DENTAL IŞIĞIN DİĞER ÖNEMLİ BİLEŞENLERİ

Bir dental ışığın en önemli özelliği kuşkusuz oral kaviteyi aydınlatma performansdır; ancak bir dental çalışma ışığının gerçekten başarılı olarak değerlendirilmesi için, dental ekibin ve çalışma ortamının diğer bazı gereksinimlerini de karşılaması gerekmektedir. Başarıyla uygulandığı zaman; ergonomi, enfeksiyon kontrolü, ürünün sorunsuz kullanılabilmesi ve estetik görünüm gibi özellikler bir dental ışığın değerinin katlanmasını sağlar.

## DENTAL IŞIKLA İLGİLİ ERGONOMİK ÖZELLİKLER

Modern diş hekimliği, diş sağlığı uzmanlarının çalışırken ergonomik koşulları sağlamanın ne kadar önemli olduğunun farkına varmıştır. Mükemmel bir diş bakımı ve tedavi sağlamaya çalışırken, diş hekimleri oral kaviteyi daha iyi görebilmek amacıyla çoğu zaman kötü pozisyonlarda durmak zorunda kalırlar. Yetersiz ergonomik koşullar kronik ağrıya, üretkenliğin azalmasına ve çalışma hayatının kısılmasına yol açabilir. Dental ışık burada önemli bir role sahiptir, bu nedenle ışık tasarımının iyi bir görüşü ve duruş şeklini mümkün olduğunca desteklemesi gerekir.

## Görüş Netliği ve Doğru Aydınlatma

Daha önce belirtildiği üzere, ışık paterninin öncelikle oral kaviteyi tam olarak aydınlatması gerekir. Bu sayede diş hekimi doğru bir duruş şeklini koruyabilir ve ışığı yeniden konumlandırma gereksinimi en aza iner. Bu koşullar sağlandıktan sonra, dental ışık kullanıcının ve yapılan uygulamanın gerekliliklerini karşılayacak uygun bir aydınlatma sağlamalıdır.

Dental ışıklarda hangi aydınlatma düzeylerinin kullanılması gerektiği birçok araştırmaya ve tartışmaya konu olmuştur. Birçok diş klinisyeninin görüşü, ışık miktarının fazla olmasının daha net bir görüş sağladığı (yani oral kavitedeki çeşitli dokuların durumlarını doğru şekilde belirleyebilme yeteneği) yönündedir. Ancak, insan gözü doğal olarak ışık düzeyine uyum sağladığı için, daha fazla ışığın kesin olarak daha net bir görüş sağlayacağı söylenemez (Calleja ve Hernandez, 1998).

Yaş, cinsiyet ve etnik köken gibi etmenler bir kullanıcının “doğru” aydınlatma tercihini etkileyebilmektedir. Aynı zamanda uygulanan dental prosedür de istenen aydınlatma düzeyini etkilemektedir. Örneğin 60 yaşında ve kahverengi gözleri olan erkek bir diş hekiminin ağzın arka kısmında çalışırken ihtiyaç duyduğu ışık miktarı, 35 yaşındaki mavi gözlü kadın bir hekimin doğrudan aydınlatma kullanarak ön kısımda restorasyon yaparken ihtiyaç duyacağı ışık miktarından önemli ölçüde fazla olacaktır. Elbette ışıklı büyüteç, ışıklı başlık ve/veya ışıklı vakum cihazlarının kullanılması da kullanıcının gözlerine yansıyan veya doğrudan gözlerine gelen ışık miktarının artmasına neden olacaktır.

**Göz yorgunluğunu azaltması ve üretkenliği yükseltmesi için, bir dental ışık en düşük aydınlatma düzeyinin kolayca seçilmesini sağlamalı, bunu yaparken kullanıcının tercihlerini karşılamalı ve uygulanmakta olan prosedür için optimal performans göstermelidir.**

Bu nedenle dental ışığın, kullanıcının ihtiyaç duyduğu ve prosedürün gerektirdiği ışık miktarına bağlı olarak yalnızca gereken ölçüde aydınlatma sağlamak üzere ayarlama yapılmasına izin vermesi önem taşır.

Burada belirtilmesi gereken diğer bir özellik de, LED tabanlı dental ışıkların aydınlatma ayarlaması konusunda ampule dayalı geleneksel ışıklara göre önemli bir avantaja sahip olduğudur. Bunun nedeni, LED ışıkların farklı kontrol ve güç düzenlemesi yöntemlerini gerektirmesi ve ışık paterninin rengini değiştirmeden aydınlatma düzeyinin ayarlanmasına imkân tanımasıdır. Diğer taraftan ampul tipi ışıklarda aydınlatma düzeyleri değiştikçe renk de değişmektedir. LED ışıkların kullanıcılara sağladığı fayda, düşük ışık düzeylerinin kullanılmasını gerektiren durumlarda renkte bozulma oluşmamasıdır.

Özetlemek gerekirse dental ışık, kullanıcının tercihine ve uygulanan prosedürün gerekliliklerine bağlı olarak en düşük aydınlatma düzeyinin kolaylıkla seçilmesine imkân tanınmalıdır. Bu sayede göz yorgunluğun azaltılmasına ve üretkenliğin artırılmasına katkıda bulunacaktır.

### **Işığın Konumlandırılması**

**Işığın Genel Konumlandırılması.** Işık, durmakta olduğu konumdan başka bir pozisyona ve tekrar aynı konuma kolaylıkla hareket ettirilebilmelidir. Dental ışık, klinikte yapılabilecek olan tüm prosedürler için, hem üst hem de alt arkı aydınlatmaya yetecek bir hareket aralığına sahip olmalı ve kolayca hareket ettirilmelidir. Bu prosedürler hastanın oturur veya yatar pozisyonda durmasını gerektirecektir, bununla beraber tekerlekli sandalyede olan ve koltuğa taşınamayacak hastaların tedavisinde de kullanılabilmesi gerekir.

Dental ışığın genel konumlandırılması hakkında son olarak şu belirtilmelidir: Büyüteçlerle, endirekt aydınlatma ve endirekt görüşle çalışırken ergonomik bir duruşun korunmasını sağlamak için, ışığın hareket ve konumlandırma aralığı, kullanıcının ışığı dikey ekseninden 15 derece (yani, kullanıcının görüş hattıyla aynı hizada) hareket ettirmesine olanak tanınmalıdır.

**Üç Eksenli Konumlandırma ile İnce Ayar.** Bazı diş hekimleri iki eksenli ışıkları yeterli bulsa da, ergonomik açıdan bakıldığında üç eksenli bir ışığın daha üstün olduğu görülmektedir. Üçüncü eksen sayesinde ışık hastanın merkez hattına göre eğimli bir pozisyona konumlandırılabilir. Bu, ağız içinin gölgesiz bir şekilde aydınlatılması ve diş hekiminin tedavi sırasında gölge oluşturmadan başını hareket ettirebilmesi için gereklidir. Böylelikle daha rahat bir görüş ve daha doğru bir duruş pozisyonu gölge oluşturmadan sağlanır.

Sonuç olarak bir dental ışığın sürekli hareket ettirmeyi gerektirmemesi; yeniden konumlandırma gerektiğinde de yer değiştirme hareketlerinin kendiliğinden, neredeyse çaba sarf etmeden yapılabilmesi gerekir. LED teknolojisi gerçekten üstün konumlandırma özelliklerine sahip dental ışıkların geliştirilmesini mümkün kılmıştır, ancak bu fırsatın tüm ışık tasarımlarda değerlendirildiğini söylemek mümkün değildir.

**Işığa dokunmadan veya  
birinci kullanıcının  
oral kaviteden  
başını çevirmesini  
gerektirmeden ışığın  
etkinleştirilebilmesi  
gerekir.**

### **Kolay ve Sezgisel Çalışan Işık Kontrolleri**

Yukarıda da değindiğimiz üzere, LED teknolojisi dental prosedürleri daha iyi şekilde destekleyen modları mümkün kılmıştır (örn. aydınlatma seviyeleri, polimerizasyon güvenli aydınlatma). Ancak klinisyenler haklı olarak aydınlatma modunu değiştirmekle uğraşmamak ve oral kaviteye odaklanmak istemektedirler.

İdeal olan, diş hekiminin ışığı ona dokunmadan veya başını oral kaviteden çevirmesine gerek kalmadan etkinleştirebilmesidir.

### **Enfeksiyon Kontrolü**

LED teknolojisinin dental aydınlatmanın gelişmesini sağlayabilecek bir potansiyele sahip olduğu açıktır, ancak tüm yeni tasarımların modern dental ortamlardaki zorlu temizleme ve dezenfeksiyon protokollerini karşılaması gerektiği unutulmamalıdır.

Temas yüzeyleri, sezgisel etkinleştirme ve konumlandırma hareketlerini engellemeyecek şekilde en aza indirilmelidir. Tercih edilen durum, dental ışığın dış yapısının ve kenarlarının kolaylıkla silinebilmesi veya basit bariyerlerle korunması, böylelikle muayenehanedeki hasta değişiminin hızlı ve titiz bir şekilde gerçekleştirilmesidir.

### **Sorunsuz Deneyim**

Ürün tasarımı güvenilir ve sağlam olmalı ve onarım ihtiyacı en düşük düzeyde olmalıdır. İyi tasarlanmış LED tabanlı bir dental ışıkta aydınlatma elementlerinin değiştirilmesi asla gerekli olmaz. En sağlam şekilde hazırlanan bir ürünün tasarımı; ürünün erken bozulmasına neden olabilecek fan, sıcaklık sınırlama anahtarı ve ampul gibi parçaların kullanılmasına gerek kalmadan performans koşullarını karşılayabilir.

Onarım ve ayarlama işlemleri basit, kolay ve masrafsız olmalıdır.

### **Estetik**

Bir hasta için tedavi odasında oturduğu dental koltuktan daha etkileyici veya dikkat çekici olan pek az nesne vardır. Bu nedenle ışık tasarımının profesyonel bir imajı yansıtabilmesi önemlidir. Basit şekiller ve akıllı çizgilerle, tedavi deneyiminin tamamını etkileyen sofistike ve yüksek teknolojili bir izlenim sağlanmış olur. Ve kaliteli bir dental ışık 10 ila 20 yıllık bir kullanım ömrüne sahip olduğundan, tasarımın zaman içinde çekiciliğini kaybetmemesi gerekir.

Ek olarak görünen yüzeylerin, özellikle de lens koruması veya yansıtıcı gibi parçaların kolayca temizlenmesi veya bariyerlerle korunması gerekir; ayrıca hastada olumsuz bir izlenim bırakabilecek çizikler veya lekeler bulunmamalıdır.

## LED'LERİN TEMEL ÖZELLİKLERİ, AVANTAJLARI VE DEZAVANTAJLARI

Zorunlu olarak kullanılan bir teknolojinin yerini alması hedeflenen yeni bir teknoloji söz konusu olduğunda, göz önüne alınması gereken avantajlar ve dezavantajlar vardır. Geleneksel quartz halojen ampul tipindeki ışıklardan LED tabanlı dental aydınlatmaya geçişte de aynı durum söz konusudur.

### Dental Çalışma Işıklarında LED'lerin Avantajları

**Daha Düşük Güç Tüketimiyle Daha Fazla Işık.** LED'ler çok daha yüksek bir verimle ışık üretir. Günümüz teknolojisi, çok daha fazla miktarda ışığı çok daha az güçle elde etmemize imkân tanıyacak ölçüde gelişmiştir. Ampul tipi normal bir dental ışık, yaklaşık 100 W ile çalışarak ~24.000 lux değerinde ışık sağlar. Oysa LED tabanlı bir dental ışık, bu gücün beşte birini harcayarak %25 daha fazla ışık iletebilmektedir. Bunun yanı sıra, daha etkili olan LED'lere gösterilen ilginin yakın gelecekte de devam edeceği görülmektedir. Diş hekimleri yalnızca enerji tüketimini azaltmak için ışık performansından ödün vermek istemese de, enerji masraflarının azalmasını yanı sıra sürdürülebilirlik avantajlarından da yararlanmak isteyeceklerdir.

**Ampul Değişimi Gerektirmeyen Uzun Kullanım Ömrü.** En iyi ampullerin bile sınırlı bir kullanım ömrü vardır ve en sonunda (genellikle bir prosedürün ortasında) bozulurlar. Sonuçta, üretkenlik kaybına ve masraflara yol açan sürekli bir döngü oluşur. Bunun aksine LED tabanlı ışıklar son derece yüksek bir ihtimalle, tahminen 20 yılda 40.000 saate yayılan kullanım ömürleri boyunca hiç bozulmazlar. Bu durum özellikle dental ışığın tasarımında sağlam termal yönetim mekanizması ve dengeli güç dağılımı kullanılması durumunda geçerlidir ([bkz. Dezavantajlar bölümü, "Termal Yönetim" kısmı, sayfa 13](#)). Bunun yanında ışık yayan diyotlar, kendi tasarım özellikleri dolayısıyla akkor ampullerden daha dayanıklıdır.

**Radyant Isı Üretmez.** LED tabanlı ışıklar radyant ısı üretmez, yani "ısı lambası" etkisi oluşturmazlar. Bu durum dental ekibin eldivenler, gözlükler, maske ve önlük gibi kişisel koruyucu ekipmanlarla çalışırken daha az terlemesine yardımcı olur. Sonuç olarak daha rahat ve verimli bir çalışma ortamı sağlanır.

Bu durum çok sayıda ışığın birbirine yakın mesafede çalıştığı büyük kliniklerde veya kurumlarda özellikle avantaj sağlar. Halojen tipteki dental ışıkların ürettiği BTU, oda sıcaklığını önemli ölçüde yükseltebilmektedir.

**Dental Aydınlatma Uygulamalarının Ek Avantajları.** Yukarıdaki bölümlerde belirtildiği gibi, LED'ler daha fazla ışığı daha verimli şekilde sağlayabilir, ergonomik konumlandırmayı geliştirebilir ve kompozit restorasyon uygulaması sırasında aydınlatma sağlayarak yapılan çalışmaları daha etkin şekilde destekleyebilir.

**LED bağlantısında oluşan ısının dağıtılmasını sağlayacak bir tasarım kullanılmıyorsa, LED'in kullanım ömrü ciddi oranda kısalabilir.**

### **Dental Çalışma Işıklarında LED'lerin Dezavantajları**

**Termal Yönetim.** LED'ler görünür tayfın dışında radyant ısı (veya infrared ışık) oluşturmasa da, LED bağlantı noktasında ısı *oluşmaktadır*. Aşırı ısınma diyot bağlantısının bozulmasına yol açar, bu nedenle ısının dağıtılmaması durumunda LED'in kullanım ömrü ciddi oranda kısalabilir.

Birden fazla LED'in birlikte kullanılması halinde (bazı üreticiler bu yöntemi seçmektedir) termal yönetim sorunu ortaya çıkmaktadır, bunun giderilmesi için fanlar veya aşırı sıcaklık sensörleri gibi cihazın dayanıklılığını ve güvenilirliğini sınırlandıran aktif soğutma yöntemlerinin kullanılması gerekebilir.

LED'lerin birbirine yakın yerleştirilmemesi ve aktif soğutma uygulanmasıyla bağlantı sıcaklıklarının düşük kalmasını sağlayan LED'ler, termal yönetim konusunda daha dayanıklıdır.

**Renk Geriverim Endeksi.** LED tabanlı ışıkların renk geriverim endeksi (CRI) teknolojik yeniliklerle birlikte gelişmeye devam etse de, en üstün performansı hâlâ quartz-halojen ampul/dikroik reflektör tipi ışıklar (97'den daha yüksek CRI değerlerine ulaşabilirler) göstermektedir. Ancak mevcut LED ışıklardan bazıları, çoğu klinisyenin pratikte bir fark bulamayacağı ölçüde eşdeğer bir performans sağlayabilmektedir. Buna rağmen diş sağlığı uzmanlarının, gelecekte kullanacakları dental ışıkları birinci elden değerlendirmeleri ve kendi tercihlerine göre karar vermeleri gerekir.

**Alış Fiyatı.** Ampul tipindeki benzerleriyle eşit (veya üzerinde) performansa sahip LED tabanlı ışıklar çok daha yüksek bir teknoloji ve karmaşıklık düzeyi gerektirmektedir. LED bileşenlerinin doğrudan bir devre kartına monte edilmesi ve bir sürücü kartı yoluyla elektrik gücü alması gereklidir. Ek olarak, dental ışık performansı koşullarının sağlanması için daha sofistike optikler kullanılması veya termal yönetim uygulanması gerekmektedir.

### **(Gerekli olduğunda) LED ışık motorunun değiştirilmesi çok daha masraflıdır.**

LED'ler uzun ömürleri nedeniyle haklı övgüler almıştır. Ancak termal aşırı ısınma gibi bir bozukluk söz konusu olduğunda, dental ışığın onarılması için gerekli olan maliyetin ve çabanın normal bir ampulü değiştirmeye kıyasla çok daha yüksek olacağını belirtmek gerekir.



#### A-dec Merkez Ofisi

2601 Crestview Drive  
Newberg, Oregon 97132  
Amerika Birleşik Devletleri  
Tel: 1.800.547.1883  
(ABD/Kanada içinden)  
Tel: 1.503.538.7478  
(ABD/Kanada dışından)  
Faks: 1.503.538.0276  
a-dec.com

#### Uluslararası Dağıtım Merkezleri

#### A-dec Avustralya

Unit 8, 5-9 Ricketty Street  
Mascot, NSW 2020  
Avustralya  
Tel: 1.800.225.010  
(Avustralya içinden)  
Tel: +61.(0)2.8332.4000  
(Avustralya dışından)  
Faks: +61.(0)2.9699.4700  
a-dec.com.au

#### A-dec Birleşik Krallık

Austin House, 11 Liberty Way  
Nuneaton, Warwickshire CV11 6RZ  
İngiltere  
Tel: 0800.ADEC.UK (2332.85)  
(Birleşik Krallık içinden)  
Tel: +44.(0).24.7635.0901  
(Birleşik Krallık dışından)  
Faks: +44.(0)24.7634.5106  
a-dec.co.uk

## KAYNAKÇA

- Calleja, F. R., & Hernandez, A. (1998). Conditions Required for Visual Comfort. In J. M. Stellman, *Encyclopaedia of occupational health and safety, Volume II*. Geneva: International Labour Organization.
- Chu, S. J., Devigus, A., & Mieszko, A. (2004). *Fundamentals of Color: Shade Matching and Communication in Esthetic Dentistry*. Carol Stream, Illinois, USA: Quintessence Publishing Co, Inc.
- Technical Committee ISO/TC 106, Dentistry, Subcommittee SC 6, Dental. (2007). ISO 9680: Dentistry - Operating Lights. Switzerland: ISO Copyright Office.
- van Boheeman, J., Albayrak, A., Molenbroek, J., & de Ruijter, R. (2009). Adequate Dental Task Lighting. *Tijdschrift voor Ergonomie*, 14-21.
- van Boheeman, J., Albayrak, A., Molenbroek, J., & de Ruijter, R. (2008). Design of a Dental Operating Light. Delft, The Netherlands: Delft University of Technology.
- Wikipedia. (n.d.). *Color\_Temperature*. Retrieved 2011, from [http://en.wikipedia.org/wiki/Color\\_temperature](http://en.wikipedia.org/wiki/Color_temperature)
- Wikipedia. (n.d.). *Dichroic\_Filter*. Retrieved 2011, from Wikipedia: [http://en.wikipedia.org/wiki/Dichroic\\_filter](http://en.wikipedia.org/wiki/Dichroic_filter)
- Wikipedia. (n.d.). *Illuminance*. Retrieved 2011, from Wikipedia: <http://en.wikipedia.org/wiki/Illuminance>
- Wikipedia. (n.d.). *Tungsten*. Retrieved 2011, from Wikipedia: <http://en.wikipedia.org/wiki/Tungsten>
- Young, J. M. (1987). Intraoral dental lights: Test and evaluation. (L. J. Boucher, Ed.) *The Journal of Prosthetic Dentistry*, 57 (1).