

67878

YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

T.C. YÜKSEKÖĞRETİM KURULU
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**MONİTÖRLE (VDU) ÇALIŞILAN ORTAMLARDA
GÖRSEL KONFORUN SAĞLANMASINDA ÇEVRE ETKİSİNİN
DEĞERLENDİRİLMESİ İÇİN BİR YÖNTEM OLUŞTURULMASI**

Y.Mimar Marika Bekar PANDELARA

F.B.E. Mimarlık Anabilim Dalı
Yapı Fizik Programında hazırlanan

DOKTORA TEZİ

f.t. Şerefhanoglu Şen

Tez Danışmanı : Prof.Müjgan ŞEREFHANOĞLU

Y. Dr. M. Erici

M. Erici

Dr. Mesut B. Özdeniz

İSTANBUL, Eylül 1997



İÇİNDEKİLER

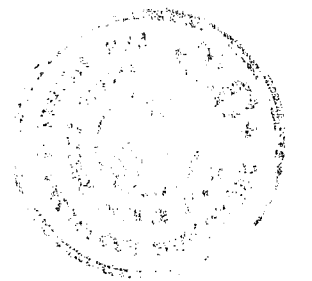
Sayfa

SEMBOL LİSTESİ.....	vi
ŞEKİL LİSTESİ.....	viii
TABLO LİSTESİ.....	xiii
KISALTMALAR LİSTESİ	xvi
TEŞEKKÜR.....	xvii
TÜRKÇE ÖZET	xviii
İNGİLİZCE ÖZET.....	xix
1. GİRİŞ	1
2. BİLGİSAYARIN GENEL YAPISI.....	3
2.1. Klavye	3
2.2. Ekran.	4
3. GÖRSEL ALGILAMA ÖLÇÜTLERİ.....	6
3.1. Karşıtlık.....	6
3.1.1. Görme Keskinliği	11
3.2. Karşıtlık Geriverim Faktörü (CRF).....	11
3.2.1. Ofisler için Önerilen CRF Düzeyleri.....	14
3.3. Zararlı Bölge ...	14
3.4. Maskeleme Yansımaları.....	16
3.5. Kamaşma ve Türleri.....	18
3.5.1. Konforsuzluk Kamaşması.....	19
3.5.2. Yetersizlik Kamaşması.....	20
3.5.3. Köreltici Kamaşma.....	21
3.5.4. Dolaysız ve Yansımayla Kamaşma.....	22
4. MONİTÖRLE ÇALIŞILAN ORTAMLARDA GÖRSEL KONFORU	
ETKİLEYEN ETKENLER	24
4.1. Bilgisayar Kullanımının Bağlı Olduğu Etkenler.....	24

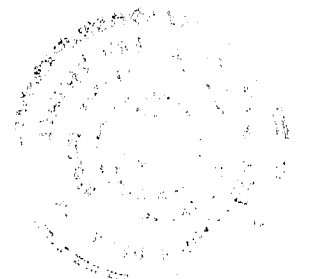


4.2. Görsel Ortam ile İlgili Yakınmalar.....	25
4.2.1. Yakınmaların Nedenleri.....	27
4.2.1.1. VDU.....	27
4.2.1.2. Görsel Çevre.....	28
4.2.1.2.1. Işıklılığı Yüksek Yüzeylerin Neden Olduğu Yansımalar.....	29
4.2.1.2.2. Işıklılık Dengesizliği.....	29
4.2.1.3. Bireyin Görsel Yetileri.....	31

5. MONİTÖRLE ÇALIŞILAN ORTAMLARDA YAPAY AYDINLATMA SİSTEMİ TASARIM SÜRECİ	32
5.1. Monitörle Çalışılan Ortamlarda Yapay Aydınlatma Sistemi Tasarımı ile İlgili Yaklaşımlar	32
5.2. Monitörle Çalışılan Ortamlarda Dolaysız Aydınlatma Sisteminin Kullanılması	34
5.2.1. Dolaysız Aydınlatma Sisteminde Kaynak Seçimi	35
5.2.2. Aydınlatma Sisteminin Düzenlenmesi.....	36
5.2.3. Yüzeylerin Yansıtma Çarpanları.....	36
5.2.4. Işıklı Tavan.....	38
5.3. Monitörle Çalışılan Ortamlarda Dolaylı Aydınlatma Sisteminin Kullanılması	40
5.3.1. Dolaylı Aydınlatma Sisteminde Işıklılık Değerleri.....	40
5.3.2. Dolaylı Aydınlatma Sisteminde Kullanılan Işık Kaynakları.....	41
5.3.3. Hacim Yüzeyinin Nitelikleri.....	41
5.4. Dolaysız-Dolaylı Aydınlatma Sistemi.....	42
5.5. Bölgeik Aydınlatma.....	42
5.6. Pencereler	43
5.7. Aydınlatma Denetimi.....	45
5.7.1. Denetim Teknikleri.....	45
5.7.1.1. Açma-Kapama Denetimi.....	45
5.7.1.2. Ayarlama Denetimi.....	46
5.7.1.3. Açma-Kapama ile Ayarlama Denetiminin Birlikte Kullanılması.....	46



6. BİLGİSAYAR ORTAMINDA GERÇEKLEŞTİRİLEN ARAŞTIRMALAR	47
6.1. Bilgisayar Kullanılan İşyerlerinde Aydınlatma, Konfor ve Verim Araştırması	48
6.2. Bilgisayar ekranlarında Yansımış Işıklılık Modeli.....	56
6.3. VDT Bulunan Ofislerde Aydınlatmayı Değerlendirmede Yöntembilimin Değerlendirilmesi.....	67
6.4. Ofis Aydınlatma Çevrelerinin Değerlendirilmesi.....	74
6.5. Bilgisayar Ortamında Gerçekleştirilen Araştırmaların Değerlendirilmesi.....	80
7. MONİTÖR EKРАНLARI İLE İLGİLİ GÖRSEL ALGILAMADA GÖRSEL KONFOR KOŞULLARI İLE İLGİLİ VERİLER.....	81
7.1. Işıklılık Oranları.....	81
7.2. Tavanda Işıklılık Sınırlamaları.....	82
7.3. Aydınlık Düzeyi Değerleri	83
7.4. Genel Aydınlatmanın VDT Görsel İş Parçası Üzerindeki Etkisi.....	85
7.5. Dolaysız Aydınlatma Sistemi ile İlgili Veriler.....	86
7.5.1. Yayıcılar	86
7.5.2. Prizmalı Mercekler	87
7.5.3. Kutuplaştırıcılar.....	87
7.5.4. Parabolik Paletler	87
7.5.4.1. Örtüleme Açısının Belirlenmesi.....	88
7.5.5. Dolaysız Aydınlatma Sağlayan Işık Kaynakları için Işıklılık Sınırları	89
7.6. Dolaylı Aydınlatma Sistemi ile İlgili Veriler.....	89
7.6.1. Dolaylı Aydınlatma Sisteminde Işıklılık Dağılımı.....	91
7.7. Dolaysız-Dolaylı Aydınlatma Sistemi ile İlgili Veriler.....	92
7.8. Bölgeik Aydınlatma ile İlgili Öneriler.....	93
7.8.1. İş Parçasının Sabit Işık Kaynağı ile Aydınlatılması.....	93
7.8.2. İş Parçalarının Hareket Ettirilebilir Işık Kaynakları ile Aydınlatılması	94
7.8.3. Belge Tutucuya Takılan Işık Kaynağı.....	94
7.9. Güneşin Denetlenmesi ile İlgili Koşullar.....	95
7.9.1. Güneşin Işıklılığının Engellenmesi.....	95
7.9.2. Pencere Işıklılığının Denetlenmesi.....	96



8. MONİTÖRLE ÇALIŞILAN ORTAMLARDA İYİ GÖRME KOŞULLARININ SAĞLANMASI İÇİN GEREKLİ GÖRSEL GEREKSİNİMLER VE KULLANILABİLECEK BİR YAKLAŞIM.....	97
8.1. Ekran Gereksinimleri.....	97
8.1.1. Karakter Oluşumu	97
8.1.2. Karakter Boyutu	98
8.1.3. Karakterler Arası Boşluk.....	99
8.1.4. Satır Aralığı	100
8.1.5. Genel Düzen.....	100
8.1.6. Karşıtlık ve Işıklılık.....	100
8.1.7. Bulanıklık.....	101
8.1.8. Karakter Rengi	102
8.1.9. Dengesizlik.....	102
8.2. Klavye Gereksinimleri.....	103
8.2.1. Renk ve Yansıtma Özellikleri.....	103
8.3. Çevre Gereksinimleri.....	104
8.3.1. Işıklılık Dengesizliği.....	104
8.3.1.1. Durağan Işıklılık Dengesizliği.....	104
8.3.1.2. Devingen Işıklılık Dengesizliği.....	105
8.3.2. Yüksek Işıklılık Yansımaları.....	106
8.3.3. Diğer Çevre Etkenleri.....	108
8.4. Kullanıcı Gereksinimleri	109
8.4.1. Uyarılama Uzaklıkları.....	109
8.4.2. Renk Görme Yetersizlikleri.....	109
8.4.3. Göz Yorgunluğunun Başlaması.....	110
8.5. Monitörle Çalışılan Ortamlarda İyi Görme Koşullarının Sağlanması	110
8.6. Önerilen Yaklaşımın Uygulanmasına İlişkin Anket Çalışması ve Değerlendirilmesi	115
8.6.1. Anket Çalışmasının Değerlendirilmesi	122
SONUÇ	124
KAYNAKLAR	127



EKLER

Ek 1:	Ekran Filtreleri	131
Ek 2:	Monitörler (VDU) ve Yüksek Çözünürlük.....	137
Ek 3:	Göz-Ekran-Işık Kaynağı Geometrisi.....	141
Ek 4:	Dolaylı Aydınlatma Aygıtları için Işıklılık ve Aydınlık Düzeyi Hesaplamaları.. ..	146
Ek 5:	Dolaysız Aydınlatma Aygıtı Tasarımı.....	151
Ek 6:	Parabolik Paletin Örtüleme Açısının Belirlenmesi.....	155
Ek 7:	VDU ile Çalışılan Ortamlarda Kullanılacak Denetleme Listesinin Anket Sonuçlarını Gösteren Tablolar ve Grafikler	157

ÖZGEÇMİŞ



SEMBOL LİSTESİ

A	Kaynağın görünen alanı
A_c	Tavan alanı (m^2)
C	Işıklılık karşıtlığı
C_1	Bakılan nesnenin söz konusu aydınlatma düzenindeki ışıklılık karşıtlığı
C_2	Bakılan nesnenin ölçün ortamın aydınlatma düzenindeki ışıklılık karşıtlığı
D	Palet elemanlarının toplam uzunluğu (m)
d	Işık kaynağı ile tavandaki nokta arasındaki uzaklık (m)
E	Aydınlık düzeyi (lm/m^2)
E_1	Yüksek aydınlık düzeyi (lm/m^2)
E_2	Düşük aydınlık düzeyi (lm/m^2)
F	Işık kaynağının ışık akısı (lumen)
H	Ekranın yüksekliği (m)
H_c	Tavan yüksekliği (m)
H_o	Işık kaynağının üzerindeki tavanın dikey yüksekliği (m)
H_l	Aygıt yüksekliği (m)
H_p	Çalışma düzlemi yüksekliği (m)
I	Işık yeğirliği (cd)
K	Ayarlanmış balastlarda kısma oranı, standart yüksek frekanslı balastlarda yüksek geriverim çarpanı
L	Işıklılık (cd/m^2)
L_1	Düşük ışıklılık değeri (cd/m^2)
L_2	Yüksek ışıklılık değeri (cd/m^2)
L_a	0° , 30° , 60° , 90° , azimut düzlemlerindeki ışıklılık (cd/m^2)



L_b	arka plan ışıklılığı (cd/m^2)
L_n	Nesnelerin ışıklılığı (cd/m^2)
L_o	Tavanın belli bir noktasındaki ışıklılık (cd/m^2)
L_t	Tavanın ortalama ışıklılığı (cd/m^2)
N	Lamba sayısı
R	Ekran eğiminin yarıçapı
r	Yansıtma çarpanı
r_1	Değeri yüksek yansıtma çarpanı
r_2	Değeri düşük yansıtma çarpanı
UF_c	Tavan için kullanma çarpanı
W	Palet elemanlarının toplam genişliği (m)

Grek Sembolleri

β	Ekran eğim açısı, derece
γ	İşıklılık sınır açısı
θ	Dolaylı aydınlatma kaynağını tavandaki nokta ile birleştiren çizgi ile normali arasındaki açı, derece
θ_l	Örtüleme açısı
θ_t	Görüş çizgisinin ekran yüzeyinin üst kısmından ekranla kesiştiği noktada dikeyden alınan ekran yüzeyi eğim açısı, derece
θ_s	Ekranın üst kısmından tavana uzanan görüş çizgisinin dikeyinden alınan açı, derece
θ_v	Gözden ekran yüzeyinin üst kısmına uzanan çizgide yataydan aşağı doğru ölçülen bakış açısı, derece



ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa

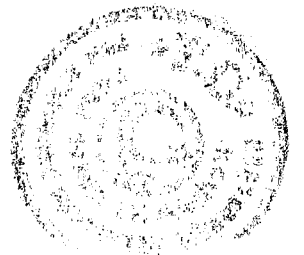
Şekil 3.1.	Görsel algılamanın doğruluk yüzdesinin nesnenin arka planla olan karşıtlığına bağlı olarak artışı (Anon, 1984).....	9
Şekil 3.2.	Görsel referans eğrisi (Anon, 1984)	9
Şekil 3.3(a).	Aynı boyutta değişik ışıklılıktaki nesnelerin arka plan ışıklılığına bağlı olarak değişen eşik karşıtlığı değerleri (Anon 1984),.....	10
Şekil 3.3(b).	Eşit bakma süresinde, boyutları birbirinin katı olan nesnelerin arka plan ışıklılığına bağlı olarak değişen eşik karşıtlığı değerleri (Anon 1984).....	10
Şekil 3.4.	Değişik karşıtlık geriverim değerleri ve değişik gereçler için maskeleme yansımalarının neden olduğu rahatsızlık duyulanmasının değerlendirilmesi (Anon 1984)	13
Şekil 3.5.	Zararlı bölgenin şematik olarak gösterilmesi(Anon 1981)	15
Şekil 3.6.	Işık kaynağının bakış doğrultusuna göre konumunun maskeleme yansımalarının doğrultusuna etkisi(Anon 1984).....	17
Şekil 3.7(a).	Konumu, gözlemcinin üstü ve arkası olan ışık kaynağı ile aydınlatılmış, donuk kağıt üzerindeki donuk mürekkep yazı (Kaufman, 1984).....	17
Şekil 3.7(b)	Konumu, gözlemcinin üstü ve önü olan ışık kaynağı ile aydınlatılmış, donuk kağıt üzerindeki donuk mürekkep yazı (Kaufman, 1984).....	17
Şekil 3.7(c)	Konumu, gözlemcinin üstü ve arkası olan ışık kaynağı ile aydınlatılmış, donuk kağıt üzerindeki kurşun kalem yazı (Kaufman, 1984).....	18
Şekil 3.7(d).	Konumu, gözlemcinin üstü ve önü olan ışık kaynağı ile aydınlatılmış, donuk kağıt üzerindeki kurşun kalem yazı (Kaufman, 1984).....	18



Şekil 3.8.	Yetersizlik kamaşmasının oluşması (Anon 1985).....	21
Şekil 3.9.	Dolaysız ve yansımayla kamaşma alanlarının gösterildiği diyagram (Anon 1966).....	22
Şekil 3.10.	Yansımayla kamaşmanın oluşması (Anon 1966).....	23
Şekil 5.1.	Işıklı Tavan Sistemi (Çora, 1990).....	38
Şekil 5.2.	Işıklı tavan sisteminde havalandırma (Çora 1990).....	39
Şekil 5.3.	Işıklı tavan sisteminde ışık kaynaklarının görünmesini engelleme tekniği (Çora 1990).....	39
Şekil 6.1.	MCT test örneği (Bennett, 1986).....	50
Şekil 6.2.	Borg'un algılanabilir zorlama ölçeği (Bennett, 1986)	50
Şekil 6.3.	Feather Testi bulmacaları (Bennett, 1986).....	51
Şekil 6.4.	Düzenlenmiş deney odası (Beinecker, 1995)	58
Şekil 6.5.	Dört aydınlatma sistemi içeren I. ofis (Goodwin, 1987)	71
Şekil 6.6.	Tek aydınlatma sistemi içeren II. ofis. (Goodwin, 1987)	71
Şekil 6.7.	Dolaylı aydınlatma sistemi içeren III. ofis (Goodwin,1987)	71
Şekil 6.8.	Altı değişik aydınlatma sistemi altında altı VDT ekranının fotoğraflarının reproduksiyonları (Goodwin,1987)	72
Şekil 7.1.	Bir VDT çalışma noktası için önerilen maksimum ışıklılık oranları (Anon, 1997)	82
Şekil 7.2.	Çevredeki görüş alanına giren tavan kesimi (Anon, 1997)	82
Şekil 7.3.	Dikeyden 65° ile 110°'lik görüş açılarının normal yansıma alanı.....	86
Şekil 7.4.	Düzgün yansıma yüzeyi olan bir parabolik paletin eğimli kanatlarına gelen bütün ışığın, paletin örtüleme açısına eşit ya da daha dar bir açı ile yansıtması (Anon, 1997)	88



Şekil 7.5.	Örtüleme açısının belirlenmesi (Anon, 1997)	88
Şekil 7.6.	Dolaylı aydınlatma sisteminde ışık dağılımının parlak. lekelerin oluşmasına yol açması.....	90
Şekil 7.7.	Bir dolaylı ışık kaynağı ile bir dolaysız-dolaylı ışık kaynağının 55° ile 90°'lik açılarda yaydığı ışık (Anon, 1997)	91
Şekil 7.8.	Bölge aydınlatmada iş parçasının sabit ışık kaynağı ile aydınlatılması.....	94
Şekil 8.1.	5x7 nokta matrisi ile 4x5 çizgi matrisinden oluşturulan H harfi.....	97
Şekil 8.2.	Nokta matris boyutu ve karakter artışının karakter oluşumundaki etkisi.....	98
Şekil 8.3.	Bilgisayar ekranındaki karakter için boyut ve satır aralığı gereksinimlerinin bir özeti.....	99
Şekil 8.4.	Bilgisayar ekranlarının yüksek ışıklılık yansımalarını engellenecek şekilde yerleştirilmesi.....	107
Şekil 8.5.	Denetleme listesinin VDU ekranı ile ilgili yanıtlarının tüm hacimler için % olarak değerlendirilmesini gösteren grafik	118
Şekil 8.6.	Denetleme listesinin klavye ile ilgili yanıtlarının tüm hacimler için % olarak değerlendirilmesini gösteren grafik	119
Şekil 8.7.	Denetleme listesinin görsel çevre ile ilgili yanıtlarının tüm hacimler için % olarak değerlendirilmesini gösteren grafik	121
Şekil E.1.	Ekran yüzeylerinde oluşan yansımalar (Huws, 1994)	135
Şekil E.2.	Dolaysız yansımalar için kullanılan filtrenin ışık kaynağından doğrudan gelen yansımaları büyük ölçüde azaltması (Huws, 1994)	136
Şekil E.3.	Monitörün çözünürlüğünü etkileyen band genişliği, yakınsaklık ve nokta uzaklığı.....	140



Şekil E.4.	Dikey konumdaki ekranın üst yüzeyinden yansıyarak görülen uzaktaki ışık kaynağı (Anon, 1989)	141
Şekil E.5.	Göz, ekran ve kaynak için tipik geometri (Anon, 1989)	142
Şekil E.6.	Herhangi bir VDT montajı için gerekli ışıklılık sınırını belirleyen nomogram (Anon,1989)	144
Şekil E.7.	Dolaysız aydınlatma hesaplamalarında sanal ışık kaynağı yöntemi (Anon, 1989)	147
Şekil E.8.	Simetrik bir dolaylı aydınlatma aygıtı için aydınlık düzeyi grafiği örneği (Anon, 1989)	147
Şekil E.9.	Dolaylı aydınlatma aygıtının masalarda oluşturduğu aydınlık düzeyi (Anon, 1989)	148
Şekil E.10.	Masalarda her dolaylı aydınlatma aygıtından oluşan aydınlık düzeyi (Anon, 1989)	148
Şekil E.11.	Işıklı alanların hesaplanmasında kullanılan ölçütler (Anon, 1989)	151
Şekil E.12.	Hacim: 1 denetleme listesinin VDU ekranı ile ilgili yanıtlarının % olarak değerlendirilmesini gösteren grafik.....	159
Şekil E.13.	Hacim: 1 denetleme listesinin Klavye ile ilgili yanıtlarının % olarak değerlendirilmesini gösteren grafik.....	160
Şekil E.14.	Hacim: 1 denetleme listesinin Görsel Çevre ile ilgili yanıtlarının % olarak değerlendirilmesini gösteren grafik.....	162
Şekil E.15.	Hacim: 2 denetleme listesinin VDU ekranı ile ilgili yanıtlarının % olarak değerlendirilmesini gösteren grafik.....	164
Şekil E.16.	Hacim: 2 denetleme listesinin Klavye ile ilgili yanıtlarının % olarak değerlendirilmesini gösteren grafik.....	165
Şekil E.17.	Hacim: 2 denetleme listesinin Görsel Çevre ile ilgili yanıtlarının % olarak değerlendirilmesini gösteren grafik.....	167



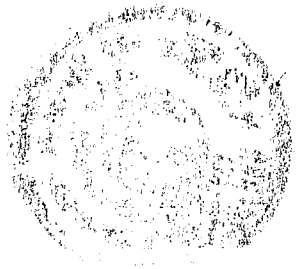
Şekil E.18.	Hacim: 3 denetleme listesinin VDU ekranı ile ilgili yanıtlarının % olarak değerlendirilmesini gösteren grafik 169
Şekil E.19.	Hacim:3 denetleme listesinin Klavye ile ilgili yanıtlarının % olarak değerlendirilmesini gösteren grafik 170
Şekil E.20.	Hacim: 3 denetleme listesinin Görsel Çevre ile ilgili yanıtlarının % olarak değerlendirilmesini gösteren grafik 172
Şekil E.21.	Hacim: 4 denetleme listesinin VDU ekranı ile ilgili yanıtlarının % olarak değerlendirilmesini gösteren grafik 174
Şekil E.22.	Hacim: 4 denetleme listesinin Klavye ile ilgili yanıtlarının % olarak değerlendirilmesini gösteren grafik 175
Şekil E.23.	Hacim: 4 denetleme listesinin Görsel Çevre ile ilgili yanıtlarının % olarak değerlendirilmesini gösteren grafik 177
Şekil E.24.	Hacim:5 denetleme listesinin VDU ekranı ile ilgili yanıtlarının % olarak değerlendirilmesini gösteren grafik 179
Şekil E.25.	Hacim: 5 denetleme listesinin Klavye ile ilgili yanıtlarının % olarak değerlendirilmesini gösteren grafik 180
Şekil E.26.	Hacim: 5 denetleme listesinin Görsel Çevre ile ilgili yanıtlarının % olarak değerlendirilmesini gösteren grafik 182
Şekil E.27.	Hacim: 6 denetleme listesinin VDU ekranı ile ilgili yanıtlarının % olarak değerlendirilmesini gösteren grafik 184
Şekil E.28.	Hacim: 6 denetleme listesinin Klavye ile ilgili yanıtlarının % olarak değerlendirilmesini gösteren grafik 185
Şekil E.29.	Hacim: 6 denetleme listesinin Görsel Çevre ile ilgili yanıtlarının % olarak değerlendirilmesini gösteren grafik 187
Şekil E.30.	Hacim: 7 denetleme listesinin VDU ekranı ile ilgili yanıtlarının % olarak değerlendirilmesini gösteren grafik 189
Şekil E.31.	Hacim: 7 denetleme listesinin Klavye ile ilgili yanıtlarının % olarak değerlendirilmesini gösteren grafik 190
Şekil E.32.	Hacim: 7 denetleme listesinin Görsel Çevre ile ilgili yanıtlarının % olarak değerlendirilmesini gösteren grafik 192



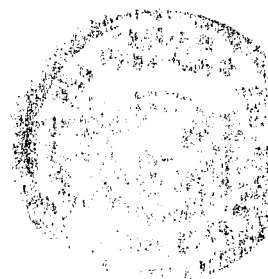
TABLO LİSTESİ

Sayfa

Tablo 5.1.	Gün ışığının varlığına göre yüzeylerin yansıtma çarpanı değerleri.....	38
Tablo 6.1.	İnceleme istatistikleri.....	53
Tablo 6.2.	Konforsuzluk Alanları.....	55
Tablo 6.3.	Deney 1 için her bir satırı tamamlamak üzere geçen ortalama zaman.....	60
Tablo 6.4.	Deney 1 için ANOVA tablosu.....	60
Tablo 6.5.	Deney 2'de kullanılan duvar ve ışık kaynağı ışıklılıkları.....	61
Tablo 6.6.	Deney 2 için her bir satırı tamamlamak üzere geçen ortalama zaman.....	63
Tablo 6.7.	Deney 2 için ANOVA tablosu.....	64
Tablo 6.8.	İki koşul altında üç ölçüte göre yirmisekiz deneğin yaptığı değerlendirmelerin karşılaştırılması.....	73
Tablo 6.9.	Çalışma yerlerinin aydınlatma sistemine göre dağılımı.....	76
Tablo 6.10.	Tüm binalarda bütün çalışma yerleri için seçilen işyeri nitelikleri.....	78
Tablo 6.11.	Tüm çalışma yerleri için aydınlığın niteliği ölçütlerinin dağılımı.....	79
Tablo 7.1.	İçinde VDT bulunan bürolar için maksimum ışıklılık oranları.....	81
Tablo 7.2.	Çeşitli VDT ekranları ile komşu yüzeyler arasında 1:3 ve 3:1'lik ışıklılık oranlarını sağlamak üzere gerekli olan aydınlık düzeyleri.....	84
Tablo 8.1.	Denetleme listesinin VDU ekranı ile ilgili yanıtlarının tüm hacimler için % olarak değerlendirilmesi	117



Tablo 8.2.	Denetleme listesinin Klavye ile ilgili yanıtlarının tüm hacimler için % olarak değerlendirilmesi	119
Tablo 8.3.	Denetleme listesinin Görsel Çevre ile ilgili yanıtlarının tüm hacimler için % olarak değerlendirilmesi	120
Tablo E.1.	Bakış açısı θ_v ve ekran eğim açısı θ_t 'nin çeşitli birleşimleri için ekrandan tavana uzanan görüş çizgisi üzerinde dikeyden alınan açılar θ_s	156
Tablo E.2.	Hacim: 1 denetleme listesinin VDU ekranı ile ilgili yanıtlarının % olarak değerlendirilmesi.....	158
Tablo E.3.	Hacim: 1 denetleme listesinin Klavye ile ilgili yanıtlarının % olarak değerlendirilmesi.....	160
Tablo E.4.	Hacim: 1 denetleme listesinin Görsel Çevre ile ilgili yanıtlarının % olarak değerlendirilmesi.....	161
Tablo E.5.	Hacim: 2 denetleme listesinin VDU ekranı ile ilgili yanıtlarının % olarak değerlendirilmesi.....	163
Tablo E.6.	Hacim: 2 denetleme listesinin Klavye ile ilgili yanıtlarının % olarak değerlendirilmesi.....	165
Tablo E.7.	Hacim: 2 denetleme listesinin Görsel Çevre ile ilgili yanıtlarının % olarak değerlendirilmesi.....	166
Tablo E.8.	Hacim: 3 denetleme listesinin VDU ekranı ile ilgili yanıtlarının % olarak değerlendirilmesi.....	168
Tablo E.9.	Hacim: 3 denetleme listesinin Klavye ile ilgili yanıtlarının % olarak değerlendirilmesi.....	170
Tablo E.10.	Hacim: 3 denetleme listesinin Görsel Çevre ile ilgili yanıtlarının % olarak değerlendirilmesi.....	171
Tablo E.11.	Hacim: 4 denetleme listesinin VDU ekranı ile ilgili yanıtlarının % olarak değerlendirilmesi.....	173

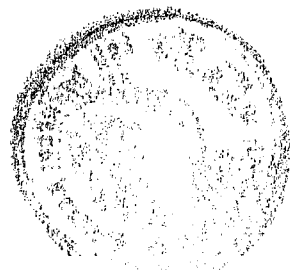


Tablo E.12.	Hacim: 4 denetleme listesinin Klavye ile ilgili yanıtlarının % olarak değerlendirilmesi.....	175
Tablo E.13.	Hacim: 4 denetleme listesinin Görsel Çevre ile ilgili yanıtlarının % olarak değerlendirilmesi.....	176
Tablo E.14.	Hacim: 5 denetleme listesinin VDU ekranı ile ilgili yanıtlarının % olarak değerlendirilmesi.....	178
Tablo E.15.	Hacim: 5 denetleme listesinin Klavye ile ilgili yanıtlarının % olarak değerlendirilmesi.....	180
Tablo E.16.	Hacim: 5 denetleme listesinin Görsel Çevre ile ilgili yanıtlarının % olarak değerlendirilmesi.....	181
Tablo E.17.	Hacim: 6 denetleme listesinin VDU ekranı ile ilgili yanıtlarının % olarak değerlendirilmesi.....	183
Tablo E.18.	Hacim: 6 denetleme listesinin Klavye ile ilgili yanıtlarının % olarak değerlendirilmesi.....	185
Tablo E.19.	Hacim: 6 denetleme listesinin Görsel Çevre ile ilgili yanıtlarının % olarak değerlendirilmesi.....	186
Tablo E.20.	Hacim: 7 denetleme listesinin VDU ekranı ile ilgili yanıtlarının % olarak değerlendirilmesi	188
Tablo E.21.	Hacim: 7 denetleme listesinin Klavye ile ilgili yanıtlarının % olarak değerlendirilmesi.....	190
Tablo E.22.	Hacim: 7 denetleme listesinin Görsel Çevre ile ilgili yanıtlarının % olarak değerlendirilmesi.....	191



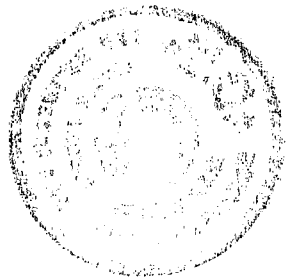
KISALTMALAR

CIBSE	The Chartered Institution of Building Services Engineer.
CIE	Commission Internationale de L'éclairage.
CRF	Contrast Rendering Factor.
CRT	Cathode Ray Tubes.
CVS	Computer Vision Syndrome.
ELF	Extremely Low Frequency.
IESNA	Illuminating Engineering Society of North America.
LCD	Liquid Crystal Display.
LOR	Light Output Ratio.
MCT	Minnesota Clerical Test.
VDU	Visual Display Unit.
VDT	Visual Display Terminal.
VGA	Video Graphic Array.
VLf	Very Low Frequency.





Bu çalışmamda beni destekleyen, ilgi ve anlayış gösteren, doktora çalışmamın yöneticisi değerli hocam Sayın Prof.Müjgan Şerefhanoglu'na, ayrıca ilgi ve yardımını esirgemeyen değerli hocam Sayın Prof.Dr.Şazi Sirel'e teşekkürlerimi sunarım.



ÖZET

Bu tezin amacı monitörle çalışılan ortamlarda görsel konforun sağlanması için çevre etkisinin değerlendirilmesi ve iyi görme koşulları için gerekli ekran, çevre ve kullanıcı gereksinimlerinin bir bütün olarak ele alındığı bir yaklaşımın geliştirilmesidir.

Bu çalışma, sekiz ana bölüm ve ekler bölümünden oluşmaktadır.

Giriş bölümünde çalışmanın amacı ve kapsamı belirtilmiştir.

Bölüm 2'de bilgisayar donanımının ekran ve klavye birimlerinin işlevsel yapıları hakkında özet bilgi verilmiştir.

Bölüm 3'te görsel algılama ölçütlerinin konuya ilişkin özellikleri anlatılmıştır.

Bölüm 4'te görsel konforu etkileyen görsel çevre ile burada oluşan yüksek ışıklılık yanı- sımaları ve ışıklılık dengesizliğinin kullanıcı üzerindeki etkileri incelenmiştir.

Bölüm 5'te bilgisayar kullanılan çalışma yerleri için tasarlanması gereken aydınlat- ma sistemleri ile ilgili yaklaşımlar anlatılmıştır.

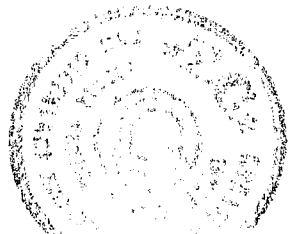
Bölüm 6'da daha önce yapılmış araştırmalar sunulmuş ve bunların genel değerlendiril- mesi sonucu incelenen çalışmaların sonuçlarından yararlanma olanağının sınırlı olduğu görülmüştür.

Bölüm 7'de görsel konfor konusunda aydınlatma ön koşulları ve dolaylı, dolaysız ay- dınlatma sistemlerinin VDT görsel iş parçası üzerindeki etkileri incelenerek ortaya çı- kabilecek sorunları ortadan kaldırmak için gerekli koşullar ile ilgili veriler sunul- muştur.

Bölüm 8'de ekran, görsel çevre ve kullanıcı gereksinimleri doğrultusunda VDU ve çev- resi ile ilgili önemli koşulları içeren bir denetleme listesi hazırlanmış ve bu koşulların sağlanması için listedeki sorulardan elde edilen olumlu yanıtların çoğunlukta olması gerektiği ortaya konmuştur.

Sonuç bölümünde bu tez çalışması ile elde edilen sonuçların, daha önce yapılan çalış- malara göre sağladığı olanaklar belirtilmiş ve amaca ulaşmanın burada ortaya konan yaklaşım ve öneriler ile olanaklı olduğu yapılan örnekleme çalışmasının sonuçları ile vurgulanmıştır.

Ekler bölümünde ise, yukarıda belirtilen konuların açıklanmasına yardımcı olan kuram- sal bilgiler ile hesaplama yöntemleri ve denetleme listesinin örnekleme çalışmaları sunulmuştur.



ABSTRACT

The aim of this thesis is to develop an overall approach in which the effects of the environment in providing visual comfort in the offices using Visual Display Terminals and the requirements for VDT screens, the environment and the users for optimum visual conditions are treated as a whole.

This study consists of eight main parts and an appendix,.

In the **Introduction**, the aim and the content of the study have been defined.

In **Part 2** summary information has been given about the functional structures of some computer equipment units like the screen and the keyboard.

In **Part 3** the characteristics of visual perception criteria related with this subject have been explained.

In **Part 4** the visual environment affecting visual comfort, high luminance reflections occurring in this environment and the effects of unstable luminance on VDT users have been discussed.

In **Part 5** different approaches to be adopted in designing the necessary lighting systems to be used in offices using VDTs have been explained.

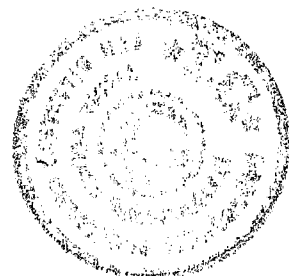
In **Part 6** former studies done on this subject have been presented and a general evaluation of the results obtained from these studies has shown that the results offer limited uses.

In **Part 7** prerequisites for visual comfort lighting have been discussed together with the effects of indirect and direct lighting on the VDT visual task have been studied, and suggestions and rules have been presented to solve the possible problems that may emerge.

In **Part 8** a checklist of important requirements for the VDT environment involving the screen, the visual environment and the user needs have been prepared and it has been shown that the listed questions will have to be answered positively in order to meet these requirements.

In the **Conclusion**, possibilities offered by the results of this thesis have been compared with the results of former studies and it has been emphasized that it is possible to attain the desired goals by adopting the suggestions and approaches offered here.

And in the **Appendix** institutional information and calculation methods used in explaining the above mentioned subjects have been presented.



1- GİRİŞ

Teknolojinin hızlı bir biçimde gelişimi günümüzde monitörle çalışılan ortamların düzenlenmesine, işlevsel, örgütsel ve teknolojik değişime paralel olarak yeni bir anlayış getirmiştir. Bu anlayış doğal olarak aydınlatma tasarımını ve çevre koşullarını görsel algılama ile ilgili olarak etkilemektedir.

İş veriminin önem kazandığı bu ortamlarda kişi görsel konfor açısından aydınlatma tasarımının, çalışma alanını belirleyen öteki öğelerle bütünsel olarak ele alınması gerekmektedir.

Yapılan işin niteliği ne olursa olsun, işten alınan verim kişinin bulunduğu ortamda görsel konforun sağlanmasına bağlıdır. Görsel konfor ise, aydınlatma tekniği yönünden iyi görme koşullarını sağlayacak düzenlerin getirilmesiyle sağlanabilir.

Günümüzde kullanımı çok yaygınlaşmış olan bilgisayar ve terminal monitörlerinin özellikle büro hacimlerinde yer alması, aydınlatma düzenlerine yeni bir boyut getirmiştir. Çünkü monitör ekranlarında yansıyan çevre görüntüleri ve özellikle ışıklılığı fazla olan yüzeyler görsel konforu olumsuz yönde etkilemektedir.

En etkin çalışma ortamının oluşturulması için aydınlatma tasarımının da çalışanların gereksinimlerine en üst seviyede yanıt verebilir nitelikte olması gerekmektedir.

Çalışanların kendilerini iyi hissetmeleri, işlerini istekle, severek ve büyük ilgi ve titizlik göstererek yapmaları ve bunun sonucunda da verimliliğin yükselmesi çevre koşullarıyla çok yakından ilişkilidir. Bu nedenle, ofis hacimlerinin tasarımında, çalışanları her yönden teşvik edecek, onların psikolojik ve fizyolojik gereksinimlerine yanıt verebilecek sistemler kullanılmalıdır. Bu bağlamda aydınlatmanın görsel etkisi, ofis düzeninin bir parçası olarak büyük önem taşımaktadır.

Geçmişte ofis çalışanlarının görsel gereksinimleri araştırılırken en önemli kriter, beyaz kağıt üzerine siyah mürekkeple yazılan yazının okunabilmesiydi. Sonuçlar görsel verim parametrelerinin nicelik boyutuyla değerlendirilirdi. Görsel işlevin gerçekleştirildiği koşullar ve görsel çevrenin konforlu olup olmaması ve bunların fonksiyonu olarak görsel konforun sağlanıp sağlanamaması o kadar önemli değildi.



Kağıt ve kaleme dayalı ofis işlevlerinden VDU'lara geçiş ve monitörler aracılığı ile bilgi alışverişinin önem kazanmasıyla beraber görsel verimden (nicelik boyutundan) görsel konfora (nitelik boyutuna) doğru bir değerlendirme değişimi de yaşanmaya başlamıştır.

Monitörlerin geniş hizmet alanı, VDT terminallerinin tasarlanmasında; özellikle aydınlatma sisteminin tasarımında, oldukça yoğun dikkat gerektiren sorunların ve isteklerin doğmasına neden olmaktadır. Bu bağlamda ortaya çıkan en büyük sorun ekran ile ekran üzerindeki karakter ve şekiller arasında oluşan düşük ışıklılık karşıtlığıdır. Bundan dolayı, bilgisayar terminallerinin aydınlatılmasında hacim içi ışıklılık dağılımına ve özellikle yapma aydınlatma aygıtlarından meydana gelebilecek kamaşmanın önlenmesi üzerinde önemle durulması gereken bir konudur.

Pencereler özellikle yapma aydınlatma aygıtları ve öteki ışıklı yüzeyler ekrandan yansarak karakterlerin okunabilirliklerinde büyük çapta bozulmalara yol açabilmektedirler. Bu gibi yansımaların ekranla ışık kaynakları ve kullanıcıların konumlarının birbirleriyle bağlantılı olarak henüz planlama aşamasında dikkate alınması gerekmektedir.

Bu tez çalışmasında monitörle donatılmış çalışma ortamlarında görsel konforun sağlanması için bir yöntem oluşturulmaya çalışılmıştır.



2- BİLGİSAYARIN GENEL YAPISI

Bilgisayar bilgi işleyen elektronik bir makinedir. Bilgisayarın belirli bir hizmeti yerine getirebilmesi için, programın ve ön bilgilerin girilmesini, bilginin işlenmesini ve çıkış bilgilerinin alınmasını sağlayan fiziksel elektriksel ve elektronik aksamın tümünü oluşturan donanım gereksinimi vardır.

Bilgisayarlar, başlangıcından bu güne, çok hızlı gelişim ve önemli değişimler göstermiştir. Bugün artık, ne yapabileceği ve nasıl yararlanılabileceği bilinen bir sistem bulunmakta olup geniş bir kullanım alanı mevcuttur.

Gelişen teknolojiyle beraber bilgisayarların, pek çok çalışma alanıyla birlikte ofislerde de kullanılması kaçınılmaz olmuştur. Ancak bilgisayarla çalışmak bazı durumlarda kullanıcıların yakınmalarına neden olabilmektedir.

Bilgisayarla çalışılan ofislerin doğru ve yeterli aydınlatılmasında karşılaşılan sorunları anlamak için, kullanılan VDT tiplerinin ve bunların kullanım alanlarının bilinmesi gerekmektedir.

Bilgisayar donanımı çok kapsamlı bir konu olduğundan burada sadece tez konusu ile ilgili açısından önem taşıyan birimlerin işlevsel yapıları hakkında özet bilgi verilecektir.

2.1. KLAVYE

Operatör klavyesi en çok kullanılan bilgisayarın programlanması ile işletimini sağlayan giriş birimidir. Gerek büyük boy bilgisayarlarda gerekse mikrobilgisayarlarda klavyeler standarttır. Yani bazı detayları dışında bütün dünya klavyeleri birbirinin benzeridir.

Klavye verilerin girilmesinde ve bilgisayarların denetlenmesinde sık kullanılan birim olduğundan ihmal edilmemesi gereken bir görsel nesne oluşturmaktadır. İncelemeler bakmadan yazarların bile arada bir klavyeye baktıklarını göstermektedir. O zaman bir göz atışta hiç güçlük çekmeden harfleri görebilmeleri gerekli olmaktadır. Bundan da öte bilgisayarların klavyeleri veya metni işlemde geçirme sistemlerinin de kendilerine özgü sıradan daktilo tuşları ile hiçbir ilgisi olmayan, özel işlemleri olan tuşları bulunmaktadır. Klavyedeki tuşların yüzeyi parlak olduğu zaman yansımaların kaynağı olabilmekte ve bu yansılardan tuşların iç bükey formları nedeniyle kaçınmak zorlaşmaktadır çünkü tuşlar ışığı ekranın yüzeyine yansıtmaktadır.



En iyi klavye tiplerinde tuş yüzeyleri donuktur ve üstündeki harfler de koyu renklidir. Ancak tuşlar başlangıçta mat olsa bile zamanla kullanıla kullanıla yansıtıcı birer yüzey oluştururlar.

• MOUSE (Fare)

Mouse klavye ile uzun boylu komut işlemleri ile uğraşmak yerine kısa yoldan sonuca ulaşmayı sağlar. Bunun için önce; fonksiyon tuşları veya diğer tuşlar kullanılarak ekranda belirli bir menü seçilebilir. Mouse giriş kontrol mekanizması olarak da kullanılır. Mouse üzerinde bir veya iki düğmesi bulunan ve bilyalı bir ayak üzerinde hareket edebilen bir kontrol elemanıdır. Düz bir yüzey üzerinde değişik yönlerde hareket ettirildiğinde ekran üzerindeki ışıklı işaret (kürsör) mouse'un hareketlerini takip eder. Bu şekildeki kürsör hareketleriyle ekran üzerinde görüntülen program kesitlerine arzu edilen doğrultuda işlevlik kazandırılabilir. Mouse özellikle masaüstü yayıncılıkta çok yararlı olmaktadır. Ancak bu bilgisayar biriminin monitörle çalışılan ortamlarda görsel konforu doğrudan etkileyen bir etken olmadığını belirtmek gerekmektedir.

2.2. EKRAN

Bilgisayarın ayrılmaz bir parçası olan ekran karakterlerin ve grafiklerin elektro-optik olarak gösterimini sağlayan ünedir. Bilgisayarlarda elde edilen sonuçlar ekrandan izlenerek gerekli işlemler yürütülmektedir.

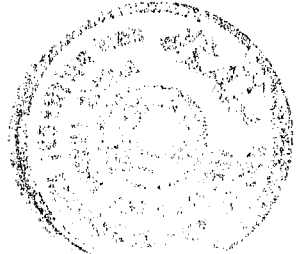
Ekrana bilgisayara monte edilmiş olarak kullanılabildiği gibi MONİTÖR olarak farklı bir yerde de bulunabilir veya televizyonda ekran görevi yapabilir.

Ekranlar; açık arka plan üzerine koyu renkli karakterlerden oluşan "Negatif karşıtlığı olan" ve koyu arka plan üzerine açık renkli karakterlerden oluşan "Pozitif karşıtlığı olan ekran" olmak üzere iki sınıfta ele alınabilir.

1980'li yıllara kadar ekran olarak yalnızca KATOD IŞINLI TÜP (CRT-CATHODE RAY TUBES) kullanılmakta idi. Ancak teknikteki yeni gelişmeleri takiben 1980'lerden sonra, özellikle diz üstü (LAP TOP) bilgisayarlar denilen çanta tipi bilgisayarlarda ve cep bilgisayarlarında SIVI KRİSTALLİ EKRAN (LCD-LIQUID CRYSTAL DISPLAY) da kullanılmaya başlamıştır.

LCD'ler CRT'lere göre derinlik bakımından çok az yer tutmalarına ve çok az enerji sarfetmelerine rağmen hassasiyet bakımından henüz CRT'ler seviyesine gelememiştir.

Yeni geliştirilmiş bir CRT tüpü daha bulunmakla birlikte bilgisayarlarda kullanımı pahalı olmaktadır. Depolu osiloskop (storage oscilloscope) adı verilen bu tüplerde görün-



tü noktası bir kerede ekran üzerinde gerekli izi bırakmakta, diğer bir deyimle depolanmaktadır. Ancak ikinci bir görüntü için ilk görüntü izinin silinmesi gerekmektedir. Dolayısıyla da maliyet yükselmektedir.

Yine de en yaygın olarak kullanılan ekran tipleri katod ışınlı tüpler olup bunlar televizyon alıcılarında, küçük bilgisayarlarda ve bilgisayar terminallerinde kullanılmaktadır. Bu tür ekranlar, yüzeylerinde oluşan imgelerden dolayı hafifçe dış bükeydirler. Ancak teknolojinin giderek ilerlemesiyle bu ekranlar daha köşeli ve yassı hale gelmektedir.

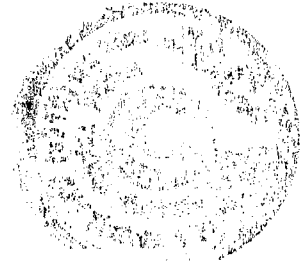
Grafikler için imgeyi daha sağlam tutan ekranların devreye girmesi yansılardan kaçınmayı daha da güç bir hale getirmiştir. Bunun nedeni imgenin ayrıntılarının kaybolmaması için ekranın yüzeyinde hiçbir önlem alınmamasıdır.

Kullanılan bir başka ekran tipi olan yassı sıvı kristalli ekranın yassı ve parlak yüzeyi herhangi bir yansıma yaratmadan ekranın aydınlatmasını zorlaştırmaktadır. Ekranın tipi ne olursa olsun eğilen ve dönen bir kasa içine yerleştirilmelidir çünkü bu, yansımaları önlemede yardımcı olmaktadır.

Ekranın yüzeyi parlak olduğundan kısmen bir ayna işlevi görmeye başlar ve kullanıcıya ekranın önünde bulunanların imgesini yansıtır. Eğer bu imge ekrandaki karakterler kadar ışıklı ise metnin okunmasını güçleştirir. Ekran yüzeyinin pürüzlü veya yansıtmayı önleyici bir cila ile kaplanmış olması ekranda görülen keskin imgeleri dağıtmakta yardımcı olabilmektedir. Aynı zamanda kullanıcı ekranda görülen harflerin görünüşünü yoğunluk kontrol düğmesi ile karakterlerin ışıklılığını ayarlayarak değiştirebilir.

Ekran, pencere veya yapay aydınlatma kaynakları gibi ışıklı yüzeyler nedeniyle birtakım yansımaların kaynağı olabilmektedir. Bu gibi yansımalar ekranda gözlenmekte olan ayrıntıların görülmesini engellemekte ve görsel algılama açısından güçlükler yaratmaktadır. Bu yansımaları önlemekte etkili olabilecek ekran filtreleri bulunmaktadır.

Ekran filtresinin en önemli işlevi, CVS, (bilgisayar görüş sendromu) ile savaşmaya yaramasıdır. CVS'nin anlamı bilgisayar görüş sendromu olup ekran parlamasından doğan belirtilerin alanını tanımlamaktadır. Bunlar geçici miyopluk, göz zorlanması baş ağrıları, bulanık görme, kuru veya rahatsız gözler, boyun ve sırt ağrıları, ışığa karşı yüksek hassasiyet, çift görme gibi belirtilerdir. Amerika'da, İngiltere'de, Fransa ve Almanya'da yapılan araştırmalar ekran kullanıcılarının %75'inin bir çeşit bilgisayar sendromu etkisi altında olduğunu göstermiştir. Ekran filtreleri ile ilgili ayrıntılı bilgi Ek 1 bölümünde verilmiştir.



3- GÖRSEL ALGILAMA ÖLÇÜTLERİ

Görsel algılama nesneden yansıyarak veya geçerek nicel ya da nitel değişimlere uğrayan ışığın, göze gelmesi, ağ tabaka aracılığı ile sinirsel uyarılar biçimine dönüştürülmesi ve bunların beynin ilgili merkezine gönderilmesi sonucu gerçekleşmekte olup

- göz
- ışık ve
- nesne üçlüsünün varlığına bağlıdır. Ancak görme olayı için gerekli olan bu koşul, her zaman görsel algılamanın gerçekleşebilmesi için yeterli değildir. Görsel algılamanın gerçekleşebilmesi için, görme alanında, ışıklılık ve/ya da renk türü bakımından ayrımlar olmalıdır. Görme alanında bu tür ayrımlara ise karşıtlık denir.

3.1. KARŞITLIK

Karşıtlık öznel olarak; özellikle mekân ya da zaman içinde, yan yana duyumsal uyarılarda, nicel ya da nitel bir karşı olma etkisi olarak tanımlanır (Sirel, 1984).

Görme alanı içinde iki tür karşıtlık oluşabilmektedir.

- 1- Işıklılık karşıtlığı
 - 2- Renk türü karşıtlığı
- Işıklılık Karşıtlığı

Işıklılık karşıtlığı, nesnel olarak farklı ışıklılıklar arasındaki orandır (Şerefhanoğlu, 1972).

$$C = \frac{L_n - L_b}{L_n} \quad (3.1)$$

Burada; L_n = Nesnenin ışıklılığı

L_b = Arka planın ışıklılığı

olarak gösterilmiştir.



Işıklılık, yüzeylerin yansıtma çarpanları ile aydınlık düzeyinin çarpımı ($L=E \times r$) olduğuna göre; karşıtlık, nesne ve arka planın yansıtma çarpanına ya da aydınlık düzeyine bağlı olarak da tanımlanabilir. Bu durumda,

– **Eşit aydınlık düzeyleri ve değişik yansıtma çarpanları için karşıtlık**

$$C = \frac{r_1 - r_2}{r_1} \quad (3.2)$$

formülü ile gösterilir (Şerefhanoglu, 1972).

Burada; r_1 = Büyük yansıtma çarpanı

r_2 = Küçük yansıtma çarpanıdır.

– **Eşit yansıtıcılık ve değişik aydınlık düzeyleri için karşıtlık**

$$C = \frac{E_1 - E_2}{E_1} \quad (3.3)$$

formülü ile gösterilir (Şerefhanoglu, 1972).

Burada; E_1 = Yüksek aydınlık düzeyi

E_2 = Düşük aydınlık düzeyidir.

– **Karşıtlığın hesaplanmasında kullanılan başka bir formül ise aşağıdaki gibidir**

$$C = \frac{L_2 - L_1}{L_2} \quad (3.4)$$

Burada; L_2 = Yüksek ışıklılık,

L_1 = Düşük ışıklılık'dır.

Bu formül, özellikle, siyah çizgili beyaz kağıt gibi bakılan nesnenin nerede bittiği, arka planın nerede başladığı belli olmayan düzenler için kullanılır (Anon, 1984).

– **Renk Türü Karşıtlığı**

Görme alanı içinde nesne ile arka planı arasında, ışıklılık karşıtlığına ek olarak, görsel algılamayı kolaylaştıran ve hızlandıran renk türü karşıtlıkları da bulunabilir. Renk türü



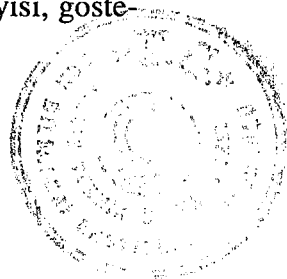
karşıtlığı özellikle, ışıklılık karşıtlığının düşük olduğu durumlarda, görsel algılamanın kolaylığı açısından önem kazanmaktadır.

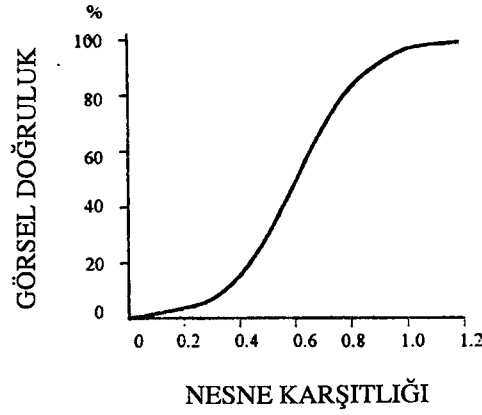
Bir yüzeyde bütün renkler aynı ışıklılıkta olduğu zaman esas renk karşıtlığı oluşur, fakat buna kılışsal olarak az rastlanır. Çoğunlukla renk ve ışıklılık karşıtlıkları birlikte bulunurlar. Renk karşıtlıklarının sayısal anlatımı olanaksızdır. Aşağıdaki çizelge büyükten küçüğe karşıtlıkları göstermektedir (Şerefhanoglu, 1972).

- 1 Sarı üzerinde siyah
- 2 Beyaz üzerinde yeşil
- 3 Beyaz üzerinde kırmızı
- 4 Beyaz üzerinde mavi
- 5 Mavi üzerinde beyaz
- 6 Beyaz üzerinde siyah
- 7 Siyah üzerinde sarı
- 8 Kırmızı üzerinde beyaz
- 9 Yeşil üzerinde beyaz
- 10 Siyah üzerinde beyaz
- 11 Sarı üzerinde kırmızı
- 12 Kırmızı üzerinde yeşil
- 13 Yeşil üzerinde kırmızı

Görmenin temelini, görme alanında bulunan karşıtlığın algılanması oluşturmaktadır. Görme alanında bulunan karşıtlıkların niceliği ise, görsel algılama ile doğrudan ilişkilidir. Bu ilişki konusunda yapılan çalışmalarda görsel algılamanın gerçekleştiği en küçük karşıtlık değeri ile görsel algılamanın hızı ve niteliğinin birbirini nasıl etkilediği araştırılmıştır.

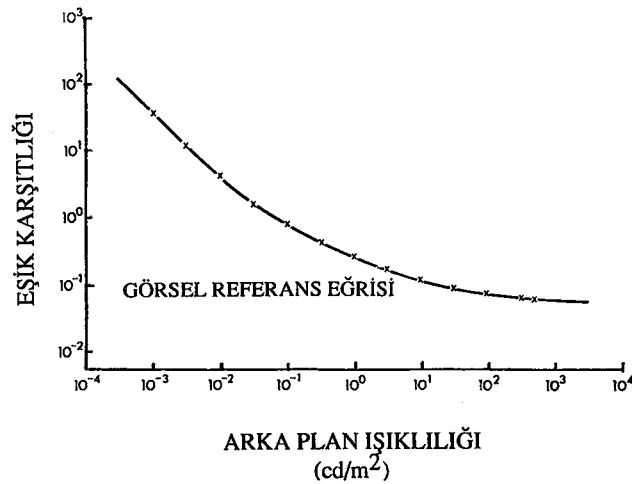
İşıklılığı belli bir arka plan üzerinde bulunan ve ışıklılığı belirli bir değerde olan nesne belli bir zaman dilimi içinde, kişiye belli sayıda tekrarlanarak gösterilmiş, aynı işlem, arka plan ışıklılığı ve üzerindeki nesnenin ışıklılığı değiştirilerek, değişik koşullarda birçok kişiye uygulanmıştır. Belli bir bakma süresi içinde, belli ışıklılıkta bir arka plan üzerinde, sözkonusu nesnenin ışıklılığı değiştirilerek, değişen her yeni koşulda, nesnenin algılanabilme yüzdesini saptamayı amaçlayan bu çalışmalar sonucunda da, Şekil 3.1'deki eğri elde edilmiştir. Bu eğriye göre görsel algılamanın doğruluk yüzdesi, yani, nesnenin her gösterimde doğru olarak algılama sayısı, nesnenin arka planla olan karşıtlığı arttıkça, artmakta ve bu artış bakılan nesnenin doğru olarak görülme sayısı, gösterim sayısına eşit olana kadar devam etmektedir.





Şekil 3.1- Karşıtlık arttıkça, gösterilme sayısına bağlı olarak, nesnenin doğru olarak görülebilme sayısı artar. Bu artış, nesnenin doğru algılanma sayısı, gösterilme sayısına eşit olana kadar devam eder (Anon, 1984).

Bakılan nesnenin algılanması, verilen sürenin 1/2'si gibi bölümünde gerçekleşiyorsa, bu karşıtlığa EŞİK KARŞITLIĞI (Threshold Contrast) denir. Eşik karşıtlığı, kişiden kişiye, zamana, nesnenin boyutlarına ve arka planın ışıklılığına bağlı olarak ayrımlar gösterir. Eşik karşıtlığının arka plan ışıklılığına bağlı değişimi Şekil 3.2'de görülmektedir.



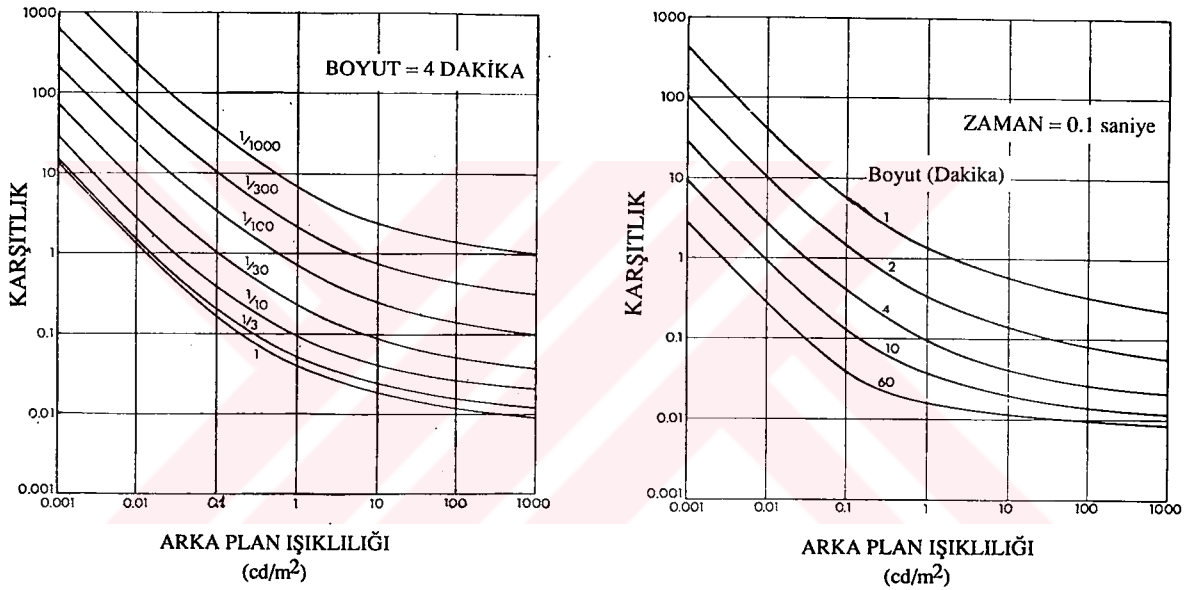
Şekil 3.2- Görsel referans eğrisi (visual reference) 4 dakika büyüklüğündeki ışıklı bir diskin 1/5 saniye süre içinde, değişik arka plan ışıklılıklarında, görülebilmesi için gereken eşik karşıtlık değerleri (Ansu, 1984)



Şekildeki eğriden de anlaşılabileceği gibi, arka plan ışıklılığı arttıkça, görsel algılama için gerekli, eşik karşıtlığı değeri düşmektedir.

Bu eğrinin biçimi, denetimli ortamlarda ve basit görsel algılama işlevleri için hemen hemen değişmezdir. Hatta, bu eğrinin harflerin ya da kelimelerin görülebilmesi gibi, daha karmaşık görsel işlevlerin gerçekleşmesi için de bilgi verebileceği varsayılmaktadır.

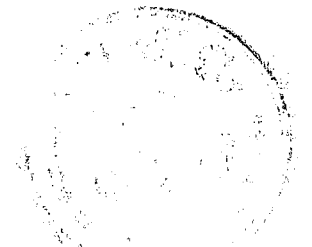
Ancak, bakılan nesnenin boyutlarının ve bakma eyleminin süresinin de, nesnenin algılanabilmesi için gerekli karşıtlık düzeyini etkilediği unutulmamalıdır. Bunların, eşik karşıtlığını nasıl etkilediği 3.3a ve 3.3b nolu şekillerde görülmektedir.



- a) Aynı boyutta, değişik ışıklılıktaki nesnelerin arka plan ışıklılığına bağlı olarak değişen eşik karşıtlığı değerleri.
- b) Eşit bakma süresinde, boyutları birbirinin katı olan nesnelerin arka plan ışıklılığına bağlı olarak değişen eşik karşıtlığı değerleri.

Şekil 3.3- (Anon, 1984)

Daha önceki bölümlerde belirtildiği gibi, bir nesnenin görülebilmesi için ışık ve göz gerekli, ancak yeterli değildir. Nesneyi görünür kılan, arka plan ile arasındaki renk türü veya ışıklılık ayrımlarıdır. Fakat bu ayrımların varlığı, görsel algılamanın doğruluğu açısından, her koşul için yeterli değildir. Bir nesnenin ayrıntılarıyla algılanması, yani, görme keskinliği, karşıtlığın niceliğine, süreye ve bakılan nesnenin boyutlarına bağlıdır. Ayrıca, bakılan nesnenin görünürlüğünün iyi olması, yukarıdakilere ek olarak, doğru aydınlatmaya da bağlıdır.



Sonuç olarak, bakılan nesnenin arka planı ile olan karşıtlığı azaldığında görme keskinliği düşer ve buna bağlı olarak görsel algılama zorlanır. Bir ortamda bulunan yüzeylerin, yansıtma biçimleri izotrop yayınlık yansıma olmadığı durumlarda ise, nesne karşıtlığının değerlendirilmesinde karşıtlık geriverim faktöründen yararlanılır.

3.1.1 Görme Keskinliği

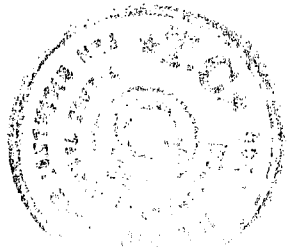
1. **Nitel olarak:** Birbirine çok yakın gibi görünen iki nesneyi ayrı algılayabilme yeteneğidir.
2. **Nicel olarak:** Birbirine çok yakın gibi görünen iki nesneyi (iki nokta ya da iki çizgi) gözün ayrı algılayabildiği en ufak açının dakika türünden değerinin tersidir (Sirel, 1984).

Görme keskinliğinin iki ayrı bileşeni vardır.

- 1) **Çözülüm (karar verme) keskinliği:** Görme alanında bulunan iki değişik uyarının, birbirinden ayrı olduğunun algılanabilmesidir. Yani, görme alanında iki tane olan nesnelerin ayrı ayrı görülebilmesidir. İki ayrı nesnenin, iki değişik uyarı olarak algılanabildiği en küçük açı görsel keskinliğin sınırını oluşturur. Bu sınır, öznel ve ışıklılık, karşıtlık, bakma süresi, boyut gibi niceliklere bağlı olarak değişiklik gösterir (Anon, 1984).
- 2) **Tanımlama keskinliği:** Bakılan nesnenin ayrıntılarının algılanması ve doğru olarak tanımlanabilmesidir. Örneğin, 'C' ve 'G' harflerinin arasındaki ayrımının algılanması veya bir sekizgen ile bir çemberin birbirinden ayrı olduğunun algılanması gibi. Tanımlama keskinliği, her ne kadar çözülüm keskinliği ile aynı gibi görünse de, çözülüm keskinliği ile bağlantılı olmayan, karmaşık bir olaydır (Anon, 1984).

3.2. KARŞITLIK GERİVERİM FAKTÖRÜ (CONTRAST RENDERING FACTOR, CRF)

Değişik yansıtıcılıkları olan parlak gereçlerden yapılmış çalışma yüzeyleri yüzeye düşen ışığın yönü değiştikçe değişik karşıtlık çeşitlemeleri oluştururlar. Örneğin maskeleyici yansımalar nedeniyle, parlak bir yüzeyin bir yerinde yüksek, diğerinde de düşük bir karşıtlık olabilir. Yani donuk olmayan, gelen ışığı değişik doğrultulara, değişik oranlarda yansıtan yüzey ve nesnelerin, aynı doğrultudaki karşıtlıkları ve buna bağlı olarak görünürlükleri değişir. Bu tür ortamlarda karşıtlık, kişinin, nesnenin ve ışık kaynağının konumuna göre değişik değer almaktadır. Oysa mat nesnelerin karşıtlığı ve buna bağlı olarak görünürlüğü, tamamen yüzeylerinin ve önünde bulundukları arka planın



ışık yansıtma özelliklerine bağlıdır.

Karşıtlığın nesne yansıtma özelliklerine bağlı olduğu durumlarda, kişinin, nesnenin ya da ışık kaynağının yeri değiştirildiğinde, karşıtlık değişir. Bunun nedeni, nesnenin ışık yansıtma biçimine bağlı olarak, ışığın her yöne eşit yansımamasıdır. Böyle ortamlarda, değişen her konum için yeni değerler alan ve bir tür karşıtlık oranı olan, karşıtlık geriverim faktöründen yararlanılır (Anon, 1984).

Karşıtlık geriverim faktörü (CRF), belirli bir aydınlatma düzenindeki, belirli bir nesnenin, belli bir bakış doğrultusunda ve belli bir aydınlık düzeyi altındaki, ışıklılık karşıtlığı ile, ölçün ortamda, aynı nesnenin, aynı bakış doğrultusunda ve aynı aydınlık düzeyi altındaki, ışıklılık karşıtlığı arasındaki oran olup aşağıdaki formüle göre hesaplanır.

Sözü edilen ölçün ortamda, ortam yüzeylerinin yansıtma biçimi izotrop yayındır ve aydınlık düzeyi, yüzeylerde tamamen düzgün yayılmıştır. Buradan da anlaşılabileceği gibi, bu tür ortamda bulunan nesnenin arka planı ile olan karşıtlığı, sıradan bir ortamdaki karşıtlığı ile karşılaştırıldığında, algılama bakımından en üst düzeydedir.

$$CRF = \frac{C_1}{C_2}$$

Burada; C_1 = Bakılan nesnenin söz konusu aydınlatma düzenindeki ışıklılık karşıtlığı

C_2 = Bakılan nesnenin ölçün ortamın, aydınlatma düzenindeki ışıklılık karşıtlığıdır.

CRF değeri, belirli bir nesne belirli bir bakış doğrultusu ve belirli bir aydınlatma düzeyine aittir. Bu ölçütlerden birinin değişmesi, hesaplanan CRF değerini doğrudan etkiler. Yani, ölçütlerden birinin değişmesi ile oluşan her yeni durum için, özellikle izotrop yayınlık yansıma yapmayan nesnelerin, karşıtlık oranını veren, ayrı bir karşıtlık geriverim değeri bulunur.

Sonuç olarak, bakılan ışık yansıtma biçimi izotrop yayınlık yansımadan, düzgün yansımaya gittikçe ve/ya da ışık kaynağı küçülüp, ışıklılığı arttıkça, bir ortamdaki, olası karşıtlık geriverim faktörü sayısı artar.

CRF değerleri her zaman sıfırdan büyük değerler alır. Ancak bu değerlerin sıfıra yaklaşması veya 1'den daha büyük değerler alması, nesne karşıtlığının görsel keskinlik açısından değerlendirilmesinde büyük önem taşır.

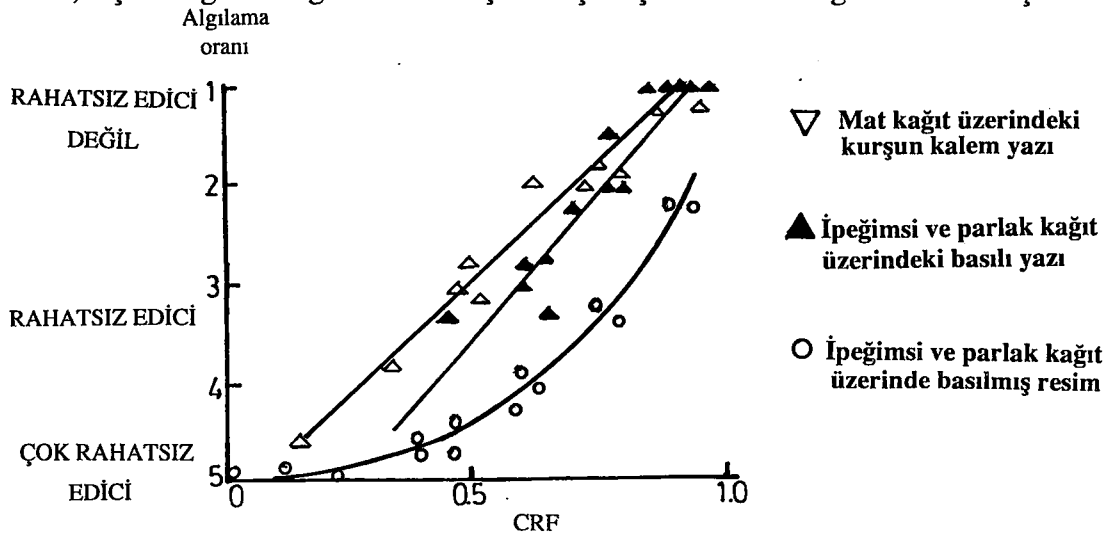


CRF, bakılan nesnenin söz konusu düzen içindeki karşıtlığı, ölçün düzendeki karşıtlığından büyük olduğunda, 1'den büyük; bakılan nesnenin söz konusu düzen içindeki karşıtlığı, ölçün düzen içindeki karşıtlığı ile hemen hemen aynı olduğundan, 1'e yakın; bakılan nesnenin söz konusu düzen içindeki karşıtlığı, ölçün düzen içindeki karşıtlığından daha küçük olduğunda ise, sıfıra yakın değerler alır.

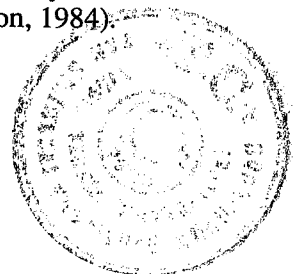
CRF, 1 ve 1'den büyük değerler aldığı anda nesne karşıtlığı, görsel algılama bakımından, konfor sınırları içindedir. Ancak, CRF'in 1'den küçük ve özellikle sıfıra yakın olması nesnenin bakılan doğrultudaki ışıklılık karşıtlığının az olması demektir. Karşıtlığın az olması ise nesnenin özellikle ayrıntılarının algılanmasını zorlaştırır veya olanaksız hale getirir. Bu da görsel konfor açısından, olumsuz bir etki yaratır. Bir ortamda CRF'nin düşük değerler almasına ise, kusurlu bölgeler ve maskeleme yansımaları neden olur.

İnsandaki görme sistemi toplam ışıklılık arttıkça ışıklılıktaki küçük farklılıklara karşı daha duyarlı hale gelir ve bu nedenle karşıtlığı fazla olan çalışma yüzeyleri çoğunlukla yüksek ışıklılıkta daha iyi görülebilir olurlar. Bununla birlikte, normal olarak kullanılan bu aydınlık düzeylerinde, aydınlığın artmasından dolayı görülebilirliğin artması yüzeyde oldukça küçüktür. Nesnedeki karşıtlığı arttırarak görülebilirlikte daha büyük artışlar yaratılabilir. Bunu yapmanın bir yolu aydınlık düzeyini sabit tutarak CRF'i arttırmaktır. İlke olarak eğer CRF arttırılırsa daha düşük aydınlık düzeyinde aynı görülebilirlik sağlanabilir bu da enerji tüketimini azaltır.

Değişik yansıtma özellikleri olan nesnelerin çeşitli karşıtlık oranları için yapılan deneyler ile, kişilerin görsel algılamaları araştırılmış ve Şekil 3.4'deki eğri elde edilmiştir.



Şekil 3.4- Değişik karşıtlık geriverim değerleri ve değişik gereçler için, maskeleme yansımalarının neden olduğu rahatsızlık duyulanmasının değerlendirilmesi (Anon, 1984).



Bu eğriden anlaşılabileceği gibi CRF 1 ve 1'den büyük değerler alması durumunda rahatsızlık söz konusu olmazken, CRF değeri sıfıra yaklaştıkça, bakılan nesnenin ışık yansıtma özelliklerine de bağlı olarak, duyulan rahatsızlık artmaktadır. Bir ortamda görsel konforun sağlanması için, o ortamda bulunan CRF değerlerinin en az 0.7 olması gerekmektedir (Anon, 1981).

3.2.1. Ofisler İçin Önerilen CRF Düzeyleri

Maskeleme yansımaları bakılan nesnenin karışıklığını azaltarak işin yapılmasını yavaşlatmakla kalmayıp aynı zamanda rahatsızlığa ve işi yapmakta giderek artan bir güçlüğü neden olurlar.

Her ne kadar bu maskeleme yansımalarından bütünüyle kaçınmak çalışma yüzeyini daha iyi görmeye ve daha rahat koşullarda çalışmaya yol açacak olsa da bu çoğu zaman mümkün değildir. Bu nedenle bazı maskeleyici yansımaların ne ölçüde ortaya çıktığını ya işin yapılması büyük ölçüde gerilemeden ya da rahatsızlık birtakım yakınmalara yol açmadan önce bilmek çok önemlidir; bu da CRF'in en düşük değerini bilmek demektir (Anon, 1981).

Araştırmalar bürolarda yapılan işlerde CRF azaldıkça oradaki çalışmada herhangi bir dikkate değer düşme olmadan rahatsızlıkların başladığını göstermektedir. Uzun süre devam eden rahatsızlıklar da uzun vadede iş kaybına neden olabilir ancak bu henüz bilimsel olarak gösterilmemiştir. Maskeleme yansımalarının kabul edilebilirliği üzerinde yapılan incelemeler bakılan nesne üzerindeki karışıklık ne olursa olsun zayıf maskeleme yansımaları mat ya da yarı mat kağıt üzerinde yazılı gereçlerin algılanması açısından önemsiz olduğunu göstermiş ve CRF için 0.7'nin standart olarak kullanılması önerilmiştir. Resimler ve çok parlak kağıtlar için CRF pek uygun bir ölçü gibi görülmemektedir. Çünkü burada nesne ayrıntıları arka plandan daha ışıklı hale gelmekte bu durumda karışıklık çok fazla ama maskeleme yansımalarından dolayı rahatsızlık çok büyük ölçüde olabilmektedir. Bu böyle olsa bile daha donuk yüzeyler için CRF'nin çok yüksek olduğu durumlarda parlak yüzeyler için çok iyi görme koşulları elde edilebilmektedir (Anon, 1981).

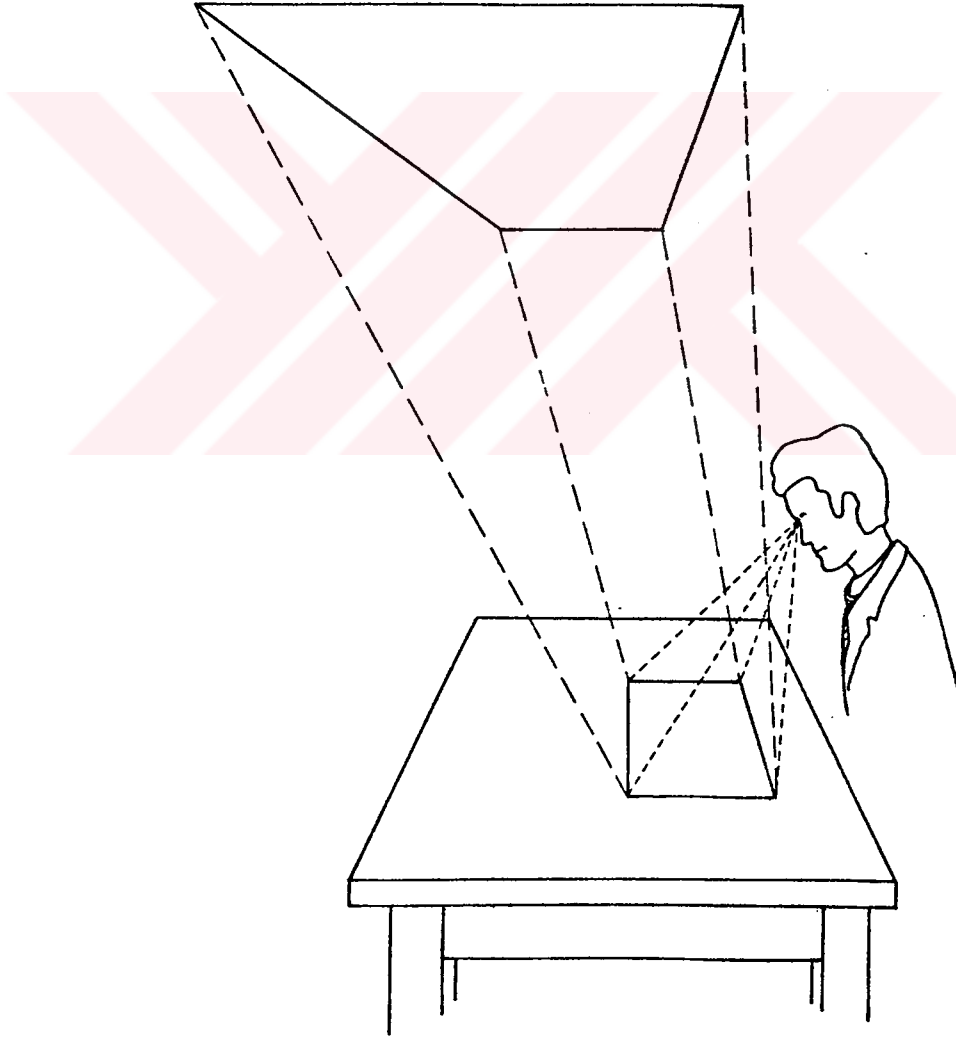
3.3. ZARARLI BÖLGE (OFFENDING ZONE)

Yüzey ışık yansıtma biçiminin, ortamın her yerinde izotrop yayınlık yansıma olmadığı durumlarda, bakılan nesneye gelen ışığın yansıyarak göze gelmesine neden olan yüzeylerle, bu yüzeylerin ışık aldığı kaynakların bulunduğu alanların oluşturduğu bölgeye

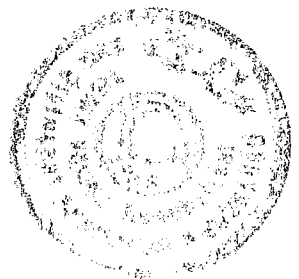


zararlı bölge (offending zone) denir. Diğer bir deyişle, zararlı bölgeler, bakılan nesnenin karşılığını azaltan yansımaların olduğu alanlar olarak tanımlanabilir.

Düzgün yansıma yapan ve belli bir alanı kaplayan bir çalışma yüzeyi, örneğin bir masanın üzerindeki bir sayfa, düşünüldüğünde yansımalarından dolayı bu yüzeyde ışık kaynağı yeniden yaratılacak ve bu sayfanın herhangi bir bölümünde buraya düşen ışık kaynağının bir görüntüsü oluşacaktır. Bu ışık düşme yönleri tavana yansıtıldığında oluşturdukları zararlı bölgeye yerleştirilmiş olan her türlü parlak ışık kaynağı düzgün yansıma ve maskeleme yansımaları oluşturacaktır. Yatay çalışma yüzeylerinin %85 kadarı 0° - 40° 'lik düşey açılarla görüldüğünden bu açılar Şekil 3.5'de gösterilen bölgeyi oluşturmak üzere kullanılmıştır. Zararlı bölgeyi bulmanın en basit yolu çalışma yüzeyinin yerine aynı boyutta bir ayna koymaktır. Aynanın içinde görülen alan zararlı bölgeyi oluşturmaktadır.



Şekil 3.5- Zararlı bölgenin şematik olarak gösterilmesi (Anon, 1981).



Bakılan nesnenin ışık yansıtma biçimi, düzgün yansımaya yaklaştıkça, bölgenin sınırları daralırken, etkileri artmaktadır. Bakılan nesnenin ışık yansıtma biçimi izotrop yayınlık yansımaya yaklaştıkça, zararlı bölgenin sınırları genişlemekle birlikte etkileri azalmaktadır.

3.4. MASKELEME YANSIMALARI (VEILING REFLECTIONS)

Maskeleme yansımaları, bakılan nesnenin karşıtlığını düşüren ve dolayısıyla detayları görünmez kılan, ışıklılığı yüksek yansımalarıdır. Bu tür yansımalar ışık verimini etkileyip rahatsızlığa neden olabilmektedir. Bu olay bir örnekle şöyle açıklanabilir. Bakılan nesne ile göz arasına, buzlu cam veya çok ince yağlı kağıt gibi, düzgün geçme yapmayan, bir engel konulduğunda, nesneden yansıyarak göze gelen ışık, aradaki engelden geçerken biraz yutulur ve büyük oranda dağılır. Bunun sonucunda bakılan nesnenin karşıtlığı düşer ve algılanması zorlaşır.

Bakılan nesne ve çevre yüzeylerinin yüksek ışıklılıkta ve parlak olması maskeleme yansımalarını oluşturmaktadır. Yüzey ışıklılıklarının artması, yüzeyin ışık yansıtma biçiminin, izotrop yayınlıktan düzgün yansımaya doğru gitmesi, bu yansımaların etkilerini arttırmaktadır. Maskeleme yansımaları iki koşulda ortaya çıkmaktadır.

Birincisi bakılan nesnenin ister nesne detayının ister arka planın parlak olması gerekmektedir. İkincisi ise bölge ışıklılığının iç mekânın diğer kısımlarına göre daha yüksek olması gerekmektedir.

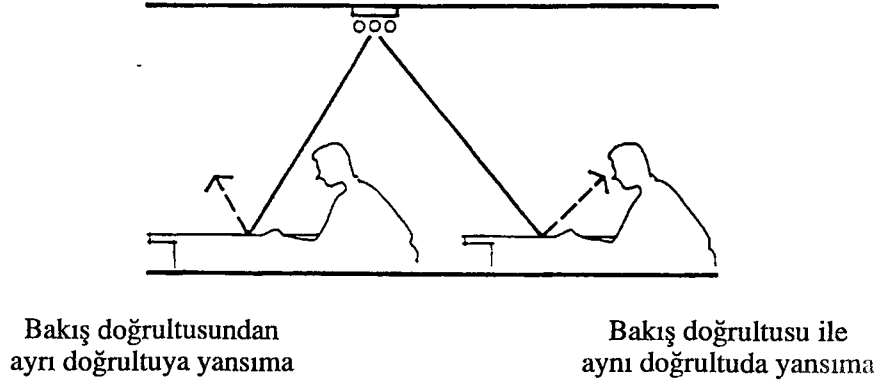
Sonuç olarak maskeleme yansımalarının etkileri:

- 1- Bakılan nesnenin yüzey özellikleri yani yansıtma biçimi ve yansıtma çarpanı,
- 2- Zararlı bölgenin ışıklılığı,
- 3- Göz, ışık kaynağı ve bakılan nesnenin yerleşimi yani, birbirleriyle olan konumu, olmak üzere üç değişkene bağlıdır.

Ayrıca, bakılan nesnenin ya da yakın çevresinin yansıtma çarpanı büyüdükçe, zararlı bölgenin ışıklılığı arttıkça ve yüzeyin ışığı yansıttığı doğrultu, ile bakış doğrultusu birbirine yaklaştıkça maskeleme yansımalarının etkileri artar.

Işık kaynağının, bakış doğrultusuna göre olan konumu, maskeleme yansımalarının doğrultusu ve buna bağlı olarak etkisi bakımından da önem taşır (Bkz. Şekil 3.6).





Şekil 3.6- (Anon, 1984).

Işık kaynağı kişinin arkasında olduğunda, maskeleme yansımalarının doğrultusu göze doğru olmadığından, nesnenin karşıtlığını, dolayısı ile görsel konforu önemli derecede etkilemez. Ancak, ışık kaynağı kişinin üstünde ve önünde olduğu durumlarda, çalışma düzleminden yansıyan ışıklar göze doğru geleceğinden, oluşan maskeleme yansımaları bakılan nesnenin görünürlüğünü, büyük oranda olumsuz olarak etkiler.

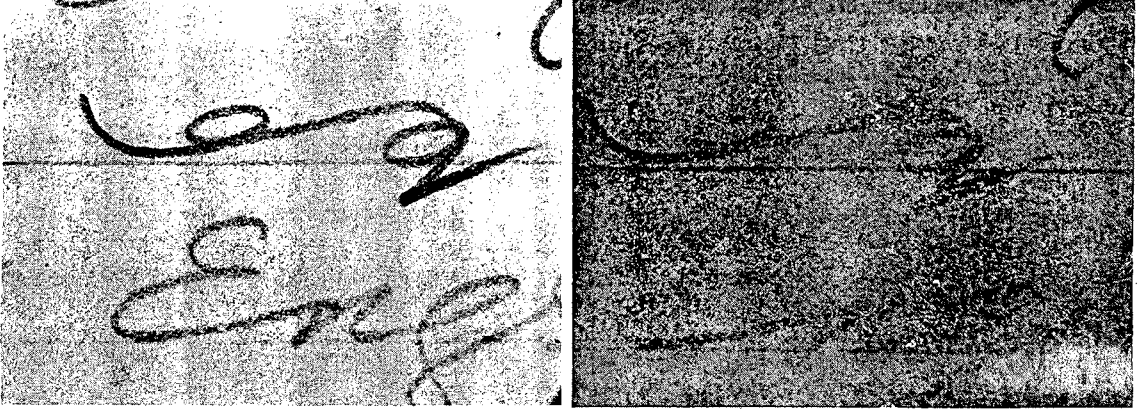
Maskeleme yansımalarının; yüzey ışık yansıtma biçimine, ışıklılıklarına ve kaynağın konumuna göre, nesne karşıtlığını nasıl etkilediğine ilişkin bir örnek Şekil 3.7'de verilmiştir (Anon, 1987).

Delegation of (14. Delegation
red by law upconferred by law
es of hearing, notices of heari
ive and file not receive and file
under Section things under Sec

- a) Konumu, gözlemcinin üstü ve arkası olan ışık kaynağı ile aydınlatılmış, donuk kağıt üzerindeki donuk mürekkep yazı. b) Konumu, gözlemcinin üstü ve önü olan ışık kaynağı ile aydınlatılmış, donuk kağıt üzerindeki donuk mürekkep yazı.

Şekil 3.7





c) Konumu, gözlemcinin üstü ve arkası olan ışık kaynağı ile aydınlatılmış, donuk kağıt üzerindeki kurşun kalem yazı.

d) Konumu, gözlemcinin üstü ve önü olan ışık kaynağı ile aydınlatılmış, donuk kağıt üzerindeki kurşun kalem yazı.

Şekil 3.7- Değişik aydınlatma düzenlerinde, ışık yansıtma biçimleri ayrı iki nesnenin maskeleme yansımalarından etkilenme biçimi (Kaufman, 1984).

3.7 numaralı resimde donuk kağıt üzerindeki donuk yazı, hem yüzey özelliğinden hem de kaynağın konumundan ötürü, çok az maskeleme yansıması oluşturmaktadır. 3.7 numaralı resimde ise, aynı nesne ve arka plan, kaynağın yerinin değişmesinden ötürü, daha çok maskeleme yansıması oluşturmakta ve bu da yazının karışıklığını düşürmektedir. Bunun nedeni kaynaktan gelen ışığın gözlemcinin gözüne doğru yansımasıdır. Şekil 3.7c ve 3.7d'deki kurşun kalemle yazılan metin ise kurşun kalemin yansıtma özelliğinden ötürü, aynı şekilde aydınlatılmış olmasına karşın, maskeleme yansımalarından daha çok etkilenmiştir.

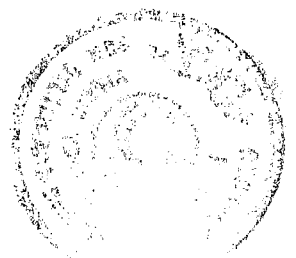
Maskeleme yansımalarından kaçınmak için çalışma alanlarında mat gereçler kullanmak veya zararlı bölge ışıklılığının düşük olması için görme konumunun geometrisini doğru düzenlemek gerekmektedir.

3.5. KAMAŞMA VE TURLERİ

Bir ortamda görsel algılamanın olabilmesi için karışıklığın olması gerekmektedir. Karışıklığın oranı ise görsel keskinliği doğrudan etkilemektedir. Ancak bir ortamda görsel konforun sağlanması için, karışıklıklar arasında belli oranların aşılması gerekmektedir. Karışıklıklar arasında olabilecek en büyük oranlar şöyledir: (Moore et al.).

Bakılan nesne ile yakın çevresi arasındaki karışıklığın oranı: 3:1

Bakılan nesne ile uzak ve karanlık bölgeler arasındaki karışıklığın oranı: 10:1



Bakılan nesne ile uzak ve ışıklı bölgeler arasındaki karşıtlığın oranı:	1/10:1
Birincil ışık kaynakları ile yakın çevresi arasındaki karşıtlığın oranı:	20:1
Bakış alanındaki herhangi bir yerdeki karşıtlığın oranı:	40:1

Karşıtlıkla doğru orantılı olan görsel keskinlik, karşıtlığın belli oranları geçmesi durumunda, azalmaya başlar, bunun sonucunda ise bir ortamda, varlığı istenmeyen kamaşma olayı oluşmaktadır.

Kamaşma gözün kendini uyarılma sürecinde bir rahatsızlık olarak tanımlanabilir; retinanın değişik kısımlarındaki hücreler birbirinden çok farklı ışık kaynakları tarafından uyarıldığı için kamaşmaktadır.

Yukarıda da açıklandığı gibi kamaşma, sağlam bir gözün dış etkilerle geçici olarak etraftaki cisimleri göremez hale gelmesine denir. Eğer gözün görme alanındaki ışıklılık çok büyük değerler alırsa, göz kamaşır. Yani kamaşma, bir ortamda karşıtlıkların çok artması nedeniyle, bakılan nesnenin, kendi karşıtlığının azalması sonucu, görme olayının zorlanması ya da olanaksız duruma gelmesi olarak tanımlanır. Bir başka deyişle, ışıklılıkların uygun olmayan dağılışı, çok yüksek ışıklılıklar ya da zaman veya mekân içinde aşırı ışıklılık ayrımları sonucunda nesneleri ayırtetme yeteneğindeki azalma veya görmenin zorlanması ya da her ikisinin aynı anda olması kamaşma olayını doğurmaktadır.

Kamaşmaya neden olan etkenler aşağıdaki gibi sıralanabilir:

- 1- Kamaşma kaynağının büyüklüğü ve ışıklılığı,
- 2- Kamaşma kaynağının, ilgili doğrultudaki ışık yenginliği,
- 3- Kamaşma kaynağının, bakış alanındaki konumu,
- 4- Ortamın genel ışıklılığı,
- 5- Görsel algılama süresi.

Bu etkenlere bağlı olarak oluşan kamaşma, kişide yarattığı duyulanmaların niteliğine göre;

- 1- Konforsuzluk kamaşması (psikolojik kamaşma),
 - 2- Yetersizlik kamaşması (fizyolojik kamaşma),
 - 3- Köreltici kamaşma ,
- olmak üzere üç bölüme ayrılır (Kılıç, 1994).

3.5.1. Konforsuzluk Kamaşması (Discomfort Glare)

Karşıtlığın artması sonucu göz bebeğinin, büyüyüp küçülerek, ortamdaki değişik ışıklılıklara uymaya çalışması, bunun sonucunda da görme organının aşırı zorlanmasından



ve yorulmasından kaynaklanır. Ortamdaki ışıklılıklar yüksek olduğunda göz, ortalama ışıklılığa uyum göstermeye çalışırken, göz bebeği, gelen ışığın niceliğine göre sürekli olarak değişir. Kişinin görme organında, denetiminin dışında ve sürekli olan bu hareketler, kişide, hemen belli olmayan, yorgunluk, dikkatin dağılması gibi olumsuz etkilere neden olur. Bu tür ruhsal ve fiziksel bozukluklara neden olan kamaşmaya konforsuzluk kamaşması denir.

Yaşadığımız konforsuzluk derecesi kamaşmayı yaratan kaynağın ışıklılığına ve boyutuna, kaynağın görüldüğü arka planın ışıklılığına ve de kaynağın görüş çizgisine göre kamaşmasına bağlı olacaktır.

Sonuç olarak konforsuzluk kamaşmasına görme alanında çok güçlü bir ışık kaynağının veya bir lambanın varlığı neden olur. Bu durumda görememe söz konusu değildir tersine uzun vadede yorgunluğa, bitkinliğe, veri düşüklüğüne, hata olasılığının artmasına neden olabilecek bir rahatsızlık söz konusudur.

3.5.2. Yetersizlik Kamaşması (Disability Glare)

Yetersizlik kamaşması görme çizgisine yakın bakılan nesneden daha yüksek ışıklılığı olan bir alan olduğu zaman ortaya çıkmaktadır. Bu durumda gözde ışığın dağılması ve uyum zorluğu nesnelerin karışıklığını azaltabilir. Bu karışıklık azalması önemli ayrıntıları görünmez kılacak kadar çok olabilir ve bu nedenle de işin verimini etkileyebilir. Bunun dışında yüksek ışıklılığı olan kaynağa doğrudan bakılıyorsa çok dikkate değer, sonradan yaratılan imgeler ortaya çıkabilmektedir.

Gözün karışıklık duyarlılığının düşmesi olarak tanımlanabilen yetersizlik kamaşması, kaynağın bakış doğrultusundaki ışık yeğinliği ve alanı ile doğru orantılı aradaki açı ile ters orantılıdır. Yetersizlik kamaşması hesabı için üretilen en basit ve genel eşitlik aşağıda verilmiştir.

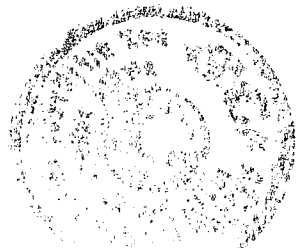
$$YK = \frac{L_s \times A}{\theta^2} \quad (3.5)$$

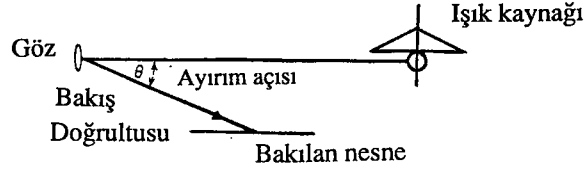
Burada; L_s = kaynağın ışıklılığı

A = kaynağın görünen alanı

θ = görüş çizgisi ile açısal ayırım

olarak gösterilmiştir (Bkz. Şekil 3.8).





Şekil 3.8- (Anon, 1985).

Bu eşitlikten de anlaşılabileceği gibi, göz ile kaynak arasındaki açı büyüdükçe kamaşma azalırken, kaynağın ışıklılığı ve görünen alanı büyüdükçe kamaşma artar.

Yetersizlik kamaşması temelde,

- 1- Gözün ışıklılık uyması
- 2- Gözün yapısı (camsı sıvı)

gibi iki etkenden ötürü oluşur.

1- Gözün ışıklılık uymasına bağlı olarak oluşan yetersizlik kamaşması:

Ortamda karışıklığın çok artması durumunda, görsel algılamanın gerçekleşebilmesi için, gözbebeğinin çabaları yeterli gelmez. Çevrenin algılanabilmesi için ağ tabakanın, ortamın ışıklılığına uyması gerekir. Ağ tabakanın ışıklılık uyması ise değişik durumlarda ayrımlar göstermekle birlikte, bir süre için çevreyi görmek olanaksız olabilir.

2- Gözün yapısından ötürü oluşan yetersizlik kamaşması:

Göze gelen ışık, ağ tabakaya gelmeden önce camsı sıvıdan geçerken, camsı sıvının heterojen yapısına bağlı olarak dağılır. Işığın gözün içinde dağılması ağ tabakanın üzerine düşen görüntünün karışıklığının düşmesine neden olur. Bu da, nesnenin ayrıntılarının görülmesini olanaksız kılar.

Gözün yapısından ötürü, nesnenin karışıklığında oluşan bu azalma nedeniyle, kişinin görsel iş yeteneği düşer ve iş yapması olanaksızlaşır (Kılıç, 1994).

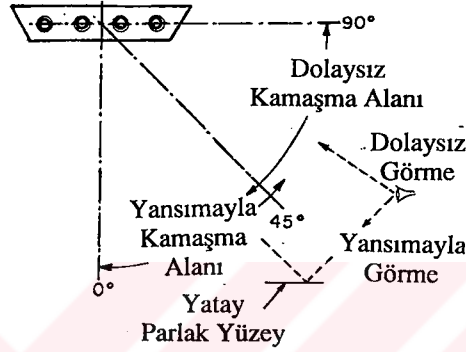
3.5.3. Köreltici Kamaşma

Işıklılığı çok yüksek olan kaynaklara, doğrudan ve çıplak gözle bakıldığında oluşan kamaşma türüdür. Kamaşmanın en uç durumu olup kişinin görme işlevini bir süre için engelleyip genelde acı vermekte ve etrafı görmeyi bir süre için olanaksız kılmaktadır. Gözümüzün önünde patlayan bir flaşın yarattığı duyulanma da aynıdır.



3.5.4. Dolaysız ve Yansımayla Kamaşma

Göz kamaşması, kamaştırıcının doğrultusu bakımından ikiye ayrılır: DOLAYSIZ KAMAŞMA, doğrultusu, görülmesi istenen şeyin doğrultusu ile, yani bakış doğrultusu ile, aynı ya da çok yakın olan ışıklı bir nesnenin doğurduğu kamaşmadır. Doğrultuyla ilgisi bulunan ikinci kamaşma türü de YANSIMAYLA KAMAŞMA'dır. Yansımayla kamaşma, bakılan, ya da bakılana yakın, parlak bir yüzeyden, ışıklı bir yüzey ya da nesnenin yansımayla göz kamaşması olayıdır (Sirel, 1984) (Bkz. Şekil 3.9).



Şekil 3.9- Dolaysız ve yansımayla kamaşma alanları yukarıdaki diagramda gösterildiği gibi tanımlanır. 45 derecelerde bu alanlar arasında kesin bir ayırım çizgisi yoktur (Anon, 1966).

1- Dolaysız Kamaşma

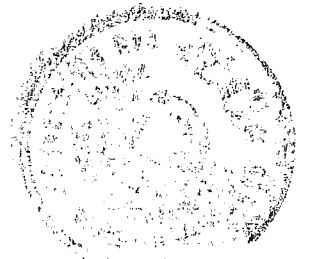
Kamaşma, birincil ışık kaynaklarından ötürü oluşuyorsa buna dolaysız kamaşma denir. Eğer ışık kaynağı, kişinin görsel algılanmasını bozmuyor, ancak, rahatsızlığa neden oluyorsa, buna dolaysız konforsuzluk kamaşması denir.

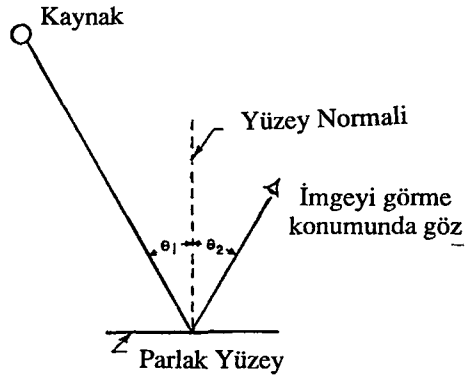
Eğer birincil ışık kaynakları görüşü bozup ayrıntıların görülmesini olanaksız hale getiriyorsa buna dolaysız yetersizlik kamaşması denir.

2- Yansımayla Kamaşma

Kamaşma, birincil ışık kaynağından ötürü oluşmuyorsa, yani kamaşma kaynağı, ışığın yansıdığı bir yüzey ise, bu durumda oluşan kamaşmaya yansımayla kamaşma denir (Bkz. Şekil 3.10) (Anon, 1966).

Yansımayla kamaşmaya maskeleye yansımaları neden olmaktadır. Bu yansımalar, bakılan nesnenin karşılığını düşüren dolayısıyla ayrıntıları örten, ışıklılıkları yüksek yansımalar olduğundan görsel algılamayı etkilemektedir.

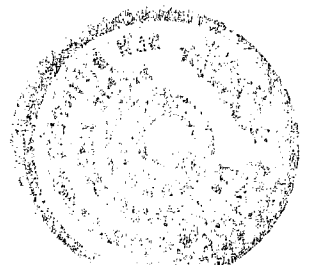




Şekil 3.10- Yansımayla kamaşma parlak yüzeyler ışıklı kaynak imgelerini göze doğru yansıttığı zaman oluşmaktadır (Anon, 1966).

Yansıyan ışık, kişide görselliği bozmadan, rahatsızlığa neden oluyorsa bu duruma yansımayla konforsuzluk kamaşması adı verilir.

Eğer maskeleme yansımalarının ışıklılıkları çok artarsa, bu durumda kişinin ayrıntıları görmesi olanaksızlaşır ve bu durum yansımayla yetersizlik kamaşması olarak tanımlanır. Bu durum genelde, yansıtma biçimi yaynık veya düzgün olan yüzeylerin, görsel hedef olduğu durumlarda oluşur.



4- MONİTÖRLE ÇALIŞILAN ORTAMLARDA GÖRSEL KONFORU ETKİLEYEN ETKENLER

Araştırmada, üretim süreçlerinde ve de yönetimde modern teknolojinin giderek daha fazla kullanılmasının bir sonucu olarak bilgisayar ekranları ile donatılmış çalışma yerleri bürolarda, çeşitli eğitim ve sanayii alanlarında önemli bir rol oynamaya başlamıştır.

Bilgisayarların çalışma alanlarına girmesi ve yaygın olarak kullanılması beraberinde pekçok sorunu da getirmiştir. Bu sorunların bazıları bilgisayarın neden olduğu, bazıları çalışma hacminin aydınlatılmasıyla ortaya çıkan, bazıları da başka etkenlerin oluşturduğu sorunlardır.

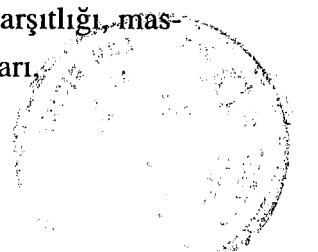
Geleneksel ofis işlerinde yatay masalarda kağıt üzerinde çalışmalar yapılırken bilgisayarların çoğalması ile bu çalışma işinin bir kısmını, bir metnin okunmasını neredeyse düşey bir duruma getirmiştir. Bilgisayar ile çalışılan ortamlarda yapılan etkinlikler klavyenin kullanımı ekranın ve belgelerin okunması ile not alınması olup, bu etkinliklerden ya da etkinlik birleşmelerinden hangisinin daha çok dikkat gerektirdiği yapılan işin niteliğine bağlıdır (bilgi girişi, veri araştırması). Söz konusu aydınlatma sorunları, ekranın görülebilirliği, klavyenin kullanımı ile okuma ve yazma, aynı zamanda bunlardan hangisine öncelik verileceği ise işin tipine bağlıdır.

Bu bölümde görsel çevrenin bilgisayar kullanıcıları üzerindeki etkileri incelenecektir. Ancak görsel sorunların çözümü ile tüm yakınmaların ortadan kalkmayacağı unutulmamalıdır.

4.1. BİLGİSAYAR KULLANIMININ BAĞLI OLDUĞU ETKENLER

Bilgisayarın rahatsızlık hissetmeden uzun süre kullanılması pek çok etkene bağlı olup bunlar:

- bilgisayar aracının kendisi, boyutu, ışıklılığı, karışıklığı, karakterlerin dış hatlarının keskinliği, rengi, düzgün yansıma ve titreşim,
- bilgisayar aracı ile görsel çevrenin birleşimi, ekran çevresinde yansıyan imgelerin ışıklılığı, karışıklığı ve keskinliği ile ekranın ışıklılığı, karakterlerin karışıklığı, maskeleyici yansımalar, ekran, belgeler ve çevre arasındaki ışıklılık oranları



- çalışma yerinin düzenlenmesi, duruş, değişik etkinlikler için görme açısı ve uzaklığı,
- kullanıcının görme sisteminin yetileri ve titreşime duyarlılığı olarak sıralanabilir.

Bu nedenle, bilgisayarlar ile ilgili görsel koşullar konusundaki yakınmalar bilgisayarın kötü bir ortamda kullanılmasına bağlı olarak yorumlanabilir (Anon, 1986).

4.2. GÖRSEL ÇEVRE İLE İLGİLİ YAKINMALAR

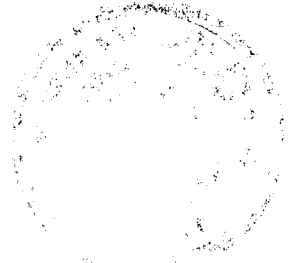
Bilgisayar kullanıcısının görsel çevre ile ilgili yakınmaları:

- Bilgisayar ekranından yüksek ışıklılık yansıması,
- Esas bakış doğrultularında oluşan ışıklılık dağılımındaki dengesizlik
- Kullanıcı tarafından kısa aralıklarla gözlemlenen yüzeylerin ışıklılıkları arasındaki dengesizlik,

gibi üç başlık altında toplanabilir (Anon, 1989).

Ekran üzerindeki yüksek ışıklılık yansımaları çok değişik şekillerde oluşabilir. En basit şekil, tüm ekran üzerinde tek düze olarak yayılan yansıma olup ekranın arka planı ile yazılı karakterler arasındaki karşıtlık değerini düşürmektedir. Araştırmalar yazı ve sayısal işlemlerin yapılabilmesi ile ışıklılık karşıtlığı arasında doğrudan bir ilişkinin olduğunu göstermiştir. Bu açıdan, bu yansımalar görsel verimde düşüşe neden olurken görsel konforu da olumsuz yönde etkilemektedir. Bu nedenle bilgisayar ekranının önünde bulunan yüzeylerin ortalama ışıklılık değeri 500 cd/m^2 'nin altında olmalıdır.

Diğer bir sorun da, yansımaların ekranın tümüne düzenli bir şekilde dağılmayışı sonucu ortaya çıkmaktadır. Bu da ekranın değişik bölümleri arasında ışıklılık karşıtlığını düşürüp bazı bölümlerin görülememesi ya da güçlükle görülebilmesi sonucunu doğurmaktadır. Gözün, görme alanı içindeki ışıklı bölgelere algılama önceliği verme eğilimi ve kullanıcının ekran karşısında özellikle başının konumunu değiştirmesiyle ekran üzerindeki yansımış görüntünün de yer değiştirmesi nedeniyle ekran üzerinde oluşan yüksek ışıklılık yansımalarının rahatsızlık boyutu artmaktadır. Bu sorunların önlenmesi için duvarların ve tavan yüzey ışıklılıkları arasındaki fark fazla olmamalı ve en yüksek ışıklılık değeri 1500 cd/m^2 olmalıdır (Anon, 1989).



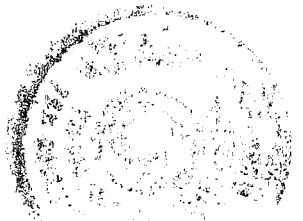
En kötü durumu ise, pencere veya ışık kaynağı gibi yüksek ışıklılık değerine sahip nesnelerin ekrandan yansiyarak etkili görüntü oluşturmalarıdır. Bu durum, ekran üzerinde düzgün yayılmamış yansımaların olumsuzluğunu içerdiği gibi, gözün uyum mekanizmasına da güçlü ve olumsuz etki yapmaktadır. Diğer bir deyişle, göz ekrandaki karaktere mi yoksa yansiyarak oluşan etkili görüntüye mi odaklanacağına karar veremez.

Bakış doğrultusuna yakın görsel çevre ışıklılığının çok büyük farklarla değişmesi ile ışıklılık dengesizliği ortaya çıkmaktadır. Bunun en tipik örneği bilgisayar ekranının pencere önünde olduğu konumda ekrana bakılmasıyla oluşan rahatsızlık duyumu olup pencerenin yüksek ışıklılık değeri, ekranın görünen ışıklılık karşılığını düşürmektedir. Benzer şekilde, masa üzerindeki parlak nesnelerden ya da klavyedeki parlak tuşlardan oluşan yansımalar da bu olumsuz etkiye neden olmaktadır.

Kullanıcının belirli aralıklarla baktığı nesneler arasında çok yüksek ışıklılık farklarının oluşmasıyla da ışıklılık dengesizliği görülmektedir. Örneğin kağıttaki bir yazı ile bilgisayar ekranının ışıklılık değerleri birbirinden oldukça farklıysa, bakış doğrultusunun değişimiyle görsel sistem harekete geçecek ve yeni hedefe uyum sağlamaya çalışacaktır. Ancak kullanıcının gözleri ve bunlara bağlı sinir sistemi yeni duruma hızlı bir şekilde ve tam anlamıyla uyumu sağlayamayacak ve yazılı kağıdı ya da ekranı görmeye zorluklar, görsel yetersizlik ve konforsuzluk oluşturacaktır. Bu nedenle, görsel alan içindeki ekran, masa ve düşey yüzeyler arasındaki ışıklılık bağıntısı çok önemli olduğundan kontrol altında tutulmalıdır.

Görsel çevrenin herhangi bir yönünün yetersiz olduğunu gösteren yakınmalarla ilgili belirtiler aşağıdaki gibi dört grupta toplanabilir (Anon, 1981):

- a) **Gözle ilgili belirtiler:** Buradaki yakınmaların çoğu göz rahatsızlığı ile ilgilidir, gözde şişkinlik, yanma, kaşınma, ağrılar vb.
- b) **Görsel belirtiler:** Buradaki yakınmalar algılama zorlukları ile ilgilidir. Gözü odaklamakta birtakım zorluklar yaşanmakta ve bu da bulanık veya çift görme şeklinde ortaya çıkmaktadır.
- c) **Bedensel belirtiler:** Bunlar daha genel yakınmalardır, baş ağrıları, sırt ağrıları, halsizlik, gereksiz bitkinlik vb.
- d) **Davranışsal belirtiler:** Burada davranışlar durumu anlatmaktadır. Bilgisayar operatörünün hiç yakınmamasına rağmen yaşanan sorunları yenmek için kendisi birtakım eylemlere girişebilir. Bu eylemler şu şekilde ortaya çıkabilir; örneğin



alışılmadık bir oturuş şekline girer ya da bilgisayar ekranını veya çalışma yerini herhangi bir biçimde değiştirir.

Bu belirtiler ayrı ayrı ortaya çıkabildikleri gibi bileşik olarak da çıkabilirler, değişik bireyler aynı koşullarda değişik belirtiler gösterebildiği gibi aynı birey değişik zamanlarda değişik belirtiler gösterebilir.

Bundan da öte görsel ortamdaki eksikliklerden başka eksiklikler nedeniyle bazı yakınmalar ortaya çıkabilmektedir. Örneğin iyi olmayan bazı çevresel ve ruhsal koşullara pek çok insan farklı tepki gösterir. Temelde bu tür belirtilerin ortaya çıkmasının yapabileceği tek şey kötü bir görsel ortamın bulunabileceği gerçeğini kanıtlamaktır.

4.2.1. Yakınmaların Nedenleri

Yukarıdaki tanımlanan belirtilere yol açması olası olan görsel çevrenin yönleri üç başlık altında toplanabilir. Bunlar:

- a) Monitörlerle (VDU) ile ilgili belirtiler,
- b) Bilgisayar biriminin etrafındaki çevre ile ilgili olan belirtiler.
- c) Kullanıcı ile ilgili belirtiler.

4.2.1.1. VDU

Bilgisayar ekranının kullanılması ile çoğu zaman kullanıcıdan sergilenen bilgileri belli bir zamanda okuması isteneceğinden görsel ortamdan doyum alma ile ilgili olan bir etken de harflerin okunabilirliği olup bu da harflerin boyutları, biçimleri ve aralıkları ile ilgilidir. Bu değişkenlerle ilgili optimum nitelikler çok yaygın bir biçimde incelenmiş ve önerilerin yerleştiği söylenmiştir.

Aynı derecede önemli olan sergilenen nesnenin düzeni, okuma ve bilginin şifresinin çözülmesi sırasındaki hareketlerdir. Bununla birlikte bu değişkenler için evrensel olarak uygulanabilecek öneriler yoktur. Değişik amaçlarla kullanılan bilgisayar ekranlarının değişik kullanım biçimlerine gereksinimi vardır ki bu da değişik düzenler ve şifreleme sistemleri vb. demektir.

VDU'ların her türlü uygulama açısından önemli olan bir özelliği imgenin durağan olmasıdır. Sergilenen nesnenin kısmen ya da bütününün titremesi çok yorucu olmaktadır. VDU'lardaki bu kararsızlık birkaç değişik şekle girebilmektedir. En yaygın olanı titreme olup bunda sergilenen nesne parlayıp donuklaşmaktadır. Titremenin ortaya çıkma olasılığı sergileme ekranındaki fosfor ve sergilenen nesnenin yenilenme hızı ile



ilgilidir. Fosfor ne kadar uzun süre kalır ve yenilenme hızı ne kadar yüksek olursa gözle görülen bu oynama o kadar az olmaktadır. Fosfor ve yenilenme hızı konuları ile ilgili ayrıntılı bilgi çalışmanın ekler bölümünde monitörler ve yüksek çözünürlük ile çözünürlüğü etkileyen faktörler kısmında bulunmaktadır. Sergilenen nesnede oluşan başka bir kararsızlık daha ortaya çıkmaktadır. Bu da bir titreme etkisi yaratmakta ve burada oluşan karakterler ya bulanıklaşmakta ya da hareket ediyormuş gibi görünmektedir. Diğer bir kararsızlık da sürüklenme olup burada harfler kaymaktadır. Titreme, yanıp sönmeye ve kayma etkileri aynı zamanda güç kaynağının dengesiz olmasından ve sergilemeyi denetleyen elektronikte eş zamanlamanın doğru olmamasından kaynaklanmaktadır.

Ofislerin otomatikleştirilmesinde giderek artan CRT tabanlı ve pozitif imgeli ekranlarda (ışıklı zemin üzerinde koyu metin gösteren ekranlar) kullanıcı gözünün ekranda yukarıdan aşağıya doğru hareket ederken çok kısa bir an ekranda ışıklı yatay bir çizgi gördüğü gözlenmiştir (Nylon, 1985). Bu düşey hız ölçülmüş ve 7 ile 12 m/s olarak saptanmıştır. Ekranlar normal konumunda 90°, 180° ve 270° döndürülmüş ve bu olayın sadece elektron ışın demeti çizgisi (bkz. Ek 2, monitörler ve yüksek çözünürlük) ve bakış aynı yönde olduğu zaman ortaya çıktığı anlaşılmıştır. Kullanıcı çoğu zaman ekranın değişik noktalarına, ekran üzerinde bulunan bir nesneye veya kişiye baktığı zaman yatay çok ışıklı bir çizgi görür. Ekranı çok yakın çalışanlar tarafından bu görülmemekte ancak ekrandan uzaklığı 2 m olan kullanıcılar tarafından görülmektedir.

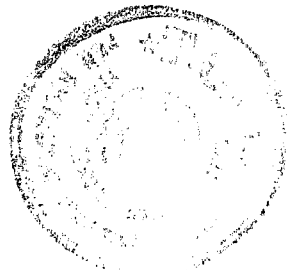
Değişik fosfor oranları olan iki ekran kullanılarak gerçekleştirilen deneyler göz hareketlerinin ölçülmesinden sonra elde edilen sonuçlara göre bu ışık olayının pozitif imgeli ekranlarda meydana geldiğini göstermiştir.

Bu olay, CRT (Katod ışıklı tüp)'nin dikey hızının bakış hızının çok üstünde olan bir ekran kullanarak ortadan kaldırılabılır. Sadece elektron ışın demetinin yönünü tersine çevirerek kullanıcının bu olayı klavyeden ekrana doğru bakarken algılanmasına neden olunabilir. Bunu önlemenin bir olasılığı da ekranda maksimum ve ortalama ışıklılık arasında daha küçük bir fark olan ve ekranda etkisi daha uzun süre kalacak olan fosfor bileşenleri kullanmaktır (Nylon, 1985).

4.2.1.2. Görsel Çevre

Görsel çevrenin V.D.U. kullanıcıları için sorun yaratabilecek olan yönleri

- Yüksek ışıklılığı olan yüzeylerin yarattığı yansımalar,



- Görme alanı içinde aşırı yüksek ışıklılık değerlerinin bulunması gibi iki ana grupta toplanabilir (Anon, 1981).

4.2.1.2.1. Işıklılığı Yüksek Yüzeylerin Neden Olduğu Yansımalar

Bilgisayar ekranı düzgün yansıma yapan bir yüzey olduğu zaman ekranda yansıyan ışıklılığı yüksek olan nesneler bilgisayar kullanıcıları tarafından görülmekte ve bunlar birtakım yakınmalara neden olmaktadır.

Bilgisayar ekranlarında ortaya çıkan ışıklılığı yüksek olan yansımaların üç etkisi olabilir:

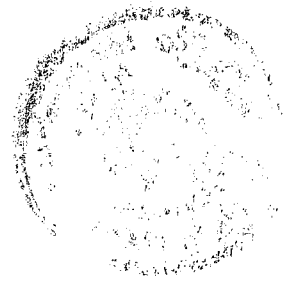
- Birinci olarak bu iki yansımalar ekrandaki metin üzerinde görüldüğünden ve bu da karışıklığı (ekranın görülebilirliği) azalttığından dikkat dağıtıcı olmaktadır.
- İkinci olarak harfler arasındaki karışıklığı azaltarak bazı parçaların okunmasını güçleştirmektedir.
- Üçüncü olarak gözlerin odaklanması gereken uzaklık konusunda yanıltıcı ipuçları oluşturabileceğinden sergilenen nesnenin bulanıklaşmasına neden olmaktadır.

Yüksek ışıklılığın iç mekânda en çok rastlanan kaynakları;

- pencereler,
- yapay ışık kaynakları,
- dolaysız güneş ışığının geldiği yüzeyler,
- operatörlerin giydiği beyaz giysiler,
- beyaz ya da açık renk yüzeyler,
- klavyedeki parlak tuşlar ile
- ışıklılıkları ekranın ışıklılığından daha fazla olan ve kullanıcının çalışmakta olduğu belgeler olmaktadır.

4.2.1.2.2. Işıklılık Dengesizliği

Bilgisayarı kullanırken ışıklılık açısından göz önüne alınması gereken iki koşul bulunmaktadır. Birincisi kullanıcının sürekli olarak ya ekran ve klavyeye ya da kaynak belgeye bakmakta olduğu durağan durum ikincisi ise, kullanıcının klavye, ekran ve kaynak belgeler arasında bakışını hiç durmadan değiştirmekte olduğu devingen durumdur. Aşağıda bu iki durum daha ayrıntılı bir şekilde incelenmiştir.



- **Durağan Işıklılık Dengesizliği**

Genel ortamın ışıklılığı yüksek ise gözlerin kendini uyarılma düzeyi ortalama ışıklılığa göre ışıklılığı daha düşük olan bir ekrandaki ayrıntıları görmeyi daha güçlü kılacağından durağan ışıklılık dengesizliği sorunlarına çözüm ekrana bununla ilişkili alanların ışıklılık oranlarını sınırlı tutmaktır. Pozitif karşıtlığı(*) olan ekranlarda bunun kolayca yapılabilmesinin bir yolu yani ışıklılığını ayarlayacağımız alanlar ekranın, klavyenin ve kaynak metnin görüldüğü yüzeyin çevresidir. Bu yüzeylerin yansıtıcılık oranları 0.2 ile 0.5 arasında olmalıdır. Negatif karşıtlığı olan ekranlar için özel bir önlem alınması gerekmektedir.

Kullanıcı, yüzü pencere ya da çok iyi aydınlatılmış, yansıtıcılığı yüksek olan yüzeylere dönük oturmamalıdır (stor veya perdelerin olmaması durumunda). Bilgisayar kullanıcısının neredeyse yatay olan görüş çizgisi nedeniyle bu ışıklı alanların veya parlak ışık kaynaklarının etkisi sıradan masalarda çalışan kişilere göre daha dikkate çarpar bir hale gelecektir. Hareket edilebilir ekranlar bilgisayar ile ışıklı duvar ve pencereler arasında kullanılabilmekte ve böylece yüzeylerden gelen dolaysız kamaşma engellenebilmektedir (Anon, 1986).

- **Devingen Işıklılık Dengesizliği**

Kullanıcı bir ekrana, bir kaynak belgeye bakıyorsa iki değişik ışıklılık nedeniyle rahatsızlık hissetmekte ve görsel verim düşmektedir.

Ekranın ışıklılığı, fosfor tarafından yansıyan ışıklılığın, ön camdan yansıyan çevre ışıklılıklarının ve fosforun kendi ışıklılıklarının toplamından oluşmaktadır. Fosforların yansıtma çarpanı 0.2 ile 0.3 oysa belgelerin yansıtma çarpanı 0.5 ile 0.7 arasındadır. Üstelik pek çok durumda kaynak belgeler neredeyse yatay, oysa ekranlar genellikle düşey düzlemde olup pekçok aydınlatma sisteminde yatay düzlemdeki aydınlık düzeyi düşey düzlemdeki aydınlık düzeyinden daha fazladır. Bu iki nedenden dolayı belgelerin yansıyan ışıklılığı genelde ekranda yansıyan ışıklılıktan daha büyük olacaktır. Bu, ekranın ön camında yansıyan çevre ışıklılıklarının çok yüksek olması durumunda geçerlidir. Bu da belge ile ekran üzerindeki ışıklılığın aşağı yukarı birbirine eşit olması için fosforun ışıklılığının yüksek olması demektir.

Negatif karşıtlığı olan ekran için, arka plan ışıklılığı kaynak belgenin ışıklılığına benzetilebilir ve bu şekilde de devingen ışıklılık dengesizliğinin oluşmaması sağlanır.

(*) Pozitif karşıtlığı olan ekranlarda karakterler açık arka plan koyu renktir.

Negatif karşıtlığı olan ekranlarda ise karakterler koyu arka plan açık renktir.



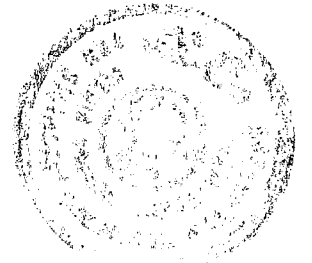
Pozitif karşıtlığı olan ekranın arka plan ışıklılığı düşüktür bu nedenle devingen ışıklılık dengesi açısından bakıldığında kaynak belgenin ışıklılığı da düşük olmalıdır, böylelikle belgeleri okumak için önerilen aydınlık düzeyi açısından bir ayarlama yapmak gerek-meyecektir (Anon, 1986).

4.2.1.3. Bireyin Görsel Yetileri

Kalem kağıtla yapılan alışlagelmiş büro işleri ile karşılaştırıldığında bilgisayarların ol-dukça değişik gereksinimleri olduğu görülür. En çok sorun yaratan gereksinme odakla-ma için gerekli olan uzaklığı saptayabilmektir. İnsanlar yaşlandıkça odaklama yapabi-lecekleri uzaklıklar azalmaktadır. Bunu düzeltmek için gözlük takılabilir fakat bunlar bile odaklamada sınırlı bir olanak sağlamaktadır. Bedensel açıdan sorun tipik bir bilgi-sayar ekranı, klavye ve bilgisayar çalışması ile ilgili belgelerin değişik uzaklıklardan görüldüğüdür, bu da hiç durmadan odaklamayı değiştirme zorunluluğunu ortaya çıkar-maktadır. Genç kullanıcılar için bu bir sorun yaratmazken daha yaşlı insanlar için göz-lük taksalar bile bu uzaklıklar gözü odaklayamayacak kadar büyük olabilir. Genelde bir kullanıcı gözlük kullanıyorsa bunların bilgisayar işi için uygun olduğunu düşünmemek gerekir. Eğer değilse yakınmalar kaçınılmaz olarak ortaya çıkacaktır.

Bilgisayarla çalışma konusundaki yakınmalarda bireyin görsel yetilerinin ne ölçüde işe girdiği olasılığını hesaplarken bunların birbirinden son derece farklı olduğu akılda tu-tulmalıdır. Örneğin, yanıp sönme ve kamaşmaya karşı duyarlılık, duruma uyarlama hızı ve odaklama uzaklıkları konusunda bireyler arasında son derece büyük farklılıklar gös-termektedir.

Bilgisayar ile çalışırken göz yorgunluğunu önlemek için optimum çalışma uzaklığını belirlemek üzere ekrana göre görme uzaklığının etkilerinin incelendiği bir bildiriye gö-re (Jacschinski et al., 1987) 20 denek ile iki saat süreyle bir monitörde 50 cm ile 100 cm uzaklıkta çalışarak yapılan inceleme ve karşılaştırma sonucu deneklerin 50 cm uzaklığı fazla yakın 100 cm uzaklığı ise kabul edilebilir buldukları belirtilmiştir. Bu so-nuçlar deneklerin hiçbir şekilde karanlıkta odaklanmasına bağlı olarak yapılmamıştır. Bir alt grup ile de karanlıkta odaklanma 50 cm ile yapılmış ancak 50 cm'in yakın oldu-ğu göz yorgunluğunun daha fazla olduğu ve yapılan işin daha kötü olduğu anlaşılmıştır. Bu sonuçlar optimum görme uzaklığının o bireyin karanlıktaki odaklanmasına bağlı olduğu tezini desteklemekte daha doğrusu bilgisayar ekranını görme açısının daha büyük olmasını önermektedir (Deneyde ekrandaki harflerin yüksekliği ve eni 0.57 de-recelik aynı görme açısı ile görülebilmesi için ayarlanmıştır).



5- MONİTÖRLE ÇALIŞILAN ORTAMLARDA YAPAY AYDINLATMA SİSTEMİ TASARIM SÜRECİ

Yeni bir aydınlatma sisteminin tasarımına başlarken, kullanılacak bilgisayar türlerinin ve kullanım alanlarının belirlenmesi oldukça önemli olduğundan bunu sağlamak için kullanıcının görüşlerine başvurarak onun çalışma ortamından öncelikle neler beklediği belirlenmelidir. Bu işlemin boyutları, pek çok sabit ekranın belirli bir düzen içinde konumlandığı hacmin kontrolünden, değişik türde ve konumda pekçok ekranın kullanıldığı açık plan ofislere kadar geniş bir yelpazede irdelenebilir.

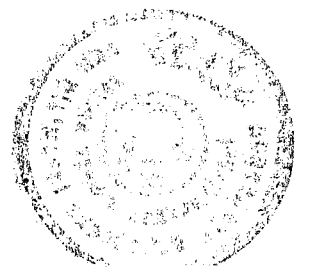
Aydınlatma uzmanı ile iç mimarın birleştiği noktalarda yani yüzeylerin yansıtma çarpanlarında, pencerelerde kullanılacak gün ışığı kontrolü elemanlarında ve yerleşim düzeninde iç mimar ile aydınlatma tasarımcısının sürekli bağlantı halinde olmaları gerekmektedir.

5.1. MONİTÖRLE ÇALIŞILAN ORTAMLARDA YAPAY AYDINLATMA SİSTEMİ TASARIMI İLE İLGİLİ YAKLAŞIMLAR

Ekranlarda oluşan yüksek ışıklılık yansımalarının azaltılması ve etkisiz hale getirilmesi için temelde, ya hacim içinde yüksek ışıklılık değerlerinin oluşumunu engelleyecek bir yaklaşım ya da böyle yüksek ışıklılığa sahip yüzeyler varsa bunların VDT ekranından yansımamasını ve kullanıcıyı rahatsız etmemesini sağlayacak bir yaklaşım ortaya konulur.

Aydınlatma sistemi olarak ise, dolaysız aydınlatma (Downlighting), dolaylı aydınlatma (Uplighting) ya da ikisinin birleşimine karar vermek, tavan yüksekliği, enerji kaynağı ve hacim kullanımı gibi pekçok etkene bağlıdır (Anon, 1989).

Hacim yüksekliği 2.50 m ve altında ise yukarı doğru ışık kaynaklarının kullanılması oldukça zorlaşır ve aşağı doğru aydınlatma sistemi zorunlu olarak kullanılır. Eğer hacim yüksekliği 3.50 m ve üstünde ise yukarı doğru aydınlatma kaynakları veya birleşik dolaysız-dolaylı kaynaklar kullanılabilir.



Dolaysız-dolaylı aydınlatma aygıtlarının modüler bir tavan düzeniyle birlikte kullanılması iyi sonuç vermektedir. Bazı durumlarda kaynak sayısının veya aygıtın aşağı doğru yaydığı ışık oranının değiştirilmesiyle aydınlık düzeyi değerinin de değiştirilmesi ve hacim içinde bazı görsel farklılıkların oluşturulması mümkündür.

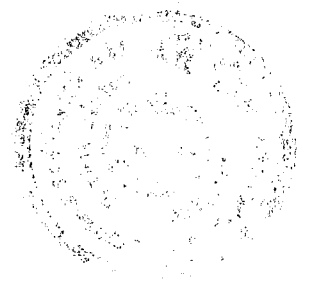
Dolaysız-dolaylı ya da ikisinin birleşimi olan aydınlatma sistemleriyle, hacim içinde gerçekleştirilecek görsel işlevler için gerekli aydınlığın tümü sağlanabilirken, yine bu sistemlerle hacim içinde sadece güvenlik için yeterli düzeyde bir fon aydınlığı sağlanıp bölgesel aydınlatma ile bunun bütünlenmesi yoluna da gidilebilir. Bölgesel aydınlatma, masa veya mobilyalara takılan ya da asılı aygıtlarla gerçekleştirilebilir.

Geleneksel ofis işlevlerine göre hesaplanmış ve tasarlanmış bir aydınlatma sistemine sahip bir hacmin VDT kullanımına açılmasıyla beraber aydınlatmanın nicel ve nitel yönden yetersizliği sorunu ve buna bağlı kullanıcı yakınmaları ortaya çıkmaktadır.

Mevcut bir sistemin yeniden düzenlenerek VDT kullanımına uygun hale getirilmesinde ilk önce donanımının incelenmesi ve VDT'nin hangi alanlarda kullanılacağına karar verilmesi gerekmektedir. Kullanıcı sorunlarının bir kısmı görsel koşullarla beraber ergonomik ve çevre koşullarına bağlı olabilir. Mevcut donanımın yeniden tasarımı ve kaynakların yerlerinin nitel ile nicel özelliklerinin değiştirilmesine girilmeden önce tüm şartlar gözönünde bulundurulmalıdır.

Bilgisayarla çalışılan ortamlarda yapay aydınlatma sisteminin kurulmasında temel ilke hacim içindeki görsel koşullara olumsuz etki oluşturmaktan yakınmalara neden olan sorunların çözülmesidir.

VDT'lerin kullanıldığı hacimlerde, yatay düzlemlerde istenen aydınlık düzeyi 300-500 lüks arasındadır (Anon, 1989). Bu değerler yazılı belgelerin okunabilmesi için gerekli aydınlık düzeyi değeri ile VDT kullanımı için en konforlu aydınlık düzeyi değerleridir. Daha yüksek aydınlık düzeyi değerleri yazılı belge ile ekran arasında ışıklılık farklılıklarına neden olacak ve bu da kullanıcıya zorluk çıkaracaktır. Çok düşük aydınlık düzeyi değeri ise yazılı belgelerin okunamaması gibi olumsuz sonuçlar doğuracaktır. Çalışma hacmindeki işlevler çoğunlukla ekran üzerinde gerçekleştiriliyorsa düşük aydınlık düzeyi değeri yeterli olurken, işlevler daha çok yazılı belge okuma üzerine ise en üst düzey kullanılmalıdır.



Daha önce açıklandığı üzere, bilgisayarla çalışılan ortamlarda başlıca kullanıcı yakınmaları, devingen ışıklılık dengesizliği, durağan ışıklılık dengesizliği ve ekran yansımalarıdır.

Devingen ışıklılık dengesizliği sorununda, VDT'nin yakın çevresinde kullanıcının çok sık aralıklarla gözlemlediği yazılı belge, klavye ve ekran yüzeyi ışıklılıkları önemli rol oynamaktadır. Bu yüzeylerin yansıtıcılık ve aydınlık düzeyi değerleri birbirleriyle karşılıklı ilişkili olarak uygun değerler almasıyla bu sorun genel anlamıyla çözülmektedir.

Durağan ışıklılık dengesizliği sorununda ise, hacim içinde daha geniş alanlar ve özellikle bakış doğrultusu çevresindeki alanların ışıklılık değerleri sözkonusudur. Dikkat edilmesi gereken yüzeyler, duvar alanları ve günışığının yoğun olarak girdiği pencerelerdir. Aydınlık düzeyi değerinin veya yüzeylerin yansıtma çarpanlarının düşürülmesi ya da pencerelerin engellenmesi ile bu sorun büyük ölçüde çözülebilir.

VDT ekranındaki yansılarda ise tüm hacim dikkate alınmalıdır. Göz, ekran ve kullanıcı arasındaki geometriye dikkat edilirse, VDT ekranından yansıyarak göze gelen yüksek ışıklılığa sahip zararlı bölgenin oldukça büyük olduğu ve VDT ekranının önünde oldukça geniş bir uzaklığın yansıtma etkisi yapabileceği görülür. Çok sayıda VDU'nun kullanıldığı bir çalışma ortamında, ekranların farklı açılarda ve farklı yönlerde konumlanabileceği ve kullanıcıların ekranları farklı açılarda gözlemleyebileceği açıktır. Bu açıdan duvarların ve tavanın tümü bu ekranlardan herhangi birinde yansımaya neden olabilir. Bu açıdan, VDT ekranından yansımayı önlemek için hacmin aydınlatılması bir bütün olarak ele alınmalıdır. Bunun yanı sıra ekran özelliklerinin değiştirilmesiyle aydınlatma sisteminde yapılan düzeltmeler desteklenebilir.

5.2. MONİTÖRLE ÇALIŞILAN ORTAMLARDA DOLAYSIZ AYDINLATMA SİSTEMİNİN KULLANILMASI

VDT ekranında yapay aydınlatma kaynaklarının yansıtması tamamen geometrik kuralların geçerli olduğu bir olaydır (Bkz. Ek 3). Buradan hareketle, ekranda kullanıcıyı rahatsız eden yansımaların önlenmesi veya kontrol altına alınması kaynakların belirli doğrultulardaki ışıklılık değerlerinin sınırlandırılması ile mümkündür. Bu, VDT kullanılan hacimlerde dolaysız aydınlatma sisteminin yansımaları önleyici şekilde uygulan-



masının dayandığı temel ilkedir.

VDT'nin bir masa üzerinde ve önünde bir kullanıcının oturarak kullanıldığı geleneksel konumlamada, bakış açısının üzerinde kalan yapay aydınlatma kaynaklarının ışıklılık değerlerini sınırlamak aynı zamanda ekran üzerinde yansımanın da ışıklılığını sınırlamak demektir. Bir başka deyişle, bu açı içinde ne kadar düşük düzeyde ışıklılık oluşursa o kadar düşük ekran yansıması ışıklılığı oluşur. Bu koşullar VDT ekranının dik ya da dikeye yakın eğimde olduğu koşullarda geçerli olup yataya yakın bir ekranda dolaysız aydınlatma, VDT ekranını kullanılmaz derecede ışıklılığa sahip bir duruma getirmektedir.

Tipik dolaysız aydınlatma sisteminde, hacim içinde oldukça düzgün ve karakteristik bir aydınlık dağılımı sağlanmaktadır. Kaynakların ışık verimleri tamamen aşağı doğru olduğu için, yatay düzlemlerde aydınlık düzeyi değeri yüksek, düşey yüzeylerde ve tavana ise düşüktür. Klavye ve yazılı belgelerin üzerinde kaynak yansımaları ve sert gölgeler, hacim içinde ise genel olarak loş bir ortam oluşur. Bununla beraber, mobilya yüzeyleri de mat bir görünüme sahipse hacim daha da sıkıcı bir hal alır. Gölge ve tavan yansımalarının çözümü için hacim yüzeylerinin ve özellikle döşemenin yansıtma çarpanı değerlerinin yüksek tutulması gerekmektedir (Anon, 1989).

Dolaysız aydınlatma sisteminde kullanılan kaynaklardan çıkan ışığın büyük bir çoğunluğu (%90'ın üstü) yatay çalışma düzlemine düşmektedir.

Dolaysız aydınlatma sistemi, kaynakların tavana gömülü veya sıvaüstü montajlı ya da tavana yakın olacak şekilde asılı olarak kullanıldığı bir sistemdir. VDT kullanıcısının başının üzerinde ve arkasında kalan tavan alanları ve kaynaklar, ekranda yansıma oluşturan yüzeylerin büyük bir çoğunluğunu kapsamaktadır. Ekranda yüksek ışıklılık değerine sahip yansımış görüntülerin oluşmaması için, ışık dağılımı uygun kaynakların seçilmesi çok önemlidir. Bununla birlikte, uygun kaynak seçimi, başarılı bir aydınlatma uygulamasını tam anlamıyla sağlayamamaktadır. Bu nedenle hacim içinde yüksek ışıklılıkların önlenmesi gerekmektedir. Bunu sağlamak için de, tasarımcının günışığı deneyimi ve yüzeylerin yansıtma çarpanları konusunda doğru kararlar alması gerekmektedir.

5.2.1. Dolaysız Aydınlatma Sisteminde Kaynak Seçimi

VDT kullanılan hacimlerde uygun kaynak seçiminde temel ilke, ekranda yansıma olasılığı olan kaynakların görüldüğü ya da görünmesi olası olan açının belirlenmesi ve bu açısal bölgenin içinde kalan kaynakların ışıklılık değerlerinin kontrol altına alınması gerekmektedir. VDT ve kullanıcının konumu için tüm ergonomik ilkelerin sağlandığı



koşullarda basit bir geometrik çizimle ışıklılık sınır açısı belirlenebilir (Bkz. Ek 3). Aydınlatma tasarımcısının bu bilgileri genellikle kesin değerleriyle elde edemediği ve kullanılan ekran tiplerinin ve bilgisayarla yapılan işlevlerin çok değişken olması gözönünde bulundurulursa VDT'lerde kullanılabilecek dolaysız aydınlatma kaynakları, yoğun kullanım, genel kullanım ve minimum kullanım olarak üç sınıfta incelenebilir. Bu ışık kaynaklarını üreten firmaların yayınladıkları kataloglarla ürünlerinin hangi kullanım için uygun olduğunu belirtmeleri gerekmektedir. Böylece VDT'lerin kullanıldığı hacimlerde aydınlatma sistemini oluşturacak kaynakların seçimi daha kolay olacaktır.

Işık kaynakları düşeyle 55° , 65° ve 75° açılara ışıklılık sınırlaması sağlayacak şekilde üç sınıfta ele alınmaktadır. Bu açılar örtüleme açıları (cut-off) değildir. Bu açıların içindeki bölgede ortalama ışıklılık maksimum 200 cd/m^2 olabilir (Anon, 1989).

Hangi sınıftaki ışık kaynağının kullanılacağına karar verilirken pek çok ölçüt söz konusudur. Işık kaynağının ışıklılık sınır açısı düştükçe, daha az sayıda VDT ekranında yansımış görüntü oluşturur. Genel olarak açı küçüldükçe ışık kaynağının etkinliği azalır ve bu da ışık dağılımı denetiminin daha iyi yapılmasını sağlar. Kaynaklar arası boşluk ile montaj yüksekliği arasındaki oran düşer.

1. sınıf: 55° ışık kaynağı

Işıklılık sınır açısı 55° olan ışık kaynakları ile, tüm azimut açılarından ekranın görülmesi koşullarında düşeyle 55° açısal bölgede ışıklılık kontrolü sağlanır. Genel olarak, bu ışık kaynakları hacim içinde yoğun VDT konumlanması yapılmış, VDT'lerin uzun süre kullanıldığı ve hataların çok önemli olduğu terminallerde kullanılır. Örneğin;

- a) Bilgisayar destekli tasarım istasyonları veya kelime işlemcilerin ekranları gibi geniş alanlı ekranlara sahip terminallerde,
- b) Karşıtlık ve tanımlamanın zayıf olduğu eski tip VDT'lerde,
- c) Yüksek çözünürlüğü olan ekranlar gibi aynalaşma özelliği yüksek olan ekranların kullanıldığı terminallerde.

2. sınıf: 65° ışık kaynağı

Işıklılık sınır açısı 65° olan ışık kaynakları ile, tüm azimut açılarında ekranın görülmesi koşullarında düşeyle 65° açısal bölgede ışıklılık kontrolü sağlanır. Bu ışık kaynakları 55° ışıklılık sınır açısına sahip ışık kaynaklarına göre etkinlik açısından daha üstün olup, iyi ışıklılık kontrolü sağlar. Bu ışık kaynakları VDT kullanımının yaygın şekilde



konumlandığı hacimlerde kullanılır.

3. sınıf: 75° ışık kaynağı

VDT'lerin kullanılabileceği alanlarda en geniş ışıklılık sınır açısı 75°'dir. Etkinliği diğer ışık kaynaklarına göre daha yüksek olup kaynaklar arası boşluk daha geniştir. Görsel işlevlerin daha seyrek VDT kullanımına gereksinim duyduğu ya da hacim içinde VDT yoğunluğunun çok düşük olduğu koşullarda kullanılır. Geniş açık plan ofislerde, eğer bu kaynaklar kullanılacak ise, bireysel VDT'lerin konumlanmasına dikkat edilmelidir (Anon, 1989).

5.2.2. Aydınlatma Sisteminin Düzenlenmesi

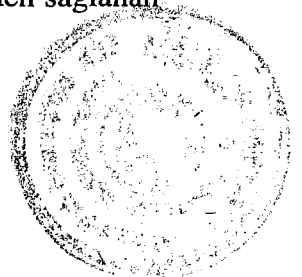
Uygulanacak kaynak yerleşimi, tesisat tipine, seçilen aydınlık düzeyi değerine ve hacim sınırlamalarına bağlıdır. Çok sayıda VDT ekranının bulunduğu ya da farklı yerleşimlere sahip hacimlerde ise yatay olarak takılamayan kaynaklar kullanılır. Bu uygulamalar, ekran ve kaynakların birbirleriyle geometrik ilişkisi gözönünde bulundurularak yapılmaktadır.

Bazı durumlarda aydınlatma uzmanı, hacimde ne gibi görsel gereksinimlerin oluşacağını bilemediğinden, böyle durumlarda ışıklılık sınır açısı 55° veya 65° olan kaynakları tavanda düzgün sıralar halinde yerleştirme yoluna gitmelidir. Bu kaynakların özellikle geniş hacimlerde ışık dağılımı ve aydınlığın düzgün yayılmışlığı gibi özelliklerine dikkat edilmelidir.

Kaynakların birbirleri arasındaki boşluk ve duvarlara veya kolonlara uzaklıkları da önemli tasarım parametreleridir. Çünkü kaynaklar yakın oldukları yüzeylerin üzerinde kendi şekillerine benzer parlak bölgeler oluştururlar. Duvar üzerinde bu yüksek ışıklılığı olan bölge ile duvarın düşük ışıklılığı olan bölgeleri arasında büyük karşıtlık farkı oluşur. Bu olumsuzluğu minimum düzeyde tutmak için bu bölümlerin ışıklılık değeri maksimum 500 cd/m² olabilir. Bu değerin hesaplanması mümkün olmuyorsa, kaynakların duvarlardan biraz geri alınması yoluna gidilebilir.

5.2.3. Yüzeylerin Yansıtma Çarpanları

VDT hacimlerinde 55° ve 65° ışıklılık sınır açısına sahip kaynakların kullanıldığı dolaysız aydınlatma uygulamalarında döşeme ile çalışma düzlemi ve duvar yansıtma çarpanlarının yüksek değerlerde olması gerekmektedir. Böylece bu yüzeylerden sağlanan



dolaylı aydınlık düzeyi artırılmış olmaktadır.

Güneş ışığının hacme girişi hacim içindeki ışıklılık dengesine olumlu etki yaptığından, bu durumda yansıtma çarpanı değerleri aşağıdaki gibi oluşur:

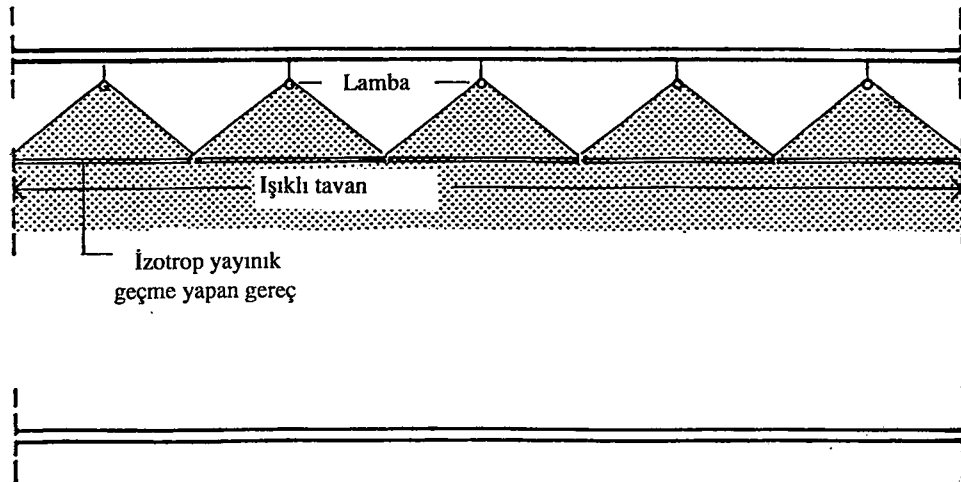
Tablo 5.1- Güneş ışığının varlığına göre yüzeylerin yansıtma çarpanı değerleri

Yüzey	Yansıtma çarpanı (%)	
	Gün ışığı yok	Gün ışığı var
Döşeme gereci	0.30	0.20
Çalışma düzlemi	0.40	0.30
Duvarlar	0.50	0.50
Tavan	0.70	0.70

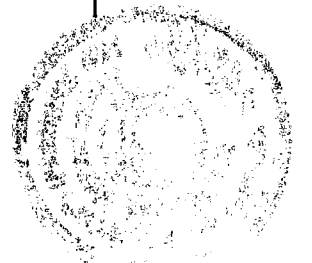
Burada amaç, hacim içinde yüzeylerden yansıyarak tavana maksimum ışık dönüşünün sağlanması, hacim içi atmosferin sıkıcı ve bunaltıcı olmaktan kurtarılması ve kullanıcıların görsel işlevlere kolay uyum sağlamasıdır. Yine bu amaçla hacim içinde değişik renklerde yüzeylerin oluşturulması yoluna gidilebilir (Anon, 1989).

5.2.4. Işıklı Tavan

Dolaysız aydınlatma yoluyla ışıklı tavan sisteminde tavan aynı zamanda aydınlatma aygıtıdır. Işık kaynaklarından çıkan ışık, tavandan belli bir uzaklığa yerleştirilmiş gereçlerden geçirilerek tüm tavanın aydınlanması sağlanır (Bkz. Şekil 5.1). Çeşitli etüdler sonucu da ışıklılık ayrımları sifıra yaklaştırılarak tavanda düzgün yayılmış bir aydınlık elde edilebilir.



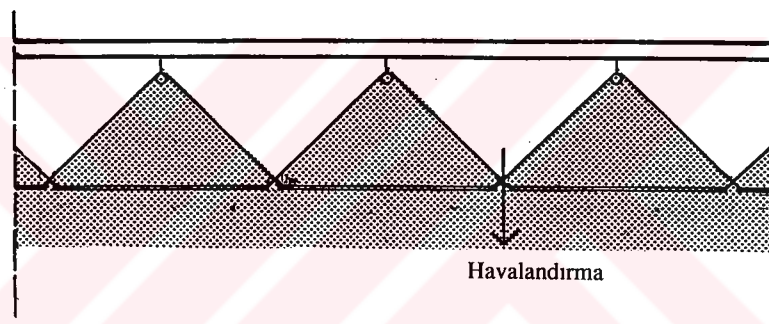
Şekil 5.1- Işıklı tavan sistemi (Çora, 1990).



Bu sistemde, yukarıda açıklandığı gibi tavanın yapılacak etüdler sonucu belirlenecek olan yerlerine yerleştirilecek ışık kaynaklarından çıkan ışık akışı, tavandan belli bir uzaklığa konulmuş (ya da asılmış) gereçlerden geçerek hacim aydınlatılır. Bu gereçler tavanın her tarafına asılmakta böylece tüm tavan ışıklı olmaktadır.

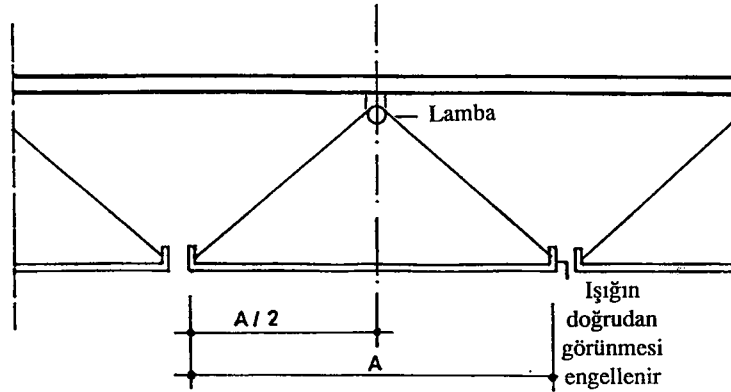
Tavandan belli bir uzaklığa yerleştirilmiş ve böylece üzerinde düzgün yayılmış bir aydınlık elde edilmiş olan gerecin izotrop yayınık geçme yapması da gerekir ki, tavan görüntüsünde ışıklılık ayrımı olmasın.

Işığın geçtiği ve tavanın her yerini kaplayan gerecin tavana asılan (veya monte edilen) yerlerinin yani askı elemanlarının ya da taşıyıcı sistemin tavan alt yüzeyi ile birlikte görünecek yüzeylerinin ışıklılık ayrımına neden olmayacak bir ışıklılıkta, ya da bu ışıklılık ayrımlarının gözün algılayabileceğinden daha küçük bir değerde olması gereklidir.

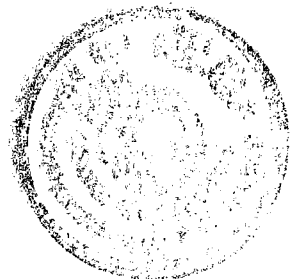


Şekil 5.2- Işıklı tavan sisteminde havalandırma (Çora, 1990).

Eğer ışık kaynakları ısı ışıma yapıyorsa tavan ile gereç arasındaki hacmin havalanması gerekir. Bunun için Şekil 5.2'de görüldüğü gibi küçük aralıklar ya da küçük deliklerle bu sağlanabilir. Bu durumda, bu aralıklar, ya da deliklerden ışık kaynaklarının görünmesini engelleyici önlemler almak gerekir. Şekil 5.3'de böyle bir önlem görülmektedir.



Şekil 5.3- (Çora, 1990).



5.3. MONİTÖRLE ÇALIŞILAN ORTAMLARDA DOLAYLI AYDINLATMA SİSTEMİNİN KULLANILMASI

VDT ekranında oluşan yansımalar, yansımaya neden olan nesnenin ekrana göre ışıklılık değeri ile tanımlandığına göre, bunu önlemenin yolu kaynakların ışıklılık değerlerinin düşürülmesinden geçmektedir. Dolaylı aydınlatma sistemi, tavanı geniş alan ve düşük ışıklılık değerine sahip bir ışık kaynağı kullanarak bunu gerçekleştirmektedir. Yine de VDT ekranında yansımalar önlenemezken, bunların ışıklılıkları düşük değerde tutulabilmekte ve geniş bir alana yayılmaktadır. Diğer bir deyişle, ekranda çok parlak ve küçük bir görüntü yerine, daha geniş alanlı ve daha düşük ışıklılığa sahip görüntü oluşmaktadır. Bu ışıklılık değeri karakter ışıklılığından düşük olduğu sürece ekran görünürlüğü istenen düzeyde kalır.

Dolaylı aydınlatma sisteminin, göz, ekran ve kaynak geometrisiyle hiçbir bağı yoktur. Bu sistemin en karakteristik özelliği, tavanda ve duvarların üst kısımlarında tekdüze veya çok az değişen bir ışıklılık dağılımının sağlanmasıdır. Bu sağlanamadığı zaman VDT ekranında farkedilir bir yansıma oluşmaktadır.

Dolaylı aydınlatma, kaynağının ürettiği tüm ışık akısının öncelikle başka bir yüzeyden -genellikle tavadan- yansıyarak çalışma düzlemine ulaştığı aydınlatma sistemidir. VDT kullanılan hacimlerde bu sistemin tercih edilmesi ve kullanılmasının en önemli nedeni, tavanın ve diğer yansıtıcı yüzeylerin (duvar üst kısımlarının) geniş alanlı ve düşük ışıklılığı olan ışık kaynağı niteliğine bürünmesidir. Böylece VDT ekranında olası yansımaların ışıklılığı da düşürülmüş olur, bu da ekran karakterlerinin görünürlüğünü yükseltir.

5.3.1. Dolaylı Aydınlatma Sisteminde Işıklılık Değerleri

Dolaylı aydınlatma sisteminin başarılı bir şekilde uygulanabilmesi için yansıtıcı yüzeylerin ışıklılık değerlerinin sınırlandırılması gerekir.

- Işığın yansıtıldığı yüzeylerin (tavan ve duvar üst kısımlarının) ortalama ışıklılık değeri maksimum 500 cd/m² olabilir.
- Işığın yansıtıldığı yüzeylerde herhangi bir noktanın maksimum ışıklılığı ise, 1500 cd/m² olabilir.
- Yüzeylerin ışıklılık değişim oranı düşük olmalı yani yüzeyler arasında büyük ışıklılık farkları oluşturulmamalıdır (Anon, 1989).



5.3.2. Dolaylı Aydınlatma Sisteminde Kullanılan Işık Kaynakları

Bu aydınlatma sisteminde kaynaklar belirli standartlara uygun olarak tasarlanır.

Kaynağın ışık yeğirliğı diyagramı üst yarımkürede çok büyük bir dağılım gösterirken maksimum ışıklılık değirlerinin aşılmasıyla kaynağın hemen üstündeki tavan yüzeylerinde yüksek ışıklılık olan alanların oluşma olasılığı vardır. Duvara takılan kaynaklarda ışık yeğirliğı dağılımı asimetrik olursa kaynağın hemen üzerindeki duvar ya da tavan alanlarında yüksek ışıklılık olan lekeler oluşmaz.

Dolaylı aydınlatma sistemi kaynaklarında ışık yeğirliğı dağılımı üzerine herhangi bir açıda örtüleme (cut-off) yapılmamalıdır. Aksi takdirde tavan ya da duvar yüzeylerinde yüksek ışıklılık değışimleri oluşur.

Diğir yandan, çalışma düzleminin üzerine ya da yakınına geniş alanlı kaynakların konması da önemle irdelenmelidir. Çünkü bu tür geniş alanlı kaynaklar, tavandan gelen ışığa bir engel oluşturur. Oluşturduğu gölge yumuşak olmakla birlikte çalışma düzleminde oluşan aydınlık düzeyi değirini düşürmektedir.

5.3.3. Hacim Yüzeylerinin Nitelikleri

Tüm aydınlatma sistemlerinde olduğu gibi, dolaylı aydınlatma sisteminde de hacim yüzeylerinin nitelikleri hacmin genel görünüşünü etkilemektedir (Anon, 1989).

- **Yükseklik:** Aydınlatma aygıtları, kullanıcıların kaynağı doğrudan görmesini engelleyecek kadar yüksekte olmalıdır. Bu bağlamda ayaklı taşınabilir aygıtların, mobilyaya veya duvara takılabilen aygıtların, döşemeden en az 1.80 m yüksekte olmaları gerekmektedir. Buna bağlı olarak, döşemeye takılan aygıtların kullanılması halinde hacim yüksekliği 2.50-3.50 m olmalıdır. Hacim yüksekliğinin 3.50 m'nin üzerinde olduğu yerlerde ise duvara takılan ya da sarkan aygıtlar kullanılmalıdır.
- **Yansıtma çarpanı:** Etkili bir aydınlatma sisteminin oluşturulması isteniyorsa, hacim yüzeylerinin ve özellikle tavanın yansıtma çarpanı yüksek olmalıdır. İlke olarak, yüzeyin yansıtma çarpanı en az 0.70 olmalıdır. Yüzeyin zaman içinde kirlenmesi ve yansıtma çarpanının azalması dikkate alınarak ilk yansıtma çarpanı değiri 0.8 olarak gerçekleştirilmelidir. Gerekli hesaplama yöntemleri için (Bkz. Ek 4).
- **Aynalaşma:** VDT kullanılan hacimlerde dolaylı aydınlatma sisteminin etkili olarak kullanılmasının nedeni, tavanın geniş alanlı ve düşük ışıklılık olan ışık kaynağı



olarak kullanılmasıdır. Eğer tavan mat bir yüzeye değil de aynalaşma özelliği yüksek bir yüzeye sahipse sistemin etkinliği söz konusu olamaz. Çünkü aynalaşma özelliği olan yüzeylere pek çok doğrultudan bakıldığında kaynağın yüksek ışıklılığı olan görüntüsünü yansıtır.

- **Renk:** Dolaylı aydınlatma sisteminde ışık tamamen tavandan ve duvarların üst kısımlarından yansıdıktan sonra çalışma düzlemini aydınlatır. Eğer bu yüzeyler renkli yüzeyler ise çalışma düzlemine gelen ışık da renkli olacaktır. Dolaylı aydınlatma sisteminde yansıtıcı yüzeylerde beyaz ya da beyaza yakın renkler kullanılmalıdır.

5.4. DOLAYSIZ-DOLAYLI AYDINLATMA SİSTEMİ

Bu aydınlatma sistemi, dolaylı aydınlatma sistemi ile dolaysız aydınlatma sisteminin birleşimidir. Bu sistemde aşağı doğru ışık veren ayrı kaynaklar kullanılabileceği gibi, hem aşağı hem de yukarı doğru ışık veren tek kaynak da kullanılabilir.

Bu sistem, dolaysız aydınlatma ve dolaylı aydınlatma istemlerinin özelliklerini bünyesinde bulundurup kaynağın yukarı doğru ve aşağı doğru yaydığı ışık oranı hangi sistemin özelliklerinin baskın olduğunu belirlemektedir. Ancak her iki sistemin özellikleri de tek sistemin uygulandığı durum kadar etkin değildir.

5.5. BÖLGELİK AYDINLATMA

Görsel hedef ve yakın çevresinin aydınlatılması, gerçekleştirilecek görsel işlev için gerekli aydınlık düzeyi değerinin en az %50'sinin genel aydınlatma ile sağlandığı koşullarda, bu aydınlık düzeyi değerini gerekli düzeye çıkarmak için kullanılan bütünleyici aydınlatma sistemidir. Genel aydınlatma yukarıdaki bölümlerde sözü edilen aydınlatma sistemlerinden biriyle gerçekleştirilebilir. Kullanılan sistemin özellikle nicel yönden eksik kalanı ise bölgesel aydınlatma ile tamamlanır.

Genel aydınlatma ideal olarak, gerekli aydınlığın 2/3'ünü sağlarken geri kalanı bölgesel aydınlatma ile sağlanır. Böylece hacim içinde iyi bir ışıklılık dengesi sağlanırken, kullanıcının karanlık bir hacimde çalışması önlenmiş olur. Bölgesel aydınlatma, genelde çalışma masasına veya mobilyaya takılabilen ya da taşınabilir kaynaklarla gerçekleştirilir. Hacmin içinde devingen ışıklılık dengesizliği ve VDT ekranında yansımaların oluşmaması isteniyorsa bölgesel aydınlatma kaynağının ışık dağılımına ve aydınlatma denetimine dikkat edilmelidir (Anon, 1989).



5.6. PENCERELER

Denetim altına alınmamış günışığı yapay aydınlatmadan çok daha büyük sorunlara yol açmaktadır. Pencereleler genellikle geniş alanlar olup görüş alanı içine çok ışıklılı gökyüzü parçasının girmesine neden olurlar. Işıklılığı yüksek yüzeyler olan pencereler doğru- dan gelen günışığı nedeniyle bilgisayar kullanıcısı açısından çok önemli sorunlar yarat- tığından, bilgisayar ekranları içeren hacimlerde pencerelerden giren günışığının önlen- mesi kullanıcının görsel konforu açısından büyük önem taşımaktadır.

Pencereleri VDT ekranından yüksek, taşınabilir bölme elemanlarıyla ayırmak müm- kündür.

Çok sayıda bilgisayar ekranı bulunan bir alanda ışığı kaynaktaki yani pencerede engelle- mek en doğru çözüm olup bunu perdeler veya jaluziler aracılığıyla içten sağlamak mümkündür. Güneş kırınlar ve ışık kesiciler ise dıştan kullanılacak sistemlerdir. Aynı zamanda pencerede prizmatik yansıtıcı veya ışıklılığı azaltan renklendirilmiş cam da kullanılabilir. Bu sistemlerden her birinin olumlu ve olumsuz yönleri bulunmakta olup aşağıda bunların ayrıntıları anlatılmıştır.

Bir binanın tasarım aşamasının erken evrelerinde bu gibi sorunlar söz konusu olduğun- da toplam pencere tasarımını en doğru şekilde gerçekleştirmek mümkündür.

Monitörle çalışılan hacimlerde verimli bir aydınlatma sistemi için geniş ancak yüksek olmayan pencerelerin bulunması daha doğrudur (Anon,1989).

- **Perdeler**

Perdeler çekildiğinde tüm pencereyi kapattığından sadece parlak gökyüzünü değil aynı zamanda manzarayı da yok etmek gibi olumsuz bir özelliğe sahiptir. Dış çevre ile ilişkiyi bir ölçüde sürdürebilmek için perdeler opak kumaş yerine daha ince kumaştaki olabilir. Aynı zamanda perdelerin açık renkli ve yansıtma çarpanı 0.5 geçirme çarpanı ise 0.15 kadar olmalıdır (Anon, 1989).

- **Dikey storlar**

Bunların etkili olabilmesi için tüm pencere boyunca çekilmeleri gerekmektedir. Ancak dikey paletleri kısmen açık tutmak da mümkündür. Bu aralıklardan gün ışığını yansıttı- ğı gibi paletlerin açık renkliliğini de etkileyebilmektedir.



Eğer pencerenin bir tarafında bilgisayar ekranı yoksa paletleri o yönde açmak mümkün olabilir. Yine de bilgisayar ekranları ile kullanıcılar paletlerin açılırları ile günışığından korunmuş olacaklardır. Güneş gün boyunca gökyüzünde hareket ettiğı sürece storların açısını değıştirmek veya gün boyunca storları kapalı tutmak gerekabilir. Bu özellikle güneşe bakan pencerelerde önemli bir sorun olmaktadır. Storlar yansıtma çarpanı 0.5 ve geçirme çarpanı 0.15 olan bir malzemedan yapılmalıdır (Anon, 1989).

- **Jaluziler**

Bunlar yukarıdaki iki seçeneğın tersine kısmen indirilip kaldırılabilir. Pencerelerin yarısına kadar indirildiğinde gökyüzünün ışıklılığını kesip dışarıdaki manzarayı görmemizi sağlayabilirler. Parlak malzemedan yapıldıklarında çeşitli yansımaların iç mekânda oluşmasına neden olurlar.

Bütün jaluziler kısmen açık olduklarında çok güçlü çizgisel desenler yaratarak maskeleye yansımalarına neden olabilirler. Jaluzilerin yüzeyleri mat ve açık renk olmalıdır.

- **Stor perdeler**

Bunlar pencere kamaşmasına karşı ucuz ve etkili bir çözüm olabilmektedir. Günışığını engellemek için kısmi indirilebilme özellikleri vardır. Yarı saydam, yansıtma çarpanı 0.5 ve geçirme çarpanı 0.15 olan malzemedan yapılmalıdır (Anon, 1989).

- **Güneş kıranlar**

Bunlar tasarım aşamasında alınması gereken önlemler olup, pencereyi ışıklılığı yüksek gökyüzü alanlarından korumak için düşünülür. Güneş kıranların alt tarafları ile gökyüzü arasındaki karşıtlığı azaltmak için açık renkli bir yüzeye sahip olmaları gerekmektedir.

- **Prizmatik cam**

Pencerenin üst kısmına takılmış prizmatik bir yansıtıcıdır. Etkisi pencerenin üst kısmından gelen ışığı kırarak tavana yansıtmaktır. Böylelikle doğal ışığın hacmin derinliklerine dağılmasını ve pencerenin üst kısmındaki ışıklılığı azaltmayı sağlayabilmektedir.

- **Renklendirilmiş veya yansıtıcı cam**

Bu özellikler gerek camın içinde gerekse bir yüzey filmi üzerinde bulunsun sonuç aynı olup ışığın geçmesinde bir azalma olmaktadır. Sadece yüksek gök ışıklılığının belli bir



oranda azalmasına değil aynı zamanda genel görüş alanında bir azalmaya neden olmaktadır.

Bunun sonucunda gökyüzü ve güneşin ışıklılığı kısmen azaltılarak sıkıcı ve rahatsız edici bir görüş elde edilir. Eğer camın renklendirilmesi gün ışığının denetlenmesi açısından gerekli ise o zaman cam renginin nötr olmasına dikkat edilmelidir.

5.7. AYDINLATMA DENETİMİ

Enerji harcamalarının önemli bir bölümünü aydınlatma enerjisi harcamaları oluşturmaktadır. Aydınlatma enerjisinden tasarruf, aydınlık düzeyinin her zaman ihtiyaa uygun nicelikte olacak şekilde kontrol altına alınmasıyla sağlanır.

Aydınlatma denetiminin bir başka yararı da, çalışanların, çalışma ortamındaki aydınlık düzeyini kendi kişisel tercih ve gereksinimlerine göre ayarlayarak en olumlu noktada tutması ve böylece çalışma etkinliklerini ve görsel konforu arttırma yoluna gidilmesidir (Uğur, 1995).

5.7.1. Denetim Teknikleri

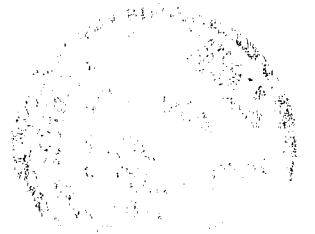
Bir hacimde aydınlık düzeyi üç şekilde denetlenebilir. Bunlar:

- 1- Açma-kapama (Switching) denetimi
- 2- Ayarlama (Dimming) denetimi
- 3- Açma-kapama ile ayarlama denetiminin birlikte kullanılması.

5.7.1.1. Açma-Kapama (Switching) Denetimi

Bu teknikte, sistemin ışıık verimi istenen düzeye kademe kademe ayarlanır. Yapay aydınlatma ile kullanılan üç açma-kapama tekniği bulunmaktadır: Lamba ile kullanım, aydınlatma aygıtı ile kullanım ve aygıt grupları ile kullanım (Uğur, 1995).

• **Açma-kapama (Switching) tekniğinin aydınlatma aygıtı ile kullanımı:** Kademeli denetim, pek çok lambadan oluşan bir aygıtın içindeki tek bir lambaya da uygulanabilir. Böyle bir yaklaşım, aygıtı giden kablo açının oldukça karışık bir hal almasına neden olur, çünkü aygıtın içindeki tüm lambaları tek bir kaynağa paralel olarak bağlamak yerine her lampa için ayrı bir hat gerekli olmaktadır.



Bu tekniğin yardımı ile aygıttaki lamba sayısı kadar farklı aydınlık düzeyi değerine ulaşılabilir. Böylece bir veya birkaç lambanın açık veya kapalı olması ile aygıtın aydınlattığı alan da değişmektedir.

Petek kapakla kullanılan flüorışıl lambalı bir aygıtta yanmayan herhangi bir lambanın altındaki petek ya da petekler bir "Kara Delik" gibi görünecektir. Bu da özellikle ofis aydınlatmasında estetik kaygılar nedeniyle kabul edilemeyecek bir olaydır. Bunu önlemenin yolu, bu aygıtlarda yayıcı opal kapaklar kullanılması veya üstüste yerleştirilmiş iki lambalı aygıtın kullanılmasıdır.

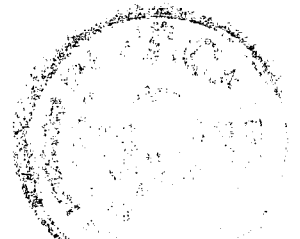
- **Açma-kapama (Switching) tekniğinin aygıt gruplarıyla kullanımı:** Bu tür aydınlatma denetimi ile sistemin bir kısmı örneğin pencerelere yakın lambalar söndürülerek, veya bölgesel aydınlatma yapan aygıtlar açık konumda iken genel aydınlatma aygıtları kapatılarak tüm sistemin aydınlık düzeyi düşürülebilir. Bu uygulamanın maliyeti sonuçta yüksek tasarruf sağlamaktadır. Bununla beraber, aydınlığın düzgün yayılma özelliğinin kaybolma olasılığı da gözönünde bulundurulmalıdır.

5.7.1.2. Ayarlama (Dimming) Denetimi

Bu aydınlatma denetimi tekniğinde aydınlık düzeyi sürekli değişebilir niteliktedir. Gün içinde dimmer düğmeleri faz kontrol devreleri kullanarak, lamba akımındaki her yarım devirin iletkenlik süresini değiştirerek aydınlık düzeyi değerini değiştirmektedir. Bu devreler oldukça basit ve ucuza mal olduğundan eski tip dirençli dimmer düğmeleri gibi güç kaybına uğramazlar (Uğur, 1995).

5.7.1.3. Açma-kapama (Switching) ile ayarlama (Dimming) denetiminin birlikte kullanılması

Oldukça yüksek aydınlık düzeyi değerlerine gerek duyulan yerlerde, kısmi dimming uygulamasıyla switching birleşimi oluşturulması yoluna gidilerek aydınlatma denetimi sisteminin maliyetinde belirli bir düşüş sağlanabilir. Yüksek aydınlık düzeyi değerlerinde, bu değerlerde yapılan kademeli switching değişimi, düşük aydınlık düzeyi değerlerindeki kadar dikkate değer nicelikte olmamaktadır. Bunun anlamı, yüksek aydınlık düzeyi değerlerinde açma-kapama denetimli çok lambalı aygıtlar ile dimmer denetimli aygıtların beraber kullanılabildiğidir (Uğur, 1995).



6- BİLGİSAYAR ORTAMINDA YAPILAN DENEYSEL ARAŞTIRMALAR

Bilgisayar ile çalışmak geleneksel ofis çalışmasında yatay düzlemde bulunan bir metni okuyup yazmaktan çok farklı olup burada görsel iş:

- ekranda metnin okunması,
- klavyedeki karakterlerin tanınması ve
- ekranın yan tarafına yerleştirilmiş belgenin okunması şeklinde gerçekleşmektedir.

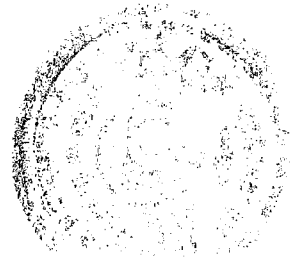
Ekranların ortaya çıkardığı sorunların büyük ölçüde görsel sorunlar olması ve çalışma yerinde var olan aydınlatma ile dolaylı veya dolaysız ilişkide olması bilgisayar kullanıcılarını ilgilendirmektedir. Söz konusu görsel sorunlar göz önüne alındığında etkileri bakımından birbiriyle çatışan ve denetlenmesi oldukça zor olan belli parametrelerin bulunduğu görülür.

Bilgisayar kullanılan bir işyerindeki görsel sorunlar bütün bilgisayar kullanıcıları tarafından aynı şekilde algılanmayabilir. Her birey ile kullandığı bilgisayar arasındaki ilişki sonsuz değişiklikler gösterebilir. Bundan başka bireysel birtakım değişiklikler de dikkate alınmalıdır.

VDU ile çalışılan ortamlarda çalışma verimini etkileyen sorunların ciddiyeti aydınlatma sistemleri, bilgisayar ekranları, ofis mekanının özellikleri ve o hacimde istenen işlerin niteliği gibi pek çok etkene bağlı olarak değişmektedir.

Bu bölümde görsel konfor konusunda aydınlatma koşulları için öneriler sunmak ve değişik aydınlatma sistemlerinin VDT görsel iş parçaları üzerindeki etkilerini incelemek üzere aydınlatma uzmanları, mimarlar ve mühendisler tarafından bilgisayar ortamında gerçekleştirilen araştırmalar sunulmuştur. Söz konusu araştırmalar dört bölümde ele alınmıştır. Bunlar:

- 1- VDT kullanılan işyerlerinde aydınlatma, konfor ve verim araştırması
- 2- Bilgisayar ekranlarında yansımış ışıklılık
- 3- VDT bulunan ofislerde aydınlatmayı değerlendirmede yöntem biliminin değerlendirilmesi
- 4- Ofis aydınlatma çevrelerinin değerlendirilmesi.



Bu çalışmalarda araştırılan konular sırasıyla şunlardır:

- Aydınlatma sisteminin kullanıcı üzerindeki etkisi, kullanıcının aydınlatma koşulları açısından konforu ve bu koşulların yarattığı kamaşma sorunları.
- VDU kullanıcısı veriminin ekran kutuplaşması ve karışıklığının bir sonucu olarak incelenmesi.
- Değişik aydınlatma sistemlerinin bilgisayar ekranı üzerindeki etkileri.
- Bir işyerinde aydınlık niteliğinin orada çalışanlar tarafından değerlendirilmesi.

Bu araştırmalar ile ilgili ayrıntılı bilgiler aşağıdaki bölümlerde sunulmuştur.

6.1. VDT KULLANILAN İŞYERLERİNDE AYDINLATMA, KONFOR VE VERİM ARAŞTIRMASI

Bu incelemede aydınlatma, bunun kullanıcı üzerindeki etkileri, kullanıcının aydınlatma koşulları açısından konforu ve bu koşulların yarattığı kamaşma konuları araştırılmıştır. Çalışma yeri ayarlanabilir bir çalışma istasyonu ile bir IBM kişisel bilgisayardan oluşmakta, çalışma yerinde monitör ve klavyenin yüksekliği ve eğimi ayarlanabilmektedir. Belge tutucu ekranın yan tarafında yer almakta ve kullanıcı tarafından hareket ettirilebilmektedir. Kullanıcı oturma yerini hem yükseklik hem de arkaya konumu açısından ayarlamak mümkündür.

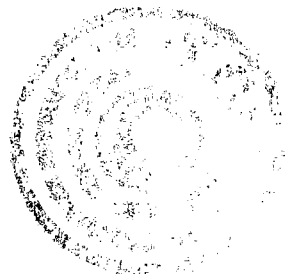
Burada aydınlatma bağımsız değişken olarak ele alınmıştır. Kullanılan aydınlatma türleri: yayınlık, paletli ve genel/bölgelik aydınlatmadır.

YÖNTEMLER

- Aydınlatma

Aydınlığı düzgün yaymak üzere dağıtıcı mercekler kullanılmıştır. Ancak bu durumda mercekler üzerindeki prizmatik yüzeyler ışığı değişik yönlere göndermektedir. Bunlar tavandaki ışık kaynaklarına konan ve büro aydınlatmasında en çok kullanılan mercek türleridir.

Paletler ise ışığı yaymadan dolaysız bir şekilde aşağı doğru verip özellikle ekran yüzeylerinde oluşan kamaşmayı azaltmaktadır. Bu deneyde geniş bir palet 91.6x91.6 mm (4x4 inch) kullanılmıştır.



Genel aydınlatma ışığı tavandan yansıtan dolaylı bir aydınlatma türüdür. Aydınlığın çalışma alanına eşit yayılmasını sağlayacak şekilde düzenlenmiş bölgesel aydınlatma ise genel aydınlatma ile birlikte kaynak belgenin aydınlatılması için kullanılmıştır.

- Deney Odası

Çalışma yeri aynı ofis durumuna benzetilmek üzere Kansas Üniversitesi'nin bu amaç için hazırlanmış bilgisayar/aydınlatma laboratuvarında kurulmuştur. Döşeme kahverengi bir halı ile kaplanmış, duvarlar kirli beyaz bir renge boyanmıştır. Tavan ise, beyaz, aydınlatma sistemlerinin değiştirilmesine olanak verecek bir asma tavadır.

Bölme elemanları duvar rengi ile aynı renkte düşünülmüştür.

Çalışma masası, VDT ve klavyenin düzeyi ile kaynak belge tutucusunun konumuna göre ayarlanabilen bir masa olup bilgisayar masaya aşağı, yukarı, öne ve arkaya ayarlanabilecek şekilde yerleştirilmiştir. VDT açısı da ayarlanabilmektedir. Masanın rengi ise kirli beyazdır.

Oturma yeri tekerlekli seçilmiş yüksekliği kullanıcının boyuna göre ayarlanabilmektedir.

- İşlem

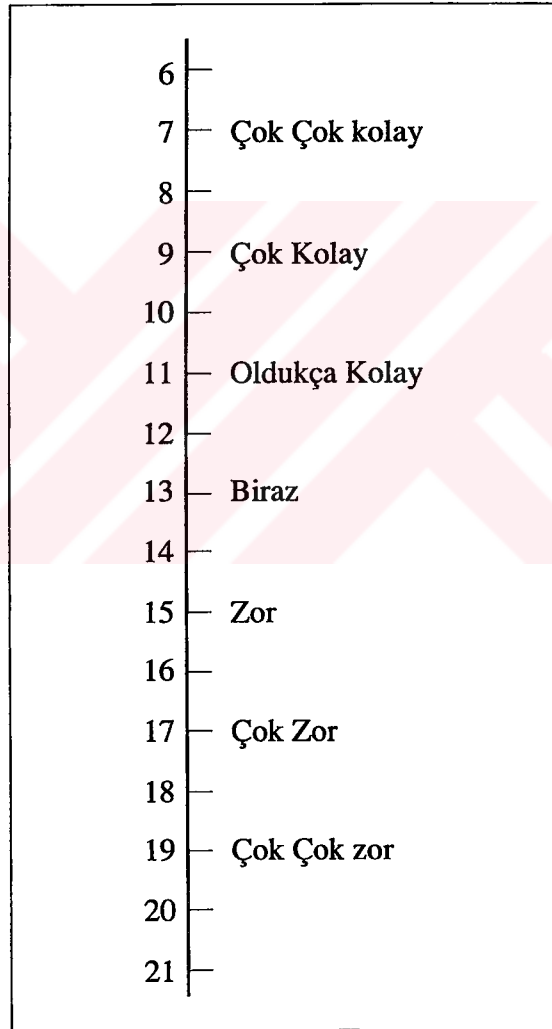
Bu deneydeki çalışmanın biri veri girmek diğeri ise girilen verileri kontrol etmektir. Her denek sadece bir aydınlatma koşulunda kullanılmıştır. Deneklerde aynı sonuç ve etkinin çıkmasını engellemek için aydınlatma koşulları gelişigüzel değiştirilmiştir. Denekler ilk deneyden önce o zamana kadar yetenekleri öğrenilmesin diye başka testlerden geçirilmemiştir.

İlk test Minnesota Yazmanlık Testi (MCT) dir. Bu ofiste çalışan için el, parmak yetenekleri, algılama hızı ve doğruluğunu belirlemek üzere kullanılan standart bir test olup bilgisayara uyarlanmıştır. Bu test iki kısımdan oluşmaktadır. Birincisi sayıların karşılaştırılmasıdır. Denekler ekranda bir sayı sütununu kaynak metin üzerinde buna denk bir sayı sütunu ile karşılaştırmışlardır (Bkz. Şekil 6.1). Her iki listede de aynı olan sayılar bilgisayar ekranı üzerinde klavyeyi kullanarak ve de o sayının önündeki bir harfi yazarak işaretlenmiştir. Bu test sekiz dakikada yapılmıştır. İkincisi de yedi dakika süren kelimeleri karşılaştırma testidir. Bundan sonra deneklerden BORG cetvelini kullanarak işin zorluğunu değerlendirmeleri istenmiştir (Bkz. Şekil 6.1).

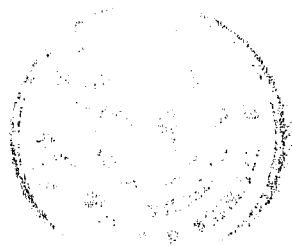


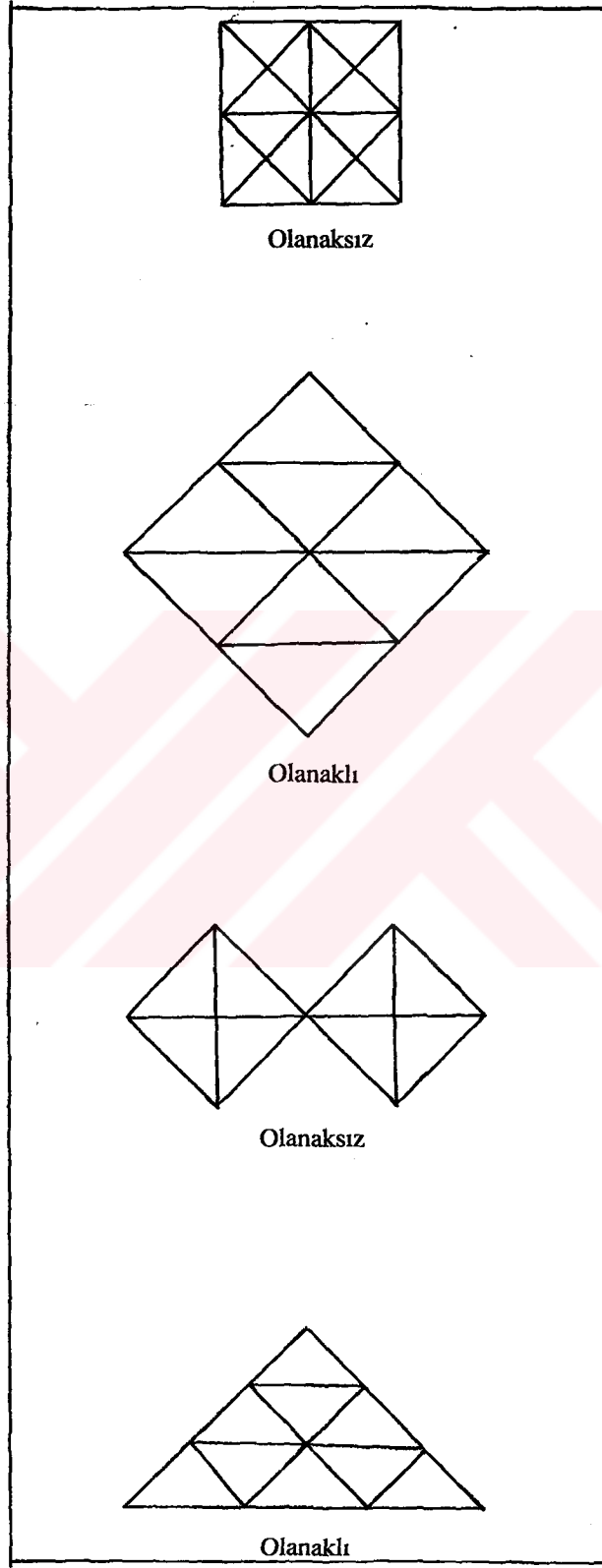
Kaynak Belge		VDT
3428910	_____	3429910
57629	_____	57629
3895762594	x_____	3895762594

Şekil 6.1- MCT test örneği. Kaynak belge verileri sağda VDT verileri ise solda sıralanmıştır (Bennett, 1986).

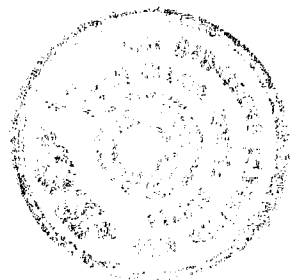


Şekil 6.2- Borg'un algılanabilir zorlama ölçeği(Bennett, 1986).





Şekil 6.3- Feather testi bulmacaları (Bennett, 1986).



İkinci test VDT ekranında kaynak belgeye bakarak bir başvuru formu doldurmaktır. Bu bir etkileşim testi olup büro katiplerinin yapacağı bir test idi. Burada kaynak metinden bilgisayara bir yazıyı aktarmak gerekiyordu. Ekrandaki boşluklarla metindeki bilgiler aynı sıra içinde olmadığından denek sürekli olarak bir ekrana bir metine bakmak zorunda kalmıştır. Bu testi bir boşluğu doldurarak yapmışlardır. Bunun için ayrılan süre on-beş dakika olup zorluğu Borg cetvelinde işaretlenmiştir.

Testin geri kalan kısmı Feather testidir. Feather testi o sırada bir kişinin ne kadar stres çektiğini öğrenmek üzere tasarlanmıştır. Bu da dört bulmacadan oluşmaktadır (Bkz. Şekil 6.3). Birinci ve üçüncü bulmacaların çözümü olanaksız ancak ikinci ve dördüncünün mümkündür. Bu test için deneklere istedikleri kadar süre verilmiştir. Burada bağımlı değişken deneklerin olanaksız rakamları kaç kere çözmeye çalıştıklarıdır. Bundan sonraki sorular da deneklerin aydınlatma konusunda kendilerini nasıl hissettiklerini ve karşılaşılabilecekleri olası rahatsızlığı öğrenmek üzere hazırlanmıştır. Test süresi her denek için yaklaşık bir saattir.

- Denekler

Bu deney için seçilmiş deneklerden dakikada en azından otuz kelime yazabilmeleri istenmiştir.

Alınan altmış denekten yirmisi üç aydınlatma koşulunun her birinden geçmiştir. Bu 60 denekten 28'i bilgisayar kullanmış, 38'inde yazıcı olarak çalışmıştır. Yaş sınırı 17 ile 57 arası, ortalaması da 26.2'dir.

- Sonuçlar

Yedi değişik inceleme yapılmış ve bunların ortalamaları ile standart sapmaları Tablo 6.1'de gösterilmiştir (Bennett, 1986). MCT, verim ve Borg puanı incelenmiş ve bu ölçümler bakımından önemli bir veri elde edilmemiştir. Etkileşim testi için dört değişik ölçüm incelenmiştir. Bunlar da doğru sayı, yanlış sayı, toplam işlem ve Borg puanı idi. Doğru ve yanlış sayılar pek önemli değildir.

Önemli bir farklılık gösteren ölçüm aydınlık değerlendirmesi olduğundan bu daha sonra sorulan sorular sayfasından alınmıştır.



Tablo 6.1- İnceleme İstatistikleri

	Ortalama	Standart Sapma	Farklılık
YAYINIK			
Etkileşim			
Toplam	93.60	30.05	
Doğru	62.10	32.64	
Yanlışlar	11.50	2.72	
MCT			
Puan	144.45	34.52	
Borg	11.05	1.90	
Işık Oranı	2.70	0.57	***
PALETLİ			
Etkileşim			
Toplam	95.25	29.98	
Doğru	83.70	28.58	
Yanlışlar	11.55	7.90	
Borg	13.80	2.04	
MCT			
Puan	141.65	31.08	
Borg	1.00	1.56	
Işık Oranı	2.65	0.75	***
GENEL/BÖLGELİK			
Etkileşim			
Toplam	84.50	26.26	
Doğru	75.15	28.92	
Yanlışlar	9.35	7.36	
Borg	13.85	1.63	
MCT			
Puan	127.60	40.33	
Borg	10.85	1.73	
Işık Oranı	3.40	0.68	***

*** Önemli ayrımı göstermektedir. Genel/bölgelik aynı olabilen yayınlık ve paletliden farklıdır.

Deneklerden aydınlatmayı ışıklılık açısından birden beşe kadar değişen bir ölçek ile değerlendirmeleri istenmiştir. Biri ışıklılığın yüksek, beşi çok düşük, üçü ise aydınlığın yeterli olduğunu göstermektedir. Ortalamalar genel/bölgelik aydınlatmanın yayınlık ve paletli sistemlere göre farklılık gösterdiğini kanıtlamıştır. Bu iki sistem birbirinden farklı değildir. Genel/bölgelik aydınlatma diğer ikisine göre daha düşük sayılmakta oysa diğer ikisinin eşit ortalamaları bulunmaktadır.



Sorular deneklerin aydınlatma koşullarının hepsinde rahat olduklarını göstermiştir (60 denekten 50'si). Her koşul oldukça eşit miktarda bir rahatlıkla değerlendirilmiştir. Daha az sayıda insan genel/bölgelik aydınlatmanın çalışma verimlerine uygun ve yeterli düzeyde ışıklılığın olduğunu belirtmiştir. Onüç denek ışıklılığın verimi etkilediğini hissetmiş genel/bölgelik aydınlatma grubundan sadece bir kişi aydınlatmanın oldukça loş olduğunu söylemiştir. Yayınık aydınlatma grubundan altı denek verimlerinin etkilendiğini ve bu altı kişiden beşi doğru aydınlatma koşullarından verimlerinin olumlu etkilendiğini söylemişlerdir. Paletli aydınlatma grubundan altı denek büyük ölçüde olumsuz yorumlarda bulunmuşlardır.

Deneklerin yüzde otuzu (18) bilgisayar ekranındaki kamaşmaya, üçte biri ise bunun çalışma verimlerini etkilediği konusuna dikkat etmiştir. Kamaşmaya dikkat eden onsekiz kişiden sekizi genel/bölgelik aydınlatma grubundan ancak sadece bir tanesi iş veriminin bundan etkilendiğini söylemiştir.

Yirmi altı denek Tablo 6.2'deki deneyden gözlerinin rahatsız olduğunu belirtmiştir. Aydınlatma gruplarına göre dağılım oldukça eşittir. Bundan sonra deneyle ilgili en yaygın bedensel yakınma boyun ağrısı idi (14 denek tarafından belirlenmiştir). Bu ondört denekten altısı yayınık aydınlatma grubundan idi. Diğer grupların dörder yakınması vardı. Genel/bölgelik aydınlatma grubundan üç, paletli aydınlatma grubundan iki ve yayınık aydınlatma grubundan bir denek sorun olarak sırt ağrısını göstermiştir.

- Yorum

Çalışma yerindeki aydınlık düzeyi ölçümü klavyenin önündeki bir noktadan alınmıştır. Genel/bölgelik aydınlık düzeyi 344 lüks idi. Yayınık ve paletli aydınlık düzeyleri 1270 ile 1184 lüks idi. Bu durumda denekler diğer aydınlatma ile hacmin loş olduğunu düşünmüşlerdir. Bu ölçüm ekrandaki kamaşma ve aydınlık düzeyini belirlemek üzere yapılmıştır. Bu düzey genel/bölgelik aydınlatma için 172 lüks, yayınık ve paletli aydınlatma için 237 lüks idi. Kaynak metin için genel/bölgelik aydınlatmada aydınlık düzeyi 753 lüks, yayınık aydınlatmada 646 lüks ve paletli aydınlatmada 592 lüks idi. Bu deneklerin metni parlak bulma nedenini açıklayabilir. Deneklerden bazıları ekran ile metin arasındaki aydınlık düzeyi farkının gözün ışıklılık farklılıklarına kendini uyarlamasını güçleştirdiğini belirtmiştir.

En yaygın yakınma göz rahatsızlığı idi. Tablo 6.2 konforsuzluk alanlarını ve herbirinin sıklığını göstermektedir. Göz rahatsızlığı ile ilgili sık rastlanan bir yakınma da ekran ile metin arasındaki ışıklılık farkı ile ilgili idi. Pek çok denek metin için kullanılan beyaz

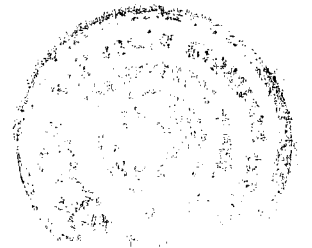


kağıdın çok parlak olduğunu ve göz yorgunluğuna neden olduğunu belirtmiştir.

Diğer iki rahatsızlık bölgesi olan boyun ve sırt ile ilgili bilgiler Tablo 6.2'de yer almaktadır (Bennett, 1986).

Tablo 6.2- Konforsuzluk Alanları

YAYINIK			
	Gözler	Evet 9	Hayır 11
	Boyun	Evet 6	Hayır 14
	Sırt	Evet 1	Hayır 19
	Kalça	Evet 0	Hayır 20
	But	Evet 1	Hayır 19
	Baldır	Evet 0	Hayır 20
	Ayaklar	Evet 1	Hayır 19
PALETLİ			
	Gözler	Evet 8	Hayır 12
	Boyun	Evet 4	Hayır 16
	Sırt	Evet 2	Hayır 18
	Kalça	Evet 0	Hayır 20
	But	Evet 1	Hayır 19
	Baldır	Evet 0	Hayır 20
	Ayaklar	Evet 2	Hayır 18
GENEL/BÖLGELİK			
	Gözler	Evet 9	Hayır 11
	Boyun	Evet 4	Hayır 16
	Sırt	Evet 3	Hayır 17
	Kalça	Evet 2	Hayır 18
	But	Evet 0	Hayır 20
	Baldır	Evet 1	Hayır 19
	Ayaklar	Evet 0	Hayır 20
TOPLAM			
	Gözler	Evet 26	Hayır 34
	Boyun	Evet 14	Hayır 46
	Sırt	Evet 6	Hayır 54
	Kalça	Evet 2	Hayır 58
	But	Evet 2	Hayır 58
	Baldır	Evet 1	Hayır 59
	Ayaklar	Evet 3	Hayır 57



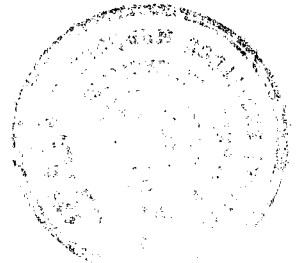
6.2. BİLGİSAYAR EKRANLARINDA YANSIMIŞ IŞIKLILIK MODELİ

Sanders ve Bernecker daha önceki bir çalışmada aydınlatma sistemlerinin VDU kullanıcısının verimi üzerindeki etkilerini araştırmışlardır. Bu çalışmada VDU kullanıcısının verimi ekran kutuplaşması ve karşıtlığının bir sonucu olarak incelenmiştir. Yirmi bir denek çok değişik karşıtlığı ve maskeleme ışıklılığı olan ekranda yedi harfli anlamsız kelimelerden oluşan bir paragrafta özel bir harf aramışlar ve verim verilen zaman aralığında bulanların oranına göre nitelendirilmiştir. Sonuçlar açık renk arka plan üzerinde koyu karakterlerin bulunduğu ekranlarda verimin daha yüksek olduğunu ve maskeleme ışıklılığı arttıkça verimin düştüğünü göstermiştir.

Maskeleme ışıklılığında iki temel bileşen bulunmaktadır. Birincisi bilgisayarın katod ışınlı tüpün içine konmuş olan fosforlu astar tarafından yansımış ışığın Lambert yasasına göre dağılmasıdır. Bu bileşen CRT'nin düzgün yansıma özelliğinden bağımsız olarak bulunmakla birlikte dokulandırılmış veya astarlanmış bir CRT dış yüzeyinden ek bir yansıma da buna eklenebilmektedir. Bu Lambert maskeleme çalışma parçası ile arka planının ışıklılığını eşit miktarda arttırarak çalışma parçasının karşıtlığını azaltmaktadır.

İkinci temel bileşen CRT'deki ışık kaynağının düzgün yansıtıcılığıdır ki bunun bulunması da CRT'nin düzgün yansıma derecesine bağlıdır. Eğer CRT çok düzgün yansıtıcı bir yüzey ise maskeleme yansımaları, dikkat çelciler ve iki odaklı ipuçları gibi görsel birtakım engeller getirebilir. Dikkat çelciler, parlaklığı artmış ve kullanıcının dikkatini dağıtan alanlardır. İki odaklı ipuçları ise yüksek ışıklılığı olan yüzeyler düzgün yansıma yapan bilgisayar ekranında yansıdığı zaman ortaya çıkmakta ve böylelikle ekranda sergilenen imgelerin üzerinde sanal bir takım imgeler oluşmaktadır. Bunun sonucunda eğer bu sanal imgenin ışıklılığı yeterince yüksek ise o zaman göz-motor sistemimizi aldatacak böylelikle istenen imge üzerinde odaklanma zorlaşacak bunun sonucunda da verim azalacaktır.

Bu araştırma Sanders ve Bernecker'in yaptığı çalışmayı, ekran yüzeyi cilası, ekranın karşıtlığı, maskeleme yansımaları ve yansımış ışık kaynağı imgesinin VDU kullanıcısının verimi üzerindeki etkisini iki deney ile araştırarak bir adım ileri götürmüştür. 1. Deney Sanders ve Bernecker'in deneyini iç mekan çevrelerinde sıkça bulunan bir dizi maskeleme yansımaları ile tekrar etmekte ve buna çok değişken ekran yüzey cilasını eklemektedir. 2. Deney ise Deney 1'e benzeştirilmiş tekdüze ışık kaynağı ışıklılığının yansımalarını ekleyerek tekrarlamaktadır.



DENEY: 1

- Yöntem

DENEKLER – Bu çalışmanın amacını bilmeyen sekiz lisans öğrencisi idi. Ortalama yaş 19.5 olup deneklerde doğal olarak veya kontakt lens yardımı ile 20/20 görme gücü aranmıştır. Gözlük takanlar bu deneye alınmamıştır.

AYGIT – Bu deneyde birbirinden bağımsız üç değişkenle oynanmıştır: VDU ekran cilası (donuk veya parlak), VDU ekran karşıtlığı (açık veya koyu renk karakterler bununla ters bir arka plan üzerinde) ve ışıklılığı düzgün yayılmış bir duvarın ışıklılığı (0,30,75,150,300 ve 900 cd/m²). Bu duvar deneğin arkasına konmuş ve ekranda yansımaktadır.

VDU olarak kullanılan iki monitörün her ikisi için ayrı ayrı Macintosh II mikroişlem birimi kullanılmıştır. Monitörler parlak, yüksek çözünürlüğü olan Sony 330.2 mm (13 inch) RGB monitörüdür. Bunlardan biri orijinal koşullarında diğeri ise yansımayı önleyen bir yüzey cilası ile kaplanmıştır.

Yazılım veri toplama sürecini otomatikleştirmek üzere yazılmıştı. Aynı zamanda çalışma verimini yönlendirmek ve deneklerin buna gösterdiği tepkiyi kaydetme ile bilgisayar ekranının karşıtlığını denetleme özelliği de bulunmakta idi. Açık renk karakterler ve beyaz arka plan, koyu renk karakterler ve siyah arka plan olarak görünmekte idi. Her iki monitörün kendi içlerindeki ışıklılık ve karşıtlık eşit değerlere göre ayarlanmış ve hiç değişmeden kalmıştır. Bütün pikseller aktif halde iken ekranın ışıklılığı 57.0 cd/m², piksellerin hiç biri aktif olmadığı zaman ise 1.5 cd/m² idi. Bu ölçümler başka hiç bir şeyin bulunmadığı karanlık bir hacimde yapılmış olup sırasıyla koyu ve açık renk karakterleri ve arka planları göstermekte idi.

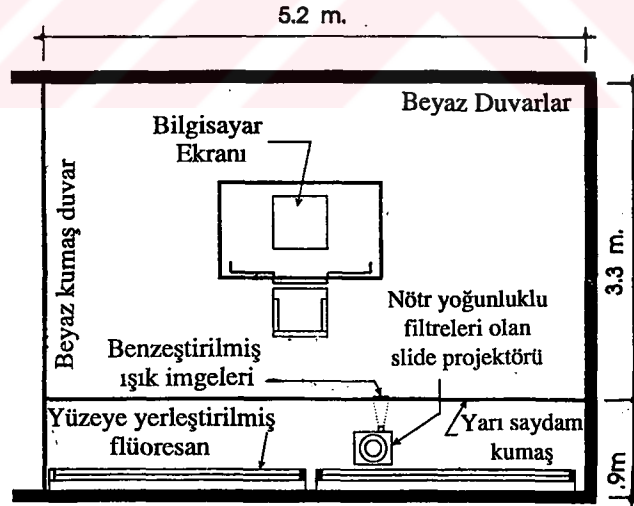
Bilgisayar ekranı duvarları deney için donuk beyaza boyanmış dikdörtgen bir mekanın merkezine konmuş bir masanın üzerine yerleştirilmiştir. Ekran yüzeyi ise içten aydınlatılmış ve ışıklı bir yüzey oluşturan uzun bir duvara dönüktür. Bu yüzeyin monitöre yansımaları maskeleme yansımaları oluşturmaktadır. Sekiz çift flüoresan kanala yerleştirilmiş ışık kaynağı saydam kumaş bir panelin arkasına yerleştirilerek ışıklı duvar oluşturmaktadır. Bu düzenleme Şekil 6.4'de görülmektedir. Işık kaynakları yatay, olarak ve aralarında dikey 15.24 cm'lik aralıklarla yerleştirilmiştir. Her bir ışık kaynağında bir F96T12HO/CW lamba içermekte idi. Deney odasına yerleştirilen dijital ışıklılıkölçer, oran olarak duvar ışıklılığına benzer bir sinyali kişisel bir bilgisayara göndermekte idi.



İstenen ve ölçülen ışıklılık arasında yüzde 5'ten fazla her türlü sapma bilgisayarın lamba verimini düzeltmesini sağlıyordu. Bu sistem görsel olarak ışıklılığı tekdüze olan ve 0 ile 1200 cd/m² arasında değişen bir duvar oluşturmakta idi. Bununla birlikte maksimum deneysel değer 900 cd/m² olarak ayarlanmış olup bu da doğrudan bir bileşenin bulunabildiği ofislerdeki yüzey ışıklılığının en üst sınırı olmaktadır.

İşıkli duvar 300 cd/m² olarak ayarlandığında kapatılan bir ekranda oluşan ortalama ışıklılık donuk ekranda 21 cd/m² parlak ekranda ise 25 cd/m² idi. Bu değerler ekranların bulunduğu alanlar için kaydedilip lineer olarak duvar ışıklılığı ile ilişkisini göstermekte idi. Bunlar bir bakıma maskeleme yansımalarının bir ölçüsünü oluşturmakta idi.

SÜREÇ – Aydınlatma sisteminin, VDU'ların ve kullanıcıların özellikleri arasındaki etkileşimleri incelemek üzere üç bağımsız değişken arasında bütünüyle karşılıklı bir deneysel tasarım oluşturulmuştur. Bağımsız değişkenler ekranın cilası (SCR), kutupluluk (POL) ve maskeleme ışıklılığı (UVL)'dir. Bu deney birer saatlik iki oturumda tek tek denekler temelinde ayrı günlerde ve değişik ekran cilaları altında gerçekleştirilmiştir. Deneklerin yarısı birinci durumda donuk ikinci oturumda ise parlak cilalı monitör diğer yarısı ise önce parlak sonra donuk monitör ile çalışmıştır. Bu oturumun birinci yarısı boyunca karşılık sabit kalıp ikinci yarısında değişmiştir. Bu da karşılık ile ilgili olan ekran ışıklılığındaki değişikliklerin uyma zamanını azaltmıştır.



Şekil 6.4- Düzenlenmiş deney odası (Bernecker, 1995).

Görme taramasından sonra denekler deney boyunca hacimdeki tek ışık kaynağı olan ışıklı duvar ışıklılığının 300 cd/m² olduğu deney odasına alınmış ve aynı giysi yansıtıcılığına sahip olmaları için düşük değerli hastane giysisi giydirilmişti. Bundan sonra



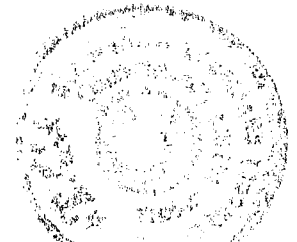
denek masaya oturtulup başları 58.4 cm'lik bir görme uzaklığına ayarlanmıştı. Verim bir elektronik, sayısal doğrulama işine göre ölçülmüştür. Bu hem doğruluğu hem de dakikliği ölçmekte idi. Her bir deney koşulunda bilgisayar programı birbiriyle alternatif 10 çift ekran sergilenmişti. Birinci ekranda mouse ile başlatma düğmesine basıldığında zaman ayarı harekete geçmekte ve test ekranı ortaya çıkmakta idi. İkinci ekranda ise 10 tane beş harfli sayı bulunan iki liste olup bunlar ekranın her iki tarafında da sergilenmekte idi. Bu liste birbirinin aynı olup sağ listedeki sayıların herbirinde bozuk bir sayı bulunmakta idi. Her iki listede karakterlerin karşılıklı aynı idi.

Deneklerden bu iki listeyi inceleyip tutarsız sayıyı bulmaları istenmiştir. Bulduklarında mouse ile üzerine gidip basmakta ve o sayının altı çizilmekte idi. Bu yazılım deneğin seçtiği sayının yerini ve zamanını kaydetmekte idi. Bunu tamamlayınca yine düğmeye basıp diğer ekrana geçmekte idi. Bu iki ekranlı çalışma ekran cilası, karışıklık ve maskeleye yansımaları açısından on kere tekrarlanmıştır. Bu, zamanla ölçülen bir çalışma olduğundan deneklerden bu işi yukarıdan aşağıya doğru mümkün olduğu kadar çabuk ve doğru yapmaları istenmiştir. Her 10 test ekranından sonra duvar ışıklılığı bir sonraki test koşuluna göre değiştirilmiştir. Yeni ışıklılık saptandıktan sonra denek aynı çalışmayı tekrarlamıştır.

• Sonuçlar

Bu verileri inceledikten sonra hata oranlarının verimi ölçmede yararlı araçlar oluşturmadığı görülmüştür çünkü neredeyse deneklerin hepsi tutarsız sayıyı bulmuşlardır. Bu nedenle deneğin verimini ölçmek için her sayının bulunduğu zaman ortalaması, ekran karışıklığı ve maskeleye ışıklılığı olarak alınmıştır. Bu ortalama zaman Tablo 6.3'de verilmiştir (Bernecker, 1995). Bu verim ölçüleri çok bileşenli değişkenlik çözümlemesinden geçirilmiştir.

Sonuçta elde edilen bu ANOVA özet tablosu Tablo 6.4'de görülmektedir (Bernecker, 1995). Bu tabloda iki dizi etken olasılığına ait listeler ile bunların birbiriyle nasıl etileştiğini gösteren listeler bulunmaktadır. Birinci olasılık listesi bu çözümleme için önceden düşünülen varsayımların doğrulanmadığı listedir. Burada dikkat edilecek nokta etkileşimdeki standarda göre sadece karışıklık ve tekdüze maskeleye ışıklılığı önemli görülmektedir. Veriler küresellik varsayımlarına uymadığı için istatistik önem açısından bu test özgür birtakım değerleri kullanmalıdır. Bunu kullanarak sadece karışıklık faktörü istatistik olarak önemli olmaktadır ($F=22.94$, $df=1.7$, $p<0.001$).

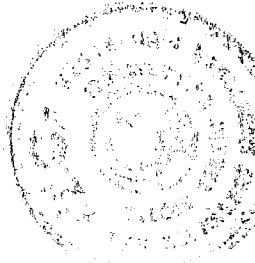


Tablo 6.3- Deney 1 İçin Herbir Satırı Tamamlamak Üzere Geçen Ortalama Zaman

Duvar Işıklılığı (cd/m ²)	Parlak ekran		Donuk ekran	
	Koyu arka plan	Açık arka plan	Koyu arka plan	Açık arka plan
0	2.17	1.92	2.15	2.06
30	2.00	1.96	2.14	2.07
75	1.99	1.91	2.18	2.00
150	1.97	1.88	2.11	2.03
300	1.99	1.96	2.13	2.07
900	2.06	2.01	2.16	2.06

Tablo 6.4- Deney 1 İçin ANOVA Tablosu

Kaynak	Karelerin toplamı	Karelerin ortalaması	F.oranı	Serbestlik dereceleri	Varsayımları karşılayan olasılık	Tutucu DF ayarlaması ile çıkan olasılık
SCR ERROR	0.57 2.43	0.57 0.35	1.648	1 7	0.240	0.240
POL ERROR	0.43 0.07	0.43 0.01	42.94	1 7	0.000	0.000
SCR*POL ERROR	0.001 0.34	0.001 0.05	0.02	1 7	0.892	0.892
UVL ERROR	0.14 0.36	0.03 0.01	2.75	5 35	0.034	0.141
SCR*UVL ERROR	0.05 0.24	0.01 0.007	1.406	5 35	0.246	0.274
POL*UVL ERROR	0.093 0.402	0.019 0.011	1.613	5 35	0.182	0.245
SCR*POL*UVL ERROR	0.082 0.235	0.016 0.672	2.454	5 35	0.052	0.161



DENEY: 2

- Yöntem

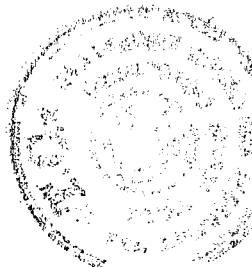
DENEKLER – Kullanılan deneksayısı otuziki, yaş ortalaması 19.0 idi. Deneklerden doğal olarak veya kontakt lens ile 20/20 görme gücü aranmış ve gözlüklü adaylar kabul edilmemiştir.

AYGIT – Ek bir bağımsız değişkeni devreye sokmak için her ne kadar birkaç küçük ayarlama yapmak gerekli olduysa da bu deneyde de baştaki ile aynı aygıt kullanılmıştır. Bu deneydeki dört değişken şunlardı: VDU ekranının cilası (donuk veya parlak), ekranın karışıklığı, maskeleme ışıklılığı (30,75,150 ve 300 cd/m^2) ile benzeştirilmiş ve düzgün yayılmış olan ışık kaynağının ışıklılığı (0,60,300 ve 1200 cd/m^2) dır. Benzeştirilmiş ışık kaynağının gerçek ışıklılığı düzgün yayılmış duvar ışıklılığı ile benzeştirilmiş ışık kaynağının ışıklılığının toplamıdır. Tablo 6.5'de bu değer verilmiştir (Bernecker, 1995).

Tablo 6.5- Deney 2'de Kullanılan Duvar ve Benzeştirilmiş Işık Kaynağı Işıklılıkları (cd/m^2)

Grup	Duvar ışıklılığı	Üstüste binen ışık kaynağı ışıklılığı (cd/m^2)	Asıl ışık kaynağı ışıklılığı (cd/m^2)
1	30	0	30
		60	90
		300	330
		1200	1230
2	75	0	75
		60	135
		300	375
		1200	1275
3	150	0	150
		60	210
		300	450
		1200	1350
4	300	0	300
		60	360
		300	600
		1200	1500

Bu deneyde her iki denek düzgün yayılmış maskeleme ışıklılıklarından sadece biri altında çalışmıştır. Işıklı duvarın ışıklılığı kapalı devre dimmer sistemi ile denetlendiğinden ışıklılık, kullanılan dimmer modüllerinin sağladığı voltaja göre deney koşuluna uygun düzeyde önceden sabitleştirilmiştir.



Başka bir değişiklik monitörde yansıyan benzeştirilmiş ışık kaynağını yaratmak için gerekli donanımın eklenmesi idi. Benzeştirilmiş ışık kaynağı, ışıklı duvarın arkasına bir slide projektörü yerleştirip kumaşın üstüne çok yüksek ışıklılıkta dikdörtgen bir alan yansıtarak oluşturulmuştu. Bunun sonucunda kumaşın önünde ortaya çıkan imge düzgün yayılmış ışıklı bir alan olup bunun yansımaları da ekranın sağ sütununun bir kısmına yansımakta idi. Yansımış imgenin ışıklılığı nötr yoğunluk filtreleri ile denetlenmekte idi. Seçilen ışıklılık değerleri gerçek ışık kaynaklarının ölçümlerine dayanmakta idi.

Bu araştırmada benzeştirilmiş ışık kaynağının ışıklılık katkısı kolaylık olsun diye kumaş duvara yansıtılan ışıklılık artışı açısından tanımlanmıştır. Bu imgenin ekrandaki yansımalarının ışıklılığına da dikkat etmek gerekmektedir.

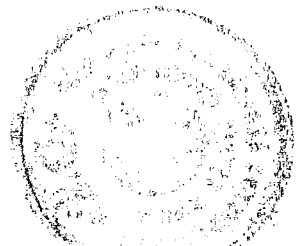
Parlak ekranda yansımış imgenin merkezindeki ışıklılık katkısı benzeştirilmiş ışık kaynağı 1200 cd/m^2 'ye ayarlandığında 49 cd/m^2 idi. Yansıyan imgenin hemen üstünde ve altında ışıklılık 0.1 cd/m^2 idi. Donuk ekranda belirgin bir imge görülmemekte ancak ekranın sağ tarafındaki sayılarda dikey olarak bir yansımaya söz konusu idi. Işıklılık, yansımaya noktasında 2.7 cd/m^2 ile doruğa ulaşmış ve bu noktanın biraz yukarı ve aşağısında 1.4 cd/m^2 olmaktadır. Bu ışıklılık ekranın alt noktasında 0.4 cd/m^2 'ye düşüyordu. Bu değerler gerek bilgisayar gerekse flüoresan lambalar kapalı olduğunda ölçülmüştür.

SÜREÇ – Denekler rastgele sekiz kişilik dört gruba ayrılmış ve her grup için duvar ışıklılığı ($30, 75, 150$ ve 300 cd/m^2) olarak saptanmıştır. Birinci deneyin tersine burada sıfır ve 900 cd/m^2 lik ışıklılıklar kullanılmamıştır çünkü bunlar dolaysız aydınlatma sisteminin uygulandığı ofislerde pek kullanılmamaktadır. Her bir grubun içinde geriye kalan ekran cilası, karışıklığı ve benzeştirilmiş ışık kaynağı ışıklılığı gibi etkenler tamamen ortadan kaldırılmıştır.

Bu deney değişik günlerde bir saatlik iki oturumda deneklerin tek tek kullanılması ve her iki monitörün değiştirilebilmesi sayesinde gerçekleştirilmiştir.

Denekler normal karışıklık duyarlılığı açısından taranıp ve masaya daha önce tanımlandığı şekilde oturmuşlardır.

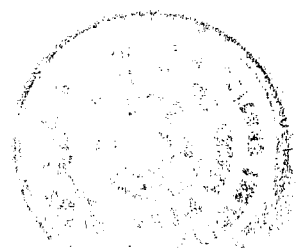
Bu noktada slide projektörü açılmış ve deneklerden benzeştirilmiş ışık kaynağının ekrandaki yansımalarının üst ve alt noktasını düğmeye basarak belirtmeleri istenmiştir.



Tablo 6.6- Deney 2 İçin Herbir Satırı Tamamlamak Üzere Geçen Ortalama Zaman

		Parlak ekran											
		Kaynak imgesi için ortalama zaman						Kaynak imgesi dışında ortalama zaman					
		Koyu arka planlı ekran			Açık arka planlı ekran			Koyu arka planlı ekran			Açık arka planlı ekran		
Işık kaynağı ışıklılığı	Duvar ışıklılığı (cd/m2)	0	60	300	1200	0	60	300	1200	0	60	300	1200
		2.24	2.21	2.21	2.25	2.09	2.09	2.09	2.16	2.38	2.44	2.37	2.48
		2.59	2.75	2.67	2.97	2.46	2.54	2.37	2.46	2.91	3.02	2.81	2.97
		2.08	2.35	2.29	2.40	2.40	2.24	2.25	2.33	2.47	2.58	2.58	2.62
		2.25	2.33	2.18	2.27	2.27	2.25	2.15	2.30	2.52	2.56	2.53	2.58

		Donuk ekran											
		Kaynak imgesi için ortalama zaman						Kaynak imgesi dışında ortalama zaman					
		Koyu arka planlı ekran			Açık arka planlı ekran			Koyu arka planlı ekran			Açık arka planlı ekran		
Işık kaynağı ışıklılığı	Duvar ışıklılığı (cd/m2)	0	60	300	1200	0	60	300	1200	0	60	300	1200
		2.23	2.10	2.20	2.33	2.08	2.05	2.12	2.10	2.46	2.41	2.40	2.48
		2.72	2.70	2.72	2.70	2.56	2.60	2.52	2.54	2.60	2.79	2.57	2.56
		2.44	2.27	2.40	2.33	2.27	2.14	2.24	2.19	2.68	2.50	2.49	2.64
		2.47	2.49	2.47	2.33	2.41	2.35	2.27	2.18	2.77	2.69	2.68	2.67



Tablo 6.7- Deney 2 için ANOVA Tablosu

Kaynak ayarlaması	Karelerin toplamı	Karelerin ortalaması	F oranı	Serbestlik dereceleri	Varsayımları karşılayan olasılık	Tutucu DF olasılığı
UVL	19.36	6.45	1.254	3	0.309	
ERROR	144.1	5.15		28		
SCR	0.015	0.015	0.027	1	0.870	0.870
UVL*SCR	1.020	0.340	0.603	3	0.619	0.619
ERROR	1.579	0.56		28		
POL	5.661	5.661	45.92	1	0.000	0.000
UVL*POL	0.485	0.162	1.310	3	0.291	0.291
ERROR	3.45	0.12		28		
SCR*POL	0.016	0.016	0.126	1	0.725	0.725
UVL*SCR*POL	0.727	0.242	1.916	3	0.150	0.150
ERROR	3.54	0.13		28		
POS	0.131	0.131	1.681	1	0.205	0.205
UVL*POS	0.624	0.208	2.660	3	0.067	0.067
ERROR	2.19	0.08		28		
SCR*POS	0.031	0.031	0.310	1	0.582	0.582
UVL*SCR*POS	0.320	0.107	1.057	3	0.383	0.383
ERROR	2.82	0.10		28		
POL*POS	0.140	0.140	10.36	1	0.003	0.003
UVL*POL*POS	0.071	0.024	1.741	3	0.181	0.181
ERROR	0.38	0.01		28		
SCR*POL*POS	0.010	0.010	0.470	3	0.457	0.457
UVL*SCR*POL*POS	0.021	0.007	0.384	9	0.765	0.765
ERROR	0.51	0.02		84		
LL	0.197	0.066	1.863	3	0.142	0.183
UVL*LL	0.619	0.069	1.951	9	0.056	0.144
ERROR	2.96	0.04		84		
SCR*LL	0.351	0.117	2.772	3	0.047	0.107
UVL*SCR*LL	0.259	0.028	0.671	9	0.733	0.577
ERROR	3.54	0.04		84		
POL*LL	0.118	0.039	0.032	3	0.383	0.318
UVL*POL*LL	0.172	0.019	0.499	9	0.872	0.686
ERROR	0.17	0.02		84		
SCR*POL*LL	0.273	0.091	2.944	3	0.038	0.097
UVL*SCR*POL*LL	0.254	0.028	0.912	9	0.519	0.448
ERROR	2.60	0.03		84		
POS*LL	0.018	0.006	0.196	3	0.899	0.662
UVL*POS*LL	0.328	0.036	1.214	9	0.298	0.323
ERROR	2.52	0.03		84		
SCR*POS*LL	0.199	0.066	3.158	3	0.029	0.086
UVL*SCR*POS*LL	0.188	0.021	0.996	9	0.450	0.409
ERROR	1.76	0.021		84		
POL*POS*LL	0.118	0.02	2.190	3	0.095	0.150
UVL*POL*POS*LL	0.290	0.039	1.799	9	0.080	0.170
ERROR	1.51	0.032		84		
SCR*POL*POS*LL	0.007	0.002	0.122	3	0.953	0.740
UVL*SCR*POL*POS*LL	0.132	0.147	0.750	9	0.663	0.532
ERROR	1.64	0.02		84		

Deney oturumunun geri kalan kısmı birkaç istisna dışında birinci deneydeki gibi olmuştur. Birincisi her iki ekran tipi için iki dizi kaynak listesi kullanılmış, bu dizilerden biri ilk gün belli bir karşıtlık için ikinci gün ise bunun tam tersi bir karşıtlık için kullanılmıştır. Her ne kadar kaynak listeler aynı olsa da yedek listeler her denemede farklı tutulmuştur.

İkinci bir fark da her bir denek için maskeleme aynı kalmıştır. Böylelikle bu denemeler arasında maskeleme ışıklılığını değiştirmek yerine slide projektörünün filtresi değiştirilerek sadece benzeştirilmiş ışık kaynağının ışıklılığı değiştirilmiştir.

- Sonuçlar

Birinci deneyde olduğu gibi deneklerin hepsi tutarsız sayıyı bulmuşlar ve verim, geçen zaman açısından değerlendirilmiştir. Her deneğin ekran cilasası, karşıtlığı ve benzeştirilmiş kaynağın ışıklılığı açısından verim sayısı her bir hata için ortalama zaman olarak tanımlanmıştır. Her denek ve koşul için alınan ortalama zaman aslında değişkenlerin çözümlenmesinde, harf verileri oluşturmaktadır. Tablo 6.6'da bu deney için ortalama zamanlar özetlenmiştir (Bernecker, 1995).

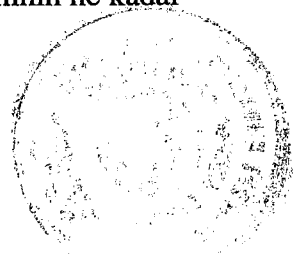
Bu deney değişkenlerin çözümlenmesi için ekran cilasası, karşıtlığı, tekdüze maskeleme ışıklılığı, benzeştirilmiş ışık kaynağı ışıklılığı (LL) ve deneğin koyduğu çizginin yeri (POS) –ekrandaki yansımanın içine düşüp düşmediği– etkenlerini içermektedir. Konum etkeninin bunlara eklenmesinin nedeni verimdeki farklılıkların sadece yansımanın büyüklüğü açısından değil aynı zamanda yansıyan imgeye göre konumu açısından da önemli oluşu idi. Tablo 6.7 ANOVA özetini göstermektedir (Bernecker, 1995).

Verim sayıları karşıtlık dışında diğer etkenler için ortadan kaldırıldığında verim, açık renkli arka planı olan ekranlarda koyu renkli arka planı olan ekranlara oranla daha yüksek çıkmaktadır.

- Yorum

Bu sayılara yüzeysel bakıldığında aydınlatmanın VDU kullanıcılarının verimi üzerindeki etkisinin çok az olduğunu göstermektedir. Bununla birlikte tam olarak anlayabilmek için bu sonuçlara çok geniş bir bağlam içinde bakmak gerekmektedir.

Sanders ve Bernecker'in çalışmasının tersine bu araştırmada maskeleme ışıklılığının VDU kullanıcısının verimini büyük ölçüde etkilemediği sonucuna varılmıştır. Bu bulgunun birbiriyle ilişkili iki nedeni bulunmaktadır. Birincisi her iki incelemede ölçülen maskeleme ışıklılığı çeşitliliği ve bunların bir işlevi olarak kullanıcı veriminin ne kadar



düştüğü düşünölmelidir. Sanders ve Bernecker maskeleme ışıklılıklarını 0, 9.4, 19.4, 30.6, 41.6 ve 52.6 cd/m² olarak ölçüp bir ışıklılıktan diğetine geçerken verimin pek etkilenmediğini ancak birbirine yakın olmayan adımlar arasında (0-19.4 cd/m²) verimin değiştiğini göstermişlerdir. Bu incelemede ekrandaki maskeleme ışıklılıkları 0, 0.9, 2.1, 4.2, 8.3 ve 25 cd/m² olarak ölçölmüştür. İlk beş ışıklılık Sanders ve Bernecker'in kullandığı ve verimde herhangi bir düşüşün olmadığı 0-9.4 cd/m² aralığına gelmektedir. Verimde düşüşün olmayışı büyük ölçüde bu incelemede kullanılan maskeleme ışıklılıklarının büyüklüklerine bağlanabilir. 25 cd/m² maskeleme ışıklılığının Sanders ve Bernecker'in tersine bu araştırmada neden önemli bir etki yapmadığı konusuna gelince bunun açıklaması her iki incelemede kullanılan çalışma parçasının karşıtlığı ile maskeleme ışıklılığının karşıtlığı ve görsel verimi ne ölçüde azalttığına bağlı olarak yapılabilir.

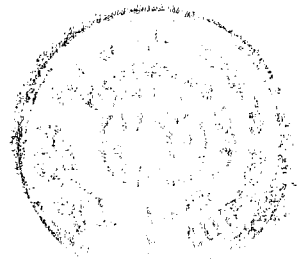
Beyaz pikseller için ölçölen ışıklılıklar Sanders ve Berneckerin araştırmasında 8.55 bu incelemede ise 57.0 cd/m² oysa siyah pikseller için her iki incelemede de aynı olup buna bağlı olarak çalışma parçalarının karşıtlıkları farklı idi.

Bu incelemede daha gerçekçi maskeleme ışıklılıkları ve çalışma parçası karşıtlığı kullanıldığından maskeleme ışıklılıklarının başlangıçta sezgisel olarak sanıldığı kadar önemli olmadığını düşöndürmektedir.

Şaşırtıcı olsa da aydınlatma koşulu açısından ekranın parlaklığı veya donukluğu çalışma verimi üzerinde pek etkili değildir. İnsanlar parlak ekranların hacimdeki nesneleri yansıtmı özellikleri bulunduğundan donuk ekranlara göre daha kötü olduğunu düşünmektedir. Bu beklenti verilerle doğrulanmamıştır, bunun nedeni belki de ekrana yansıtılan imgenin küçük ve sadece bir tane oluşu idi. Buna ek olarak donuk ekran parlak ekranda olduğu gibi net bir karakter imgesi vermemekte ve ekrandaki karakterlerin iyi tanımlanmamış olması sonucu oluşan verim düşüşü parlak ekrandaki yansımaların büyüklüğünün bir sonucu olabilir.

Her iki incelemeden elde edilen sonuç açık renk arka planı olan ekranların kullanılması ile görsel verimin arttığıdır. Bunun doğrudan bir açıklaması şudur: açık renkli arka planı olan ekranlara insanın ışıklılık açısından kendini uyarlayabilmesi daha yüksektir çünkü pikseller çok daha geniş bir alanda harekete geçmektedir.

Diğeri bir açıklama ise Sanders ve Bernecker'in belirttiğı açıklamadır: Açık renkli arka planı olan ekranlarda piksellerin harekete geçirilmesi daha belirgin karakter sunmakta ve böylelikle daha iyi bir görünürlük sağlanmaktadır. Bu her iki açıklama da verilerin gösterdiği verim artışı ile çakışmaktadır.



VDU ortamı insan, makina ve çevrenin karmaşık bir etkileşiminden oluşmaktadır. Bu incelemede verim üzerindeki en büyük etkiyi ekrandaki karakterlerin niteliği yapmaktadır. Yüksek verim düzeylerine ulaşmak için açık renk arka plan üzerinde koyu renkli karakterler kullanmak gerekmektedir. Aydınlatma sistemlerinin çalışanların verimi üzerindeki etkisi, genellikle elektrikli aydınlatma sistemleriyle sağlanan ışıklılık oranları içinde çalışıldığında kısa süreli yoğun çalışma koşullarında çalışanların verilerini pek fazla etkilememektedir (Bernecker et al, 1995).

6.3. VDT BULUNAN OFİSLERDE AYDINLATMAYI DEĞERLENDİRMEDE YÖNTEMBİLİMİN DEĞERLENDİRİLMESİ

- Sorunun tanımlanması

Bilgisayar ekranının kendisi açısından aydınlatma sistemlerinin neden olduğu en önemli sorun ekranda ışıklı bir imgenin yansımasıdır. Bu imge gözün dikkatini çekip odaklanmasını değiştirmesine neden olur. (Ekranda harflerin sergilendiği düzlemde istenmeyen düzgün yansıma imgeleri ortaya çıkmakta ve ekrandaki bilgilerin silinmesine neden olan düzleme doğru gözü çekmektedir).

İkinci önemli sorun da aydınlatma sisteminin ekranda oluşturduğu kamaşma veya ışıklılıktır. Bu, harfler ile arka plan arasındaki karşıtlığı azaltmakta ve buna bağlı olarak da okunabilirlik azalmaktadır.

Bu sorunların mekanı çevreleyen aydınlık düzeyinin azaltılması ile çözümlenmeye çalışılması kabul edilemez aydınlık düzeylerine neden olmaktadır. Bu sorunların ciddiyeti aydınlatma sistemleri, bilgisayar ekranları, ofis mekanının nitelikleri ve o hacimde istenen işlerin niteliği gibi pek çok etkene bağlı olarak değişmektedir. Örneğin bilgisayar ekranları düzgün yansıtıcılık bakımından farklılık gösterir ve bunun sonucunda da aydınlatma sistemlerinin gözü çelici imgeleri yansıtırma özellikleri, kullanıcı, diğer nesneler bu arada da aydınlatılmış arka plan yansımaları açısından da çok büyük farklılıklar göstermektedir. Dış aydınlatma düşünülmezse ekranın çözünürlüğü, bilgisayar ekranında imge ile arka plan arasındaki karşıtlık ve ekranın eğim açısı sonucu etkilenmekte ve bu nitelikler de değişik modeller arasında farklılık göstermektedir. Sadece bilgisayar ekranları ile ilgili nitelikler farklılık göstermeyip aynı zamanda üzerinde yapılan işler de farklılık göstermektedir. Aydınlatma sistemlerine göre bilgisayar ekranlarının konumunda da farklılık görüldüğünden bu etken de aydınlatma sisteminin ekran üzerindeki



etkisinde farklılıklar yaratmaktadır. Bu sorunları en aza indirmek için pek çok değişiklik yapılabilir; bununla birlikte insan çok değişik ve karmaşık etkenlerin işe girdiğinin ve pek çok etkileşimin ortaya çıkabileceğinin farkında olmalıdır.

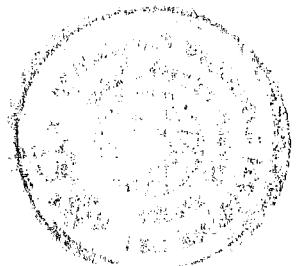
Aydınlatma sisteminin nitelikleri ekranları olumsuz etkileme dereceleri bakımından da farklılık göstermektedir. Bu sorunu incelemede değişik yöntemler düşünülmüştür. İdeal olarak insan pek çok aydınlatma sisteminin yine pek çok bilgisayar ekranı üzerindeki etkilerini birbirleriyle karşılaştırmak istemektedir. Aydınlik düzeyleri, ekrandaki karşılık oranlarının, duvar yansıtıcılığının, hacim boyutları, tavan yükseklikleri, bilgisayar ekranının duvar sistemlerinin uzun eksenine dik veya paralel yerleştirilmesi gibi etkenler son derece ilgili araştırma alanlarıdır. Araştırılmaya değer bir amaç da genel olarak yaygınlaşmış aydınlatma sistemlerinin değişik nitelikteki bilgisayar ekranlarını etkileyen parametrelerini belirlemektedir. Bunu başarmak için buna benzer sistemleri bir ofis alanına takmak ve bir grup insana bunları değerlendirmek gerekmektedir. Ne yazık ki böyle bir girişimin hesabı ürkütücü çıktığından bu araştırmada daha sınırlı bir proje düşünülmüş ve altı aydınlatma sisteminin bir tek tipte bilgisayar ekranı üzerindeki etkilerinin incelenmesine karar verilmiştir. Bu etkilerin başka bilgisayar ekranlarına bildiği varsayılmaktadır. Çünkü bunların nasıl farklılık gösterdiği bilinmektedir. Bu incelemeye alınan aydınlatma sistemlerinin seçilmesinin mantıksal nedeni aşağıda verilmektedir.

- Aydınlatma sistemleri

Burada seçilmiş olan altı temsilci aydınlatma sisteminde beş tane troffered system (plastik mercekler, küçük ve büyük hücre paletli sistemler) ve bir tane de dolaylı sistem bulunmaktadır.

- Yöntembilim

Aydınlatma sistemlerinin bilgisayar ekranlarını nasıl etkilediği konusunda bir değerlendirmeye gitmek isteniyorsa o zaman bilgisayar ekranı ekseninin tavadaki ışık kaynaklarının uzun eksenlerine göre yerleştirilmesinin etkilerini araştırmak, çeşitli aydınlık düzeylerini birbiriyle karşılaştırmak, çeşitli tip ofis çevrelerinde sadece bilgisayarla tasarımın ya da daha karmaşık işlerin yapıldığı bölgelerde ne olduğunu incelemek gerekli olacaktır. Bu ek ölçütler katılınca bir incelemenin gerektirdiği sayıyı 36 aydınlık sistemi/ekran düzenlemesine yükseltmektedir. Bu çaptaki bir araştırma da korkunç masraf nedeniyle gerçekleşmemektedir. Bu nedenle, bundan başka bir değerlendirme yönteminin araştırılmasına karar verilmiştir.



- Amaç

Bu incelemenin amacı VDT ekranlarındaki fotoğraf imgelerinin değişik aydınlatma sistemleri altında gerçek VDT ekranlarını yine aynı aydınlatma sistemleri altında değerlendiren aynı kişilerin değerlendirdikleri zamanki sonucu verip vermediğini araştırmaktır. Eğer fotoğraf yönteminde de gerçek koşulların değerlendirilmesinden elde edilen sonuçların aynısı çıkarsa o zaman çok geniş etkileri ekonomik açıdan değerlendirmek mümkün olabilecektir.

- Yöntem

Ölçümler bitişik, birbirinin aynı ancak boyutları farklı üç mekanda yapılmıştır.

- I. Ofisin boyutları 12.8 m x 14.6 m x 2.6 m
- II. Ofisit boyutları 8.4 m x 11.7 m x 2.6 m
- III. Ofisin boyutları 4.6 m x 7.6 m x 2.6 m

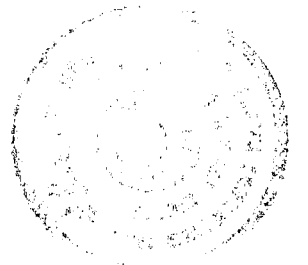
Tavanlar açık T tavan sistemi biçiminde beyaz akustik levhalarla kaplanmıştır. Duvarlar açık bej, pürüzlü, sentetik duvar kağıdı döşemeler ise kahverengi halı ile kaplanmıştır. Tavanın yansıtma çarpanı %74.5, duvarın %65.5 döşemenin ise %6.24'dir.

Çalışma yüzeyleri açık renk meşe bilgisayar masalarından oluşup (1.2 mx0.8 mx0.7 m) üzerlerinde profesyonel bilgisayar bulunmakta idi. Çalışma yüzeyi yansıtma çarpanı meşe masalar için %26.6 VDT'nin tepe noktası için %45.7, VDT ekranı için ise %9.0 idi.

Bu incelemede kullanılan bilgisayar Wang VDT (PM-004) tek renkli ekran üzerinde arka planı siyah, karakterleri yeşil renk ve piksel çözünürlüğü* 640x225 olan Wang PC modeli kullanılmıştır. Tüm ölçümler sistem menüsü ekranda sergilenen Wang PC ile gerçekleştirilmiştir.

Aydınlatma sistemleri aşağıdakilerden oluşmaktadır: (A) ışıklılığı düşük yarım küresel öğeden oluşan mercekli aydınlatma sistemi; (B) standart akrilik plastik prizmatik koni mercekli aydınlatma sistemi; (C) düzgün yansıtma özelliği olan metalleştirilmiş plastik 12.7 mm (1/2 inch)'lik küpten oluşan parabolik paletli aydınlatma sistemi; (D) metalik derin hücreli parabolik paletli aydınlatma sistemi (tip:1 yansıtıcının üst yüzeyi beyaza boyanmış paraboloidten oluşup, paletler düzgün yansıma yapan yüzey özelliğine sahip;

* Ekran çözünürlüğü ile ilgili ayrıntılı bilgi Ek 2'de sunulmuştur.



ve (E) metalik, derin hücreli parabolik palet aydınlatma sistemi (tip:2, yansıtıcının iç yüzeyi dikdörtgen şeklinde beyaza boyanmış metal bir yüzeyden oluşup paletlerin yüzeyi yarı yayınlık yansıma yapan yüzeylerden oluşmaktadır. A,B,C,D sistemlerini içeren I. Ofis ile E sistemini içeren II. Ofis Şekil 6.5 ve Şekil 6.6 görülmektedir.

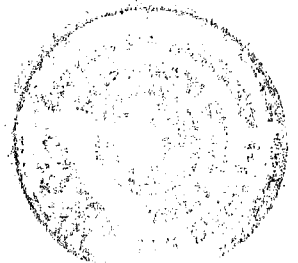
Aydınlık ölçmeleri kalibre edilmiş, dakik, renk ve kosinüs düzeltmeli Minolta 1519-207 model aydınlık ölçer ile gerçekleştirilmiştir. Kağıt yüzeyinin aydınlık düzeyi masanın yatay yüzeyinde ve klavyenin solunda ölçülmüştür. Ekranın aydınlık düzeyi de aydınlıkölçer Wang VDT ekranı üzerine konularak ölçülmüştür.

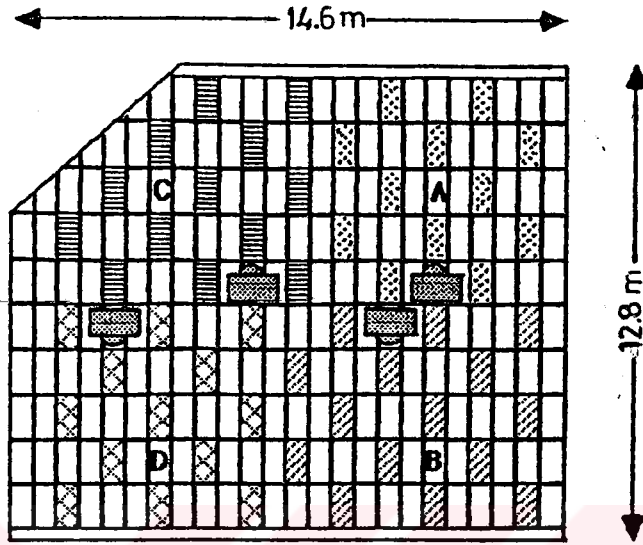
Işıklılık ölçmeleri ise kalibre edilmiş Photo Research, Spectra Pritchard, 1980 A model ışıklılıkölçer ile gerçekleştirilmiştir.

Bu ölçümler 1.8 m'lik mercekli VDT ekranında yapılmıştır (bu var olan mercekli ekrandaki harflere odaklanabilen en yakın uzaklıktır). Ekran yukarıya doğru 15° eğimli ve ışıklılıkölçer de 15° aşağıya doğru eğimli olup ekrandaki menünün ışıklılığı sağ yarısında, merkezde 1°'lik açıklıkla sağlanmıştır. Harflerin karşılığı ekranın bir yarısı yeşile ve yandaki merkeze yakın yeşil ve siyah alanları 20 dakikalık bir açıklıkla ölçülerek elde edilmiştir. Ekrandaki karşılık altı ekranın hepsinde de tüm ofis ışıkları söndürülerek birbirine benzetilmiştir. Wang ve IBM ekranlarının fotoğrafları makina üç ayaklı parçaya yerleştirilerek (Hasselblad 500 CM 500 mm F4 Carl Zeiss merekli) çekilmiştir. Merceğin merkezi yerden 1 m yükseklikte, film düzleminin merkezi ise ekrandan 0.6 m, yerden 1.1 m yükseklikte olup bu da kullanıcının gözüne denk gelecek bir konumdur. Siyah beyaz film kullanılmış yansıtma çarpanları ise yansımaölçer (Holophan model 102) ile ölçülmüştür.

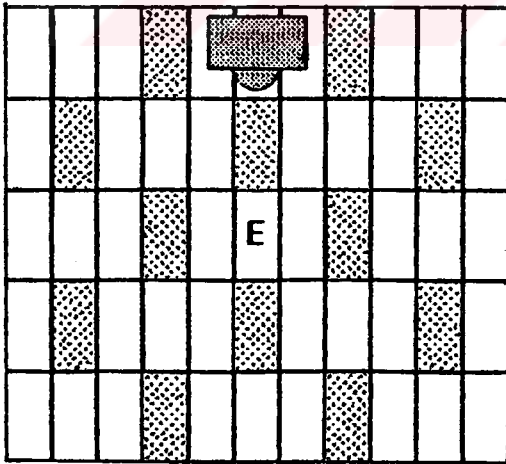
Masalar, bilgisayar ekranları tavandaki aygıtların uzun eksenine dikey konacak şekilde ve söz konusu aydınlatma sistemi aygıtlarının ucu dikkate alınarak ikisi arasına yerleştirilmiştir. Kullanıcının sırtı aydınlatma sistemine yüzü ise ekrana dönük olduğundan kamaşma ve yansılardan etkileniyordu (Bkz. Şekil 6.7). Masa iki dolaylı aydınlatma birimi arasına yerleştirilip kullanıcının yüzü duvara dönük olduğunda, VDT ekranı aydınlatılmış yüzeye dönük olacaktır.

Değerlendirmede kullanılan altı değişik aydınlatma sistemi altındaki altı VDT ekranının fotoğraflarının yeniden basımı Şekil 6.8'de görülmektedir. 28 denekten üç ölçüte göre aydınlatma sistemlerini sıralamaları istenmiştir. Birinci incelemede deneklerden aydınlatma sisteminin ekranlarda yansıyan imgesinin ışıklılık ve belirginlik oranına bağlı olarak bu aydınlatma sistemlerini sıralamaları istenmiştir.

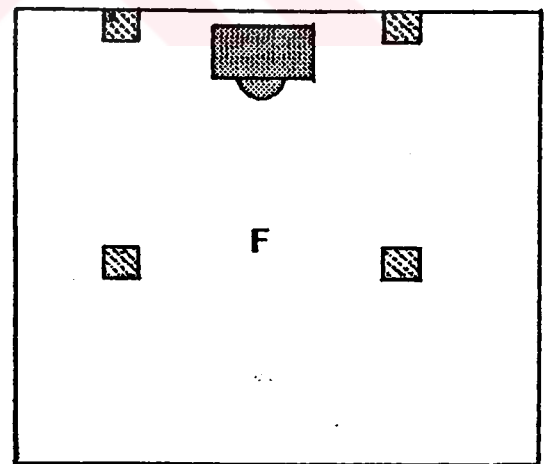




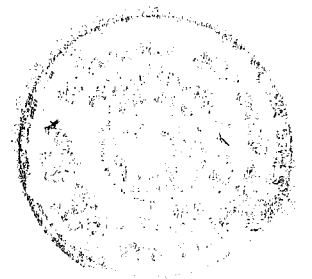
Şekil 6.5- Dört aydınlatma sistemi içeren I. Ofis (Gooowin, 1987).

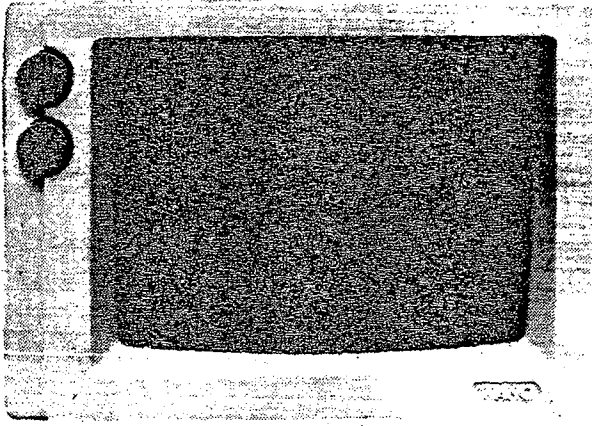


Şekil 6.6- Tek aydınlatma sistemi içeren II. Ofis (Gooowin, 1987).

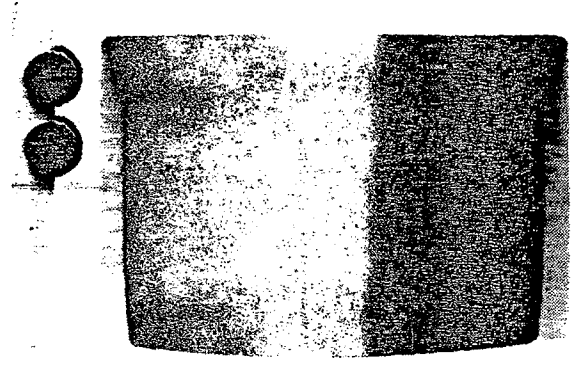


Şekil 6.7- Dolaylı aydınlatma sistemi içeren III. Ofis (Gooowin, 1987).

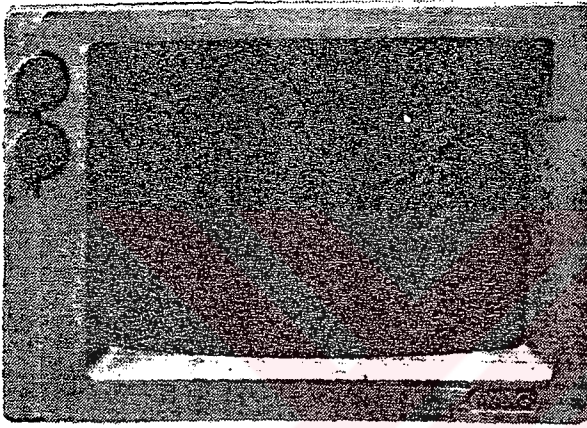




A



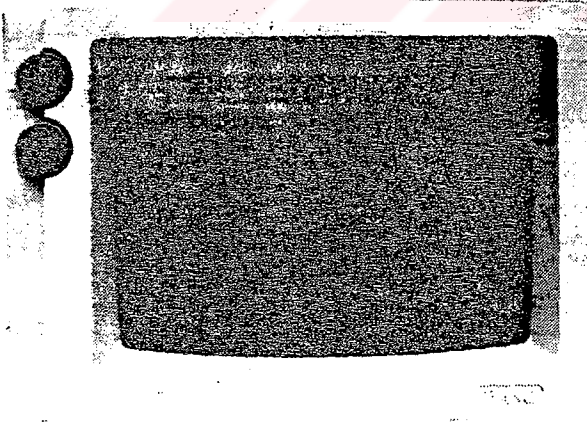
B



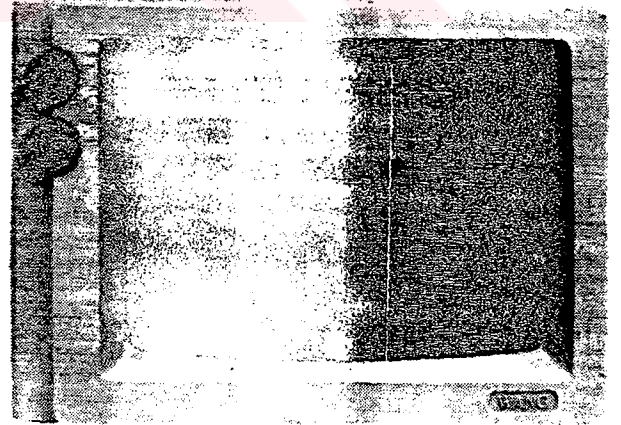
C



D



E



F

Şekil 6.8- Altı değişik aydınlatma sistemi altında altı VDT ekranının fotoğraflarının reproduksiyonları (Gooowin, 1987).



İkinci çözümlemede ise deneklerden aydınlatma sistemlerini ekrandaki kamaşma ve ışıklılık açısından sıralamaları istenmiştir. Deneklere daha önce değerlendirilmiş olan sistemlerin fotoğrafları verilmiş ve bu sistemleri nasıl değerlendirecekleri öğretilmiştir. Bunun için kendilerine istedikleri kadar süre tanınmıştır. VDT ekranlarının fotoğrafları gerçek sistemlerin değerlendirilmesinden bir gün önce ve aynı koşullarda alınmıştır. Bu 28 denek gerçek sistemi değerlendirdikten sekiz hafta sonra VDT ekranlarının fotoğraflarını değerlendirmiştir. Elde edilen sonuçlar Tablo 6.8'de verilmiştir (Goodwin, 1987).

Tablo 6.8- İki koşul altında üç ölçüte göre 28 deneğin yaptığı değerlendirmelerin karşılaştırılması

Aydınlatma sistemi	VDT Ekranı			Fotoğraf		
	Sıralama	Ortalama	Standart	Sıralama	Ortalama	Standart
Ekran aydınlatma sisteminin belirgin parlak imgesi						
A	(3)	3.68	0.90	(3)	3.29	0.53
B	()	4.61	0.92	()	3.96	0.51
C	(1)	1.25	0.52	(1)	1.00	0.00
D	(6)	5.29	1.18	(6)	6.00	0.00
E	(4)	3.89	1.26	(4)	4.75	0.65
F	(2)	2.29	1.30	(2)	2.00	0.00
Ekran yüzeyindeki kamaşma veya ışıklılık						
A	(3)	3.36	1.34	(3)	3.07	0.66
B	()	4.04	1.04	()	3.75	0.75
C	(1)	1.14	0.45	(1)	1.00	0.00
D	(6)	5.43	0.79	(6)	5.75	0.80
E	(4)	3.95	1.29	(4)	4.82	0.61
F	(2)	3.07	1.56	(2)	2.61	1.23
En iyi ekran koşulları						
A	(3)	3.54	1.10	(3)	3.32	0.77
B	()	4.50	0.84	()	3.82	0.67
C	(1)	1.21	0.63	(1)	1.00	0.00
D	(6)	5.54	0.84	(6)	5.96	0.19
E	(4)	3.75	1.21	(4)	4.79	0.57
F	(2)	2.46	1.32	(2)	2.11	0.31

• Yorum

Deneklere göre fotoğrafları değerlendirmek gerçek ekranları değerlendirmekten daha kolay olmuştur. Kendilerine verilen işin birbirine çok benzediğini söyledilerse de birtakım farklılıklar bulunmaktadır. Çoğu, dolaylı aydınlatma sistemini onaylamamış ancak bazıları da bu hoşnutsuzluklarını dile getirememişlerdir (Goodwin, 1987).



6.4. OFİS AYDINLATMA ÇEVRELERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ

Ofis aydınlatma sistemlerinin tasarlanmasında orada çalışanların doyumu ve iş verimi en başta gelen amaçlar olmalıdır. Binalar insanlar için yapıldığına göre inşa edilmiş çevreler bu mekanlarda oturanların işlevsel gereksinmelerini yerine getirmelidir. Yukarıda söylenenler ısı ve ses çevreleri açısından doğru iken görsel çevre açısından özellikle doğrudur. Bir çalışma yerinde aydınlığın niteliği ile ilgili bilgiler istendiğinde o binada çalışanların aydınlığın niteliği ile ilgili değerlendirmelerini gösteren nesnel göstergeler elde etmek oldukça zordur.

- Arka Plan

Değerlendirme süreci, içinde çalışılan ofis mekanlarında her bir çalışma masasını analiz birimi olarak kullanarak veri toplanmasını gerektiriyordu. Bu süreç aşağıdaki konularda bilgi toplanmasını zorunlu kılmıştır. Bunlar:

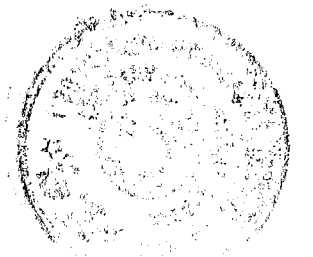
- 1- Fiziksel çevrenin dolaysız ölçümleri bu arada lamba ölçümleri, mekandaki ışıklılık ve aydınlık düzeyi ile karşılık koşullarının ölçülmesi.
- 2- Dolaylı ölçümler (çizim ve fotoğraflardan ya da her çalışma masasına ayrılan mekanın boyutundan).
- 3- Aydınlatmaya ve çalışma masasının diğer etkenlerine orada çalışanların tepkisi.
- 4- Sınırlı sayıda uzmanın aydınlatma koşullarını değerlendirmesi.

Bileşik ölçümler, güç yoğunluğu gibi tek tek yapılan ölçümleri birleştirerek yapılmıştır. Bu veriler bir çeşit veri tabanı halinde düzenlenmiş olup bu veri tabanından birtakım ölçümler alınıp araştırılabilmektedir. Bu ölçümler aydınlığın niteliği, güç yoğunluğu ya da ikisini birden ölçmeye yardımcı olabilmektedir.

- Aydınlığın Niteliği Nedir?

İlk ele alınan sorunlardan biri aydınlığın niteliğinin tanımlanması idi. Bu inceleme açısından aydınlığın niteliği çeşitli kullanıcıların birkaç öznel ölçütü açısından değerlendirilmiştir:

- 1- Çalışan kişinin görsel çevreden aldığı doyum.
- 2- Diğer çevresel değişiklikler ile karşılaştırıldığında aydınlatmayı iyileştirmenin tercih edilmesi.



3- Bir noktada yapılan iş için gereksinim duyulan aydınlık düzeyi.

4- O hacimde çalışanların görüşü ile çalışma masasındaki görsel nitelik.

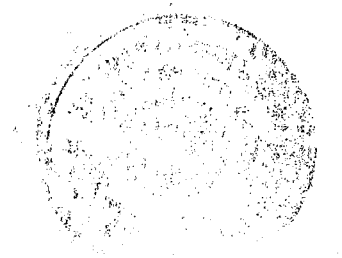
Çalışmanın iki aşaması vardı: başlangıçta üç binanın incelenmesi ve daha sonra çalışmanın ön binaya yayılması.

İki aşamalı çalışmanın amacı başlangıçtaki üç bina dizisinden veri toplamak, bu verileri çözümlmek, ondan sonra kullandığımız yöntembilimi geliştirmek ve sınıflandırmaktı. Ayrıca bu gözden geçirmeler genişletilmiş binalar dizisindeki verilerin yeniden kararlaştırılması ve karşılaştırılmasına izin verilmiştir.

- İncelenen Aydınlatma Sistemleri ve Çalışma Yerleri

Her binadaki aydınlatma sistemi aynı idi. Dört binada 2x4 görüşler dolaysız flüoresan lambalar vardı içlerinde ise dörtlü lamba ünitesinde iki tane soğuk beyaz renkli lamba bulunmakta idi. Bunların üç tanesinde içine prizmatik mercek konmuş sistemler ve bir tanesinde de ışıklılığı düşük paletler vardı. İkinci dört bina sıcak beyaz renkli ışık kaynağı ve gömülü iki tane 1x4 lamba içermekte idi. İki binadan oluşan üçüncü kategoride ise hem çalışma hem değişik atmosfer yaratıcı lambalar kullanılmış olup çalışma ışığının rengi soğuk diğeri sıcak beyaz renkli ışıktı. Son iki binanın ise kendine özgü nitelikleri vardı. Bu binaların birinde doğrusal tavan ışıklılıkları ile tekdüze bir günışığı vardı bu da çok yüksek verimli beyaz flüoresan bir sistemle destekleniyordu. Diğerinde ise tek lambalı, dolaylı metal halid sistem kullanılmıştır. Bina seçimlerinin yapıldığı temel sıralamalar bunlar olmakla birlikte daha sonra çalışma masalarını da ışık donanımı, mercek ve palet takılması açısından da sınıflandırmak mümkün olmuştur (Tablo 6.9) (Gillette, 1987).

İncelenen çalışma yerlerinin üç değişik tipi vardı: alışılmış her tarafı kapalı ofisler, kısmi bölmelerle ayrılan açık planlı ofisler ve bölmesiz açık planlı ofisler. Kapalı ofisler incelenen ofislerin 19.4, bölmeli açık planlı ofisler 76.9 ve bölmesiz açık planlı, ofisler için 3.7'sini oluşturmaktadır.



Tablo 6.9- Çalışma yerlerinin aydınlatma sistemine göre dağılımı

Genel aydınlatma sistemi tipi	Çalışma yeri sayısı	Toplam %
• Dolaysız gömülü flüoresan W/palet	280	29.1
• Dolaysız gömülü, flüoresan W/mercekler	113	12.1
• Dolaysız yüzeye takılmış W/yumurta kutusu şekli	28	3.0
• Dolaylı mobilyaya takılmış flüoresan	263	28.1
• Dolaylı aygıtı takılı flüoresan	120	12.8
• Dolaysız/dolaylı aygıtı takılı flüoresan	82	8.7
• Dolaylı aygıtı takılmış metal halide	38	4.1
• Diğer şekiller	13	1.3
	937	100.0

Tamamlayıcı bölgesel aydınlatma tipi	Çalışma yeri sayısı	Toplam %
• Mobilyaya takılmış	425	47.0
• Masaya yerleştirilmiş, hareketli	140	15.5
• Tamamlayıcı bölgesel aydınlatma yok	326	36.1
• Diğer şekiller	13	1.4
	904	100.0

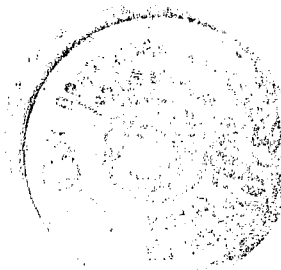
- Toplam İşlem

Sistematik örnekleme süreçleri izleyerek bu 13 binanın herbirinden bir çalışma yeri örneği alınmış, burada çalışanlara anketler dağıtılmış, orada oturanlardan anketler yoluyla ve uzmanların başlangıçtaki binaları değerlendirmesiyle bilgi alınmıştır. Öznel değerlendirmeler bir dizi alan ölçmeleri (fotometrik, akustik ve ısı koşullarında) ile tamamlanmış ve bütünleştirilmiştir. Bu süreç kavramsal olarak orada oturanların tepkilerini niteliksel ölçümler olarak almak ve birim güç yoğunluğunu, fotometrik ölçmeleri ve diğer fiziksel nitelikleri bu insanların verdiği öznel niteliksel değerlendirmelerle karşılaştırmak olarak düşünülmüştür.

- Öznel Verilerin Toplanması

Bu çalışmanın ilk kısmının benzersiz olan özelliği tasarım uzmanlarının ve orada çalışanların değerlendirmelerini fotometrik ve diğer çevresel ölçümlerle birlikte ele almaktır. Bunu başarabilmek için dört kişiden oluşan bir uzmanlar takımı oluşturulmuştur (bunlar son derece gelişmiş aydınlatma tasarımına sahip uzmanlardır).

Fotometrik ve çevresel ölçümleri yapmak için iki kişilik bir teknik grup daha oluşturulmuştur. Teknisyenler o alandaki ölçümleri uzman takım gittikten hemen sonra yapmışlardır.



Alanın değerlendirilmesi için bu aday binalara ziyaretler yapılmıştır. Her binanın ilgisini çekecek türde bir aydınlatma sistemi ile çalışma yerlerinin çizimleri ve aydınlatma planları olup yöneticiler bu takımlarla çalışmaya hazır dılar. Çalışma yerlerinin mekan-sal düzenlemelerini gerçekten doğru temsil edip etmediğini kontrol etmek için planlar incelenmiş, ayrıca her çalışma yerinde çalışan bir kişinin var olup olmadığı araştırılmıştır. Değerlendirme başlamadan önce projeyi yöneten takım tarafından hazırlanmış ve bina yönetimi tarafından orada çalışanlara böyle bir çalışma yapılacağını haber vermek üzere bir form gönderilmiştir.

Bu incelemeye katılanlara ofis çevrelerinin inceleme altında olduğu fakat incelemenin odak noktasının aydınlatmanın olduğu söylenmemiştir. Doldurulan anketler alan değerlendirilmesi yapılmadan önce dağıtılmış bundan sonra uzman takımın dört üyesi çalışma yerlerinin alan değerlendirmelerine başlamışlardır. Buna ek olarak alan incelemesi yapan takım çalışma yerinin içinde ve çevresinde bulunan bütün ışık kaynaklarının ışık verimlerini değerlendirmiş ayrıca sönük, yanmayan lambaları kaydetmiştir. Her hacmin iki balık gözü fotoğrafı çekilmiş bu şekilde birincil çalışma yüzeyinin aydınlatılmasında katkıda bulunan bütün ışık kaynakları gölgeleri ile birlikte görülebilir olmuştur.

- Fotometrik ve Dolaysız Çevre Verilerinin Toplanması

İki kişilik teknik grup fotometrik ve diğer çevresel dolaysız ölçümler ile bu arada mekansal ışıklılık, çalışma yüzeyinin aydınlık düzeyi ve ışıklılık karşıtlığı ölçmelerini almışlardır. Bu aydınlık düzeyleri ölçülmüş hem birincil hem de ikincil çalışma yüzeylerinde hem vücut gölgeli hem gölgesiz ışıklılık karşıtlığı ve karşıtlık gösterme faktörü ölçümleri normale göre 25°C'lik açıyla yapılmış, 45°, 90° ve 135°'lik üç azimut açısı bütün masa yüzeyi çevresini içine alacak şekilde genişletilerek çalışma için gerçek minimum çalışma parçası karşıtlığını elde etmek üzere ölçüm noktası olarak seçilmiştir.

1°'lik ışıklılıkölçer kullanarak 13 değişik alan ışıklılığı ölçülmüştür. Bunların içinde yerel çalışma parçası alanının çevresindeki ışıklılığın ölçülmesi, tavan ve duvar yüzeylerinin ışıklılığının ölçülmesi ile görüş alanındaki en ışıklılı ve en karanlık alanlardaki ışıklılık ölçümleri de yer almıştır.

- Aydınlık Güç Yoğunluğunun Toplanması

Bu verilerin toplanması çalışma masası içinde ve çevresindeki ışık kaynaklarının güçlerinin yerinde ölçülmesinden ve her vat'a düşen döşeme alanını bulmak şeklinde



olmuştur. Hem sabit hem durağan kaynaklar için güçler görsel olarak saptanmıştır. Bu veriler yansımış tavan düzlemleri ve çalışma yeri fotoğrafları ile birlikte her bir belirlenmiş alanın toplam vat gücünü belirlemek üzere bir uyum içinde kullanılmıştır.

- İlk Bulgular

Bu noktaya kadar yapılan araştırmalar büyük ölçüde ofis aydınlatma sistemlerinin değerlendirilmesi için bir süreç oluşturmuştur. Bu çalışma ışık güç yoğunluğu, fotometrik ölçümler ve orada çalışanların tepkileri arasındaki ilişkiyi araştırmak ayrıca sürekli çözümleyici geniş bir çalışma için bir taban oluşturmaktadır.

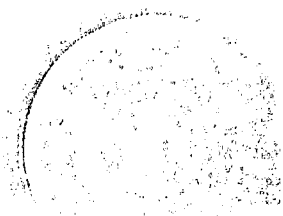
Elde edilen sınırlı veri analizlerinin sonuçları aydınlığın güç yoğunluğu ile aydınlığın niteliği arasındaki ilişkinin basit olmadığını açıkça göstermektedir. Aydınlığın niteliği hiç değilse burada tanımlandığı haliyle tek bir etkenin işlevi değil tersine birkaç öğenin birleşmesinden oluşup bu öğelerin birleşmesi bir mekanı orada çalışanlar açısından başarılı ya da başarısız kılmaktadır. Bu incelemenin hem fotometrik hem de güç yoğunluğu ölçümlerinde birçok değişkenlik bulunmuştur. Ayrıca bir yerde çalışan insanların kendi aydınlatma koşullarına tepkilerinde de farklılık yaşanmıştır (Tablo 6.10) (Gillette, 1987).

Tablo 6.10- Tüm binalarda bütün çalışma yerleri için seçilen çalışma yeri nitelikleri

Nitelikler	Ortalama	Maksimum	Minimum	Standart
• Çalışma yüzeyindeki aydınlık W/vücut gölgesi (fc)	65	401	13	32
• Çalışma yüzeyindeki aydınlık W/veya vücut gölgesi (fc)	72	713	15	38
• Minimum ışıklılık karşılığı	.85	.96	.45	.07
• Minimum CRF	.89	1.04	.49	.09
• Çalışma parçası ışıklılık oranı	3.4	45	.06	3.7
• Tavan ışıklılığı oranı	48	455	.09	58
• Aydınlığın güç yoğunluğu	2.6	9.7	.40	.90

Tablo 6.11'de çalışanların %12'si değiştirilmesi gereken bir çevre etkeni olarak aydınlatmayı söylemişlerdir. %40'ı ışığı yetersiz %60'ı ise aydınlatmayı iyi bulmuşlardır.

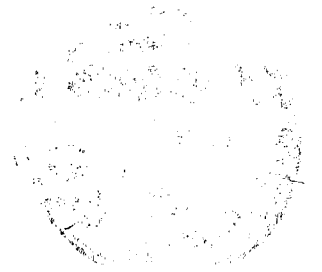
Sonuç olarak %14'ü mekanın görsel niteliğini yüksek, kalan %14'ü ise düşük bulunmuştur.



Tablo 6.11- Tüm çalışma yerleri için aydınlık niteliği ölçütlerinin dağılımı

Sınıflama	Yanıtlayan kişi sayısı	Toplam %
1. Kullanıcının aydınlatma duyumu açısından çalışma yeri sınıflaması		
• Hiç memnun değil	52	5.0
• Pek memnun değil	196	18.7
• Tarafsız	118	11.3
• Oldukça memnun	423	40.4
• Çok memnun	<u>258</u>	<u>24.6</u>
	1047	100.0
2. Kullanıcının diğer çevre etkenleri ile karşılaştırıldığında gelişmiş aydınlatma tercihi		
• İlerleme olarak bahsedilmemiş	474	49.0
• sözü edilmiş fakat pek tercih edilmemiş	378	39.1
• En çok tercih edilen olarak sözü edilmiş	<u>115</u>	<u>11.9</u>
	967	100.0
3. Kullanıcının yapılan iş için aydınlık niceliği sınıflaması		
• Zayıf	136	13.1
• Hoş	282	27.2
• iyi	434	41.7
• Muhteşem	<u>188</u>	<u>18.0</u>
	1040	100.00
4. Kullanıcının görsel nitelik açısından çalışma yeri sınıflaması		
(1) düşük	146	13.8
(2)	276	26.0
(3)	287	27.1
(4)	201	19.0
(5) yüksek	<u>150</u>	<u>14.1</u>
	1060	100.0

Hem öznel hem de nesnel veriler arasında çok çeşitlilik bulunmaktadır. Bundan sonraki mantıksal bir adım ek bir çözümlemede daha bulunarak bu tür tepkileri aydınlatma sisteminin fiziksel nitelikleri temelinde açıklamaktır. Birinci adım atılmış ancak asıl ikinci adım aydınlığın güç yoğunluğu ile aydınlığın niteliği arasındaki ilişkiyi anlamak açısından gerçek sonucu verecektir (Gillette, 1987).

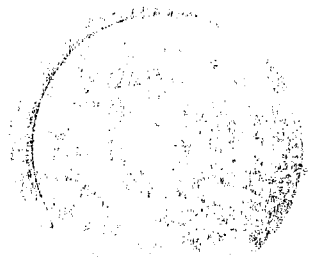


6.5. BİLGİSAYAR ORTAMINDA GERÇEKLEŞTİRİLEN ARAŞTIRMALARIN DEĞERLENDİRİLMESİ

Yukarıda ayrıntılı bir şekilde yer alan araştırmalar sonucunda şu veriler elde edilmiştir:

- Ekran ile kaynak metin arasındaki aydınlık düzeyi farkı gözün ışıklılık farklılıklarına kendini uyarlamasını güçleştirmekte ve bunun sonucunda da göz yorgunluğu oluşmaktadır.
- Açık renk arka planı olan ekranların kullanılması ile görsel verim artmaktadır. VDU ortamı insan, makina ve çevrenin karmaşık bir etkileşiminden oluşmaktadır. Verim üzerindeki en büyük etkiyi ekrandaki karakterlerin niteliği yaptığından yüksek verim düzeylerine ulaşmak için açık renk arka plan üzerinde koyu renkli karakterler kullanmak gerekmektedir. Aydınlatma sistemlerinin çalışanların verimi üzerindeki etkisine gelince, genellikle değişik aydınlatma sistemleriyle sağlanan ışıklılık oranları içinde çalışıldığında kısa süreli yoğun çalışma koşullarında çalışanların verimini pek fazla etkilememektedir.
- Dış aydınlatma düşünülmeden ekranın çözünürlüğü, bilgisayar ekranında imge ile arka plan arasındaki karışıklık ve ekranın eğim açısı sonucu etkilenmektedir. Sadece bilgisayar ekranları ile ilgili nitelikler farklılık göstermeyip aynı zamanda üzerinde gerçekleştirilen işlerde farklılık göstermektedir. Aydınlatma sistemlerine göre bilgisayar ekranlarının konumunda da farklılık görüldüğünden bu etken de aydınlatma sisteminin ekran üzerindeki etkisinde farklılıklar yaratmaktadır. Bu sorunları en aza indirmek için pek çok değişiklik yapılabilmektedir. Bununla birlikte insan çok değişik ve karmaşık etkenlerin işe girdiğini ve pek çok etkileşimin ortaya çıkabileceğinin farkında olmalıdır.
- Aydınlığın niteliği ile güç yoğunluğu arasındaki ilişki basit değildir. Aydınlığın niteliği tek bir etkenin işlevi değil tersine birkaç ögenin birleşmesinden oluşup bu öğelerin birleşmesi bir mekanı orada çalışanlar açısından başarılı ya da başarısız kılmaktadır. Ayrıca bir yerde çalışan insanların kendi aydınlatma koşullarına tepkilerinde de farklılık yaşanmaktadır. Yapılan bu araştırmalar ve elde edilen sonuçlar monitör ile çalışılan ortamlarda makina, görsel çevre ve kullanıcılar arasındaki ilişkiler konusunda hala yanıtlanmamış pek çok sorunun bulunduğunu göstermektedir.

Monitörle çalışılan ortamlarda iyi görme koşullarının sağlanması için bilgisayar, kullanıcı ve görsel çevre öğelerini gözönünde bulunduracak yeni yaklaşımlara gereksinim vardır.



7- MONİTÖR EKRANLARI İLE İLGİLİ GÖRSEL ALGILAMADA GÖRSEL KONFOR KOŞULLARI İLE İLGİLİ VERİLER

Bu bölümde yer alan veriler monitörle çalışılan ortamların aydınlatılması için geçerlidir.

Burada görsel konfor konusunda aydınlatma ön koşulları için veriler sunulmuş, genel aydınlatmanın VDT görsel iş parçaları üzerindeki etkisi çözümlemeden geçirilmiş, dolaysız ve dolaylı aydınlatma sistemlerinin VDT görsel iş parçaları üzerinde yapacakları etkiler incelenmiştir. Ayrıca VDT ekranlarında ortaya çıkabilecek sorunları ortadan kaldırmak için veriler ve kurallar sunulmuş, bu sorunların çözülmesi yönünde bazı koşullar ile birlikte günışığı da incelenmiştir.

7.1. IŞIKLILIK ORANLARI

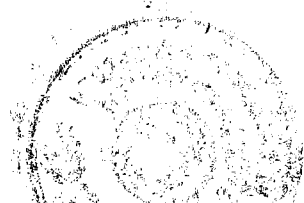
Monitörle çalışılan mekânların aydınlatılmasında, görsel konfor koşullarını sağlamak için ışıklılık çeşitlemeleri belli sınırlar içinde tutularak denetlenmelidir. Işıklılık farkları, bir ışıklılıkla diğeri arasındaki oran açısından belirlenebilir ya da ölçülebilir.

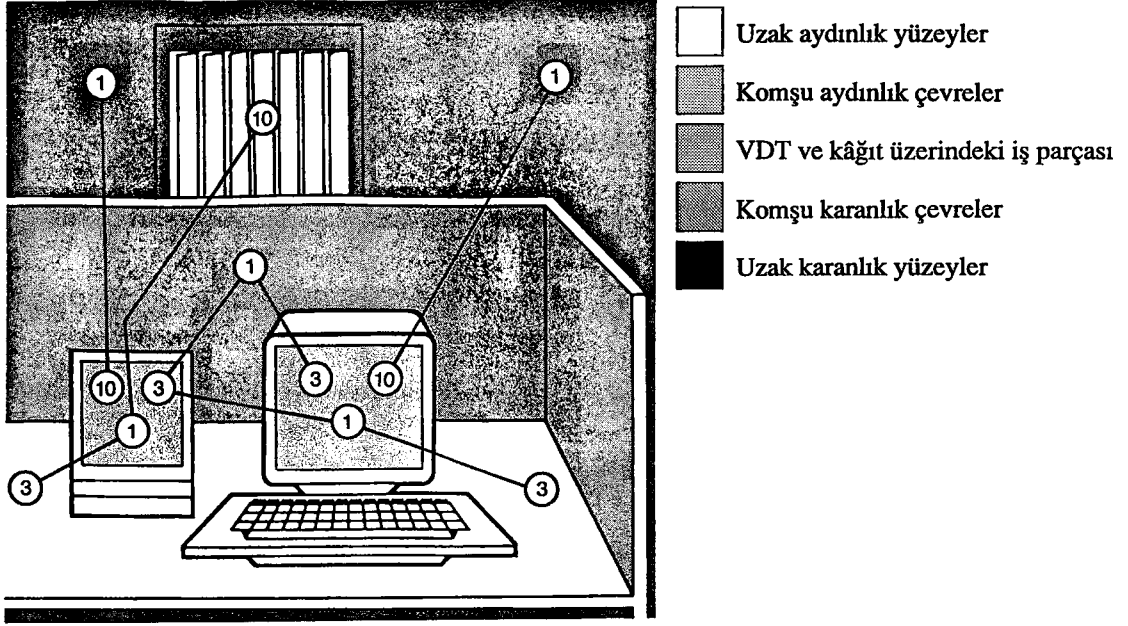
Bilgisayar ile çalışırken ya da çevreye bakarken yetersizlik ve konforsuzluk kamaşması etkilerini sınırlamak için Tablo 7.1 ve Şekil 7.1'de gösterilen değerlerin izlenmesi önerilmektedir (Anon, 1987).

Tablo 7.1- İçinde VDT bulunan bürolar için maksimum ışıklılık oranları*

Kâğıttan oluşan görsel iş parçaları ile yakın VDT ekranı arasında	3'e 1
Görsel iş parçası (kâğıt ya da VDT) ile yakın karanlık çevre arasında	3'e 1
Görsel iş parçası (kâğıt ya da VDT) ile yakın aydınlık çevre arasında	1'e 3
Görsel iş parçası (kâğıt ya da VDT) ile daha uzak karanlık yüzeyler arasında	10'a 3
Görsel iş parçası (kâğıt ya da VDT) ile daha yakın aydınlık yüzeyler arasında	1'e 10

* VDT'nin ışıklılığı, burada harflerle dolu bir ekranın ortalama ışıklılığı olarak alınmıştır.



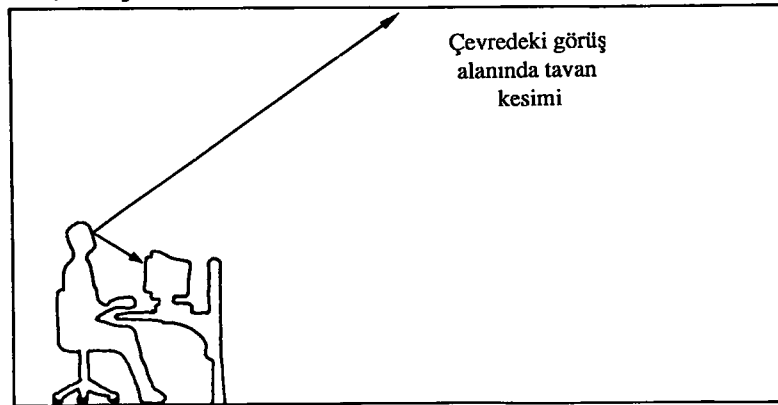


Şekil 7.1- Bir VDT çalışma noktası için önerilen maksimum ışıklılık oranları. Çizgilerle birleştirilmiş olan değerler, çeşitli yüzeyler arasında önerilen maksimum ışıklılık oranlarını göstermektedir (Anon, 1997)

7.2. TAVANDA IŞIKLILIK SINIRLAMALARI

VDT görsel iş parçaları, ekrana bakarken yatay bir görüş çizgisi gerektirir. Bundan dolayı, geniş hacimlerde tavanın büyük bir bölümü görüş alanı içine girebilir. Bu nedenle konforsuzluk kamaşmasını önlemek için tavan düzleminde ışıklılığın sınırlandırılması önemlidir.

Çoğu kişi, ekrana yatay olarak bakarken çevre görüş alanlarında, dikeyden 45 derecelik açıyla tavanı görmeye başlar. 55 derecelik açıda, tavanın küçük bir bölümü çevre görüş alanında görülmeye başlar; 65 derecede de oldukça geniş bir bölüm görülebilir. Bu nedenle 55 derecelik ya da daha büyük açılarla görülen ışıklılığı sınırlandırmak uygun bir yaklaşım olur (Bkz Şekil 7.2).



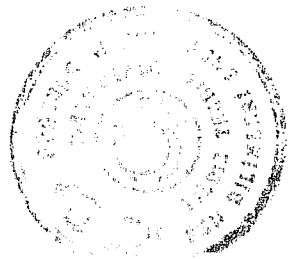
Şekil 7.2- Bir VDT'yi görmek, genellikle yatay bir görüş çizgisi gerektirir, bu nedenle, tavanın büyük bölümü çevredeki görüş alanı içine girecektir (Anon, 1997)

7.3. AYDINLIK DÜZEYİ DEĞERLERİ

Bazı büro işleri, ekrana sürekli olarak bakmayı gerektirir. Örneğin yaratıcı yazarlık, telefonla yapılan rezervasyonlar; bilgisayarla yapılan bilimsel ya da mühendislik çalışmaları. Bu gibi durumlarda, kâğıt üzerindeki görsel iş parçaları için uygun olan aydınlık düzeyi önemli değildir; 200 lüks değerindeki aydınlık düzeyi uygun olacaktır. Bazı büro işleri ise ekrana ancak kesintili bakılmasını gerektirir. Genelde büro işlerinin çoğu, bir yandan bilgisayar ekranına kesintili olarak bakarken diğer yandan da kâğıt üzerindeki görsel iş parçasına bakmayı gerektirir; örneğin, yazı işlemi, siparişlerin girilmesi ya da sayısal analiz. Ancak VDT'lere arada bir bakıldığı durumlarda, kâğıt üzerindeki daha zor iş parçaları için daha yüksek değerde aydınlık düzeyi daha uygun olabilir.

Genel aydınlatma için gerekli olan aydınlık düzeyi, iş parçasının yakın çevresindeki alanlara uygun aydınlık düzeyini sağlamak amacıyla VDT ekranının ortalama ışıklılığıyla eşgüdümlemelidir. Pek çok VDT ekranı üzerinde yapılan alan ölçümleri, metre-kare başına 15 ile 85 kandelalık bir dağılımın bulunduğunu göstermiştir. VDT ekranının ortalama ışıklılığı, arka planı, karakterleri ve hacim yüzeylerindeki yansımaları kapsar. Bu ışıklılık, nokta, nokta ışıklılıkölçer kullanılarak ve bilgisayarı kullanan kişinin görüş çizgisi hizasında kalmaya dikkat edilerek, karakterle dolu birkaç alanı ölçüp bunların ortalamasını alarak hesaplanabilir. Işıklılık oranları (7.1) için verilen öneriler, görsel iş parçasının yakın çevresindeki alanın iş parçası alanındaki ortalama ışıklılığın üçte biriyle üç katı arasında bir ışıklılık değeri alması gerektiğini göstermektedir (Bkz Şekil 7.1). Bu sınırlar, gözün birbirinden önemli ölçüde farklı ışıklılık düzeylerine sürekli uyarlanmaya çalışırken çektiği zorlanmayı azaltmak için önerilmiştir.

Tablo 7.2 VDT'deki ortalama ekran ışıklılığı ile bir dizi yüzey yansıtma çarpanı için uygun yatay komşu ışıklılığı sağlamak için gerekli aydınlık düzeyi arasındaki bağıntıyı göstermektedir. 300-500 lükslük bir aydınlık düzeyinin, VDT ekranındaki ışıklılık dizisinin en alttaki değeri dışında doyurucu bir komşu alan ışıklılığı sağladığı görülecektir. Bu da, düşük ortalama ışıklılığı olan VDT'leri 15 cd/m^2 'lik dizilerde kullanmaktan kaçınmanın iyi olacağını göstermektedir.



Tablo 7.2- Çeşitli VDT ekranlarıyla komşu yüzeyler arasında 1:3 ve 3:1'lik ışıklılık oranlarını sağlamak üzere gerekli olan aydınlık düzeyleri

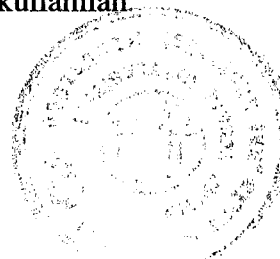
1 VDT ortalama ekran ışıklılığı (cd/m ²)	2 Komşu yüzey ışıklılığı (cd/m ²) 1:3 için	3 Komşu yüzey ışıklılığı (cd/m ²) 3:1 için	4 Komşu yüzeylerin yansıtma çarpanları	5 Sütun 2 ve 3'te gösterilen komşu yüzey ışıklılığını sağlayacak aydınlık düzeyi (lüks)	6	7 300 lüks istenen aydınlık düzisinin içinde	8 500 lüks istenen aydınlık düzisinin içinde	9 750 lüks istenen aydınlık düzisinin içinde	10 1000 lüks istenen aydınlık düzisinin içinde
17	5.8	51	Kâğıt 0.8 Kâğıt 0.6 Masa 0.45 Masa 0.25	20 30 40 70	190 250 330 600	Evet Evet	Evet		
51	17	153	Kâğıt 0.8 Kâğıt 0.6 Masa 0.45 Masa 0.25	60 80 110 200	560 750 1000 1800	Evet Evet Evet Evet	Evet Evet Evet Evet	Evet	Evet Evet Evet
85	28.2	255	Kâğıt 0.8 Kâğıt 0.6 Masa 0.45 Masa 0.25	100 140 180 330	940 1250 1670 3000	Evet Evet Evet	Evet Evet Evet Evet	Evet Evet Evet Evet	Evet Evet Evet Evet

Tablo 7.2 aynı zamanda VDT ekranının ortalama ışıklılığı ile çeşitli komşu yüzeyler arasındaki 1:3'lük ışıklılık oranını koruma çabasında, aydınlık düzeyi için bir üst sınırın belirlenmesi gerektiğini göstermektedir. 750 lüks'lük bir sınır, VDT ekranındaki ışıklılık oranının en alt değeri dışında iyi sonuç vermektedir (Bkz. Sütun 6, Tablo 7.2). Düşük VDT ekran ışıklılığının kaçınılmaz olduğu özel durumlarda daha düşük bir üst sınır değeri kullanılmalıdır.

Ekran ışıklılığının üst değerlerinde ve kâğıt üzerindeki iş parçasının zor olduğu durumlarda, iş parçasının aydınlık düzeyi 750 lüks'ten fazla olabilir. Bu gibi durumlarda, bölgesel aydınlatma yoluyla ek aydınlık sağlanmalı ve genel aydınlık düzeyi 750 lüks'ten fazla olmamalıdır.

Bazen, VDT ekran yüzeylerinden gelen yansımaları sınırlandırmak üzere 750 lüks değerinde bir genel aydınlatma önerilir. Bu gibi yansımalar, VDT ekran yüzeylerinin ışıklılığını artırarak karakterler ile arkaplan arasındaki karşıtlığı azaltmakta bunun sonucunda da görsel verimin düşmesine neden olmaktadır.

Kâğıt üzerindeki görsel iş parçalarını aydınlatmak için kullanılan genel aydınlatmaya bir alternatif, her çalışma noktasında bölgesel aydınlatma sistemi ile birarada kullanılan



ve oldukça düşük aydınlık düzeyi sağlayan bir aydınlatma sistemidir. Bu aydınlatma yöntemi, uygun bir şekilde tasarımılandığı zaman, ekran üzerinde dikkat dağıtıcı ışıklılığı azaltırken kâğıt üzerindeki iş parçaları için yeterli aydınlık düzeyini sağlamak gibi bir yarar da getirmektedir. Bölgeik aydınlatma kaynakları ve bunların yerleştirileceği yerler, komşu ekranlarda ışıklılık yansımalarına neden olmayacak şekilde seçilmelidir. Bölgeik aydınlatma kullanıldığında, yapılan işin niteliğine bağılı olarak genel aydınlığı, 200 ile 300 lükse düşürmek mümkündür (Anon, 1997).

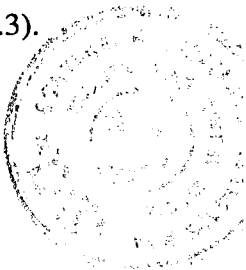
7.4. GENEL AYDINLATMANIN VDT GÖRSEL İŞ PARÇASI ÜZERİNDEKİ ETKİSİ

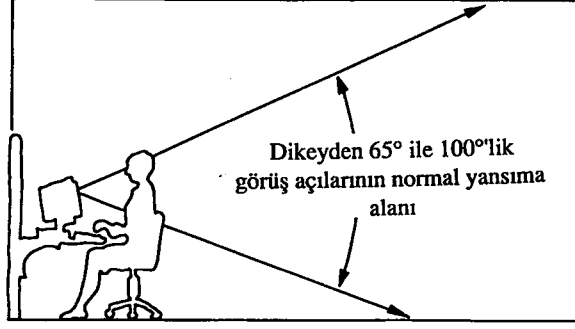
Genel aydınlatma, görsel iş parçasının görülebilirliği açısından sorunlara yol açabilir. Genel aydınlatmanın, kullanıcının bilgisayar ekranını görmesini nasıl etkilediğine özel bir dikkatle eğilmek gerekmektedir. VDT ekranlarının çoğunda, çevredeki mekânların imgelerini yansıtan cilalı ya da parlak karanlık yüzeyler vardır; bu durumda kullanıcı, ışık kaynaklarının, parlak tavanların, duvarların ya da pencerelerin imgelerini ekranda parlak ışık lekeleri biçiminde yansımış olarak görebilir. Bu parlak lekeler, ekrandaki harflerin üzerine gelen karşıtlığı azaltır ve ayırt edilmesi zor bir arka plan ortaya çıkar. Bu durumda da görülebilirlik azalır.

Uzaktaki bir nesnenin imgesinin ekranda yansımaları da başka bir sorun oluşturmaktadır. Kullanıcı dikkatini bu imgeye odakladığında, gözleri görsel iş parçası ya da ekrandaki harflere odaklanmaz. Bu gibi etkiler, VDT kullanıcılarının karşı karşıya kaldıkları görülebilirlik zorluklarının başlıca nedenidir; bundan dolayı, bu etkilerin ortaya çıkmasını engellemek ya da hiç değilse en aza indirmek için genel aydınlatma tasarımlarına özel bir dikkatle yaklaşmak gerekmektedir.

Negatif karşıtlık (açık renk arka plan üzerinde koyu renk karakterler) ekranlarında yansımalar koyu renkli karakterlerin karşıtlığında azalma yaratsa da, bu tür karakterler dikkati diğerleri kadar dağıtmaz, çünkü açık renk arka plan üzerinde düzgün yansımalar olarak görülmeleri daha zordur. Son günlerde, genellikle pozitif karşıtlık ekranları tercih edilmektedir, çünkü negatif karşıtlık ekranları daha pahalıdır ve titreşme olayı bu ekranlarda daha baskın olarak ortaya çıkmaktadır. Bu nedenle, bu bölümdeki koşullar, pozitif karşıtlık ekranları düşünülerek verilmiştir.

Küçük hacimlerde, tavan düzlemindeki ışıklılığın VDT ekranında yansımaları neden olması pek olası değildir. Dikeye yakın konumdaki bir ekranda, kullanıcı büyük olasılıkla tavanın hiçbir kesimini ekrana yansımış olarak görmeyecektir (Bkz. Şekil 7.3).





Şekil 7.3- Küçük bir odada, tavan düzlemindeki ışıklılığın VDT ekranından görülmesi pek olası değildir.

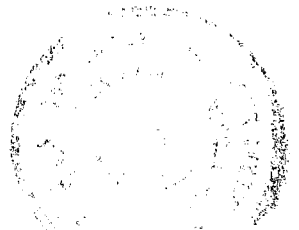
7.5. DOLAYSIZ AYDINLATMA SİSTEMİ İLE İLGİLİ VERİLER

Dolaysız aydınlatma sağlamanın en yaygın yöntemi, ışıklarını doğrudan aşağıya, çalışma yüzeylerine veren ve düzenli aralıklarla yerleştirilmiş ışık kaynakları kullanmaktır. Bu ışık kaynakları tavana asılmış, yüzeye takılmış ya da gömülü olabilir (bu en yaygın yöntemdir). Ancak bu kaynaklar saydam yayıcılar, mercekler ve parabolik paletlerle denetim altına alınmalıdır.

7.5.1. Yayıcılar (Diffusers)

Beyaz yayıcısı olan bir ışık kaynağı, ışığı yayıcının yüzeyine oldukça eşit bir biçimde yaymaktadır. Yayıcının kapladığı alan, lambaların kapladığı alandan çok daha büyük olduğundan, bu durumda ortalama ışıklılık çıplak lambaların kullanıldığı duruma göre çok daha düşük olacaktır; bununla birlikte yayıcılar kullanıldığında, ışıklılık bütün görüş açılarında neredeyse sabit kalmaktadır. Işıklılık, yataya yakın görüş açısından da doğrudan ışık kaynağına bakarken olduğu kadar yüksektir. Nitekim, büyük bir mekânda yatay düzlemden bakmakta olan biri, tavanda çok sayıda parlak leke göreceğinden bu konforsuzluk kamaşmasına yol açabilir. Mekânda bulunan VDT'ler, parlak lekeleri kullanıcının gözüne yansıtabilir. Kullanıcı, bu yansımaları VDT ekranının bir ucundan diğerine yayılmış bir dizi parlak leke olarak göreceğinden ekrandakilerin görülebilirliği azalmaktadır.

Küçük bir mekânda, yatay yöne bakmakta olan biri, konforsuzluk kamaşmasından yakınmayacaktır, çünkü ışık kaynakları neredeyse onun tam tepesinde ve çevre görüş alanının dışında kalacaktır. Işıklılık yukarıda bulunduğundan, neredeyse dikey konumda olan bir VDT ekranı, tavana takılmış ışık kaynaklarının yansımalarını göstermeyebilir. Bu nedenle, içinde VDT bulunan küçük mekânlar için yayıcı ışık kaynaklarının kullanılması uygun olacaktır.



7.5.2. Prizmalı Mercekler (Prismatic Lenses)

Genel aydınlatma için doğrudan ışık veren ışık kaynaklarında kullanılan prizmalı mercekler, içlerinde küçük prizmalardan ya da başka türde yön değiştirici öğelerden oluşan düzenekler bulundurur. Bunlar, ışığın yönünü değiştirme ve içten yansıtma yoluyla dikeyden 60° ile 90°'lik açılarla ayrılan yataya yakın görüş açılarında ışık kaynağı veriminin ışıklılığını azaltmaktadır. Bu özellikleri, bu açılarda görüş alanında çok sayıda ışık kaynağının bulunduğu daha büyük mekânlarda ışık kaynağından gelen kamaşma etkisini azaltmakta etkili olmaktadır. Aynı özellik, ekranda görülen yansımış ışıklılığı azaltmakla birlikte, mercekli ışık kaynaklarının çoğu, ışıklılıklarını, yatayla yataydan 30°'lik sapma arasında VDT ekranında parlak bir imge oluşmasını önlemeye yeterli ölçüde düşürememektedir.

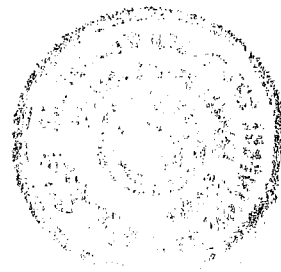
7.5.3. Kutuplaştırıcılar (Polarizers)

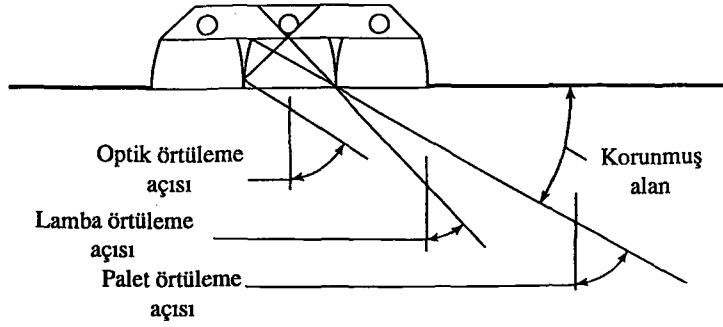
Kutuplaştırılmış ışık, yansımadan kaynaklanan kamaşmayı azaltabilir. Bununla birlikte, özgül uygulamalar konusunda genellemelere gitmek zordur, çünkü bu uygulamanın getireceği yararlar kutuplaştırmanın derecesine, ışık kaynağı-ış parçası-göz geometrisine, bu arada ış parçası yüzeyinin düzgün yansıma özelliğine bağlıdır. Kutuplaştırıcı gereçler kullanılan ışık kaynaklarının ışıklılığı, 7.2'de önerilen kısıtlamalara uyularak belirlenmelidir.

7.5.4. Parabolik Paletler (Parabolik Louvers)

Düzgün yansıma yapan cilaları olan bir parabolik paletler ızgarasıyla korunmuş ışık kaynakları, ışıklılığı tam olarak denetleyebilir (Bkz. Şekil 7.4). Paletin ızgarasının içinde, parabolik yansıtıcılar biçiminde duvarları bulunan bir dizi petek vardır. Bu peteklerin boyutları 10x10'undan 300x300 mm'ye kadar değişebilir.

Daha küçük boyutlu petekler, çoğunlukla bastırarak kalıplaşma sonra da vakum metalleme yoluyla alüminyum kaplama yöntemiyle yapılır. Daha büyük petekler, çoğu zaman anodize edilmiş alüminyum yansıtıcı levhalardan üretilir. Bu tiplerden herhangi biri düzgün yansıma yapan bir cila ile kaplandığında, ışık dağılımını öylesine denetleyebilir ki bu kaynaktan çıkan ışık, hiçbir zaman paletin örtüleme açısından daha büyük açılarda gönderilmiş olmaz. Böylelikle, örtüleme açısından daha büyük görüş açılarındaki (korunmuş alanda), paletten VDT ekranlarında dolaysız ya da yansımayla kamaşmaya yol açacak ışıklılık yayılmaz (Bkz. Şekil 7.4).

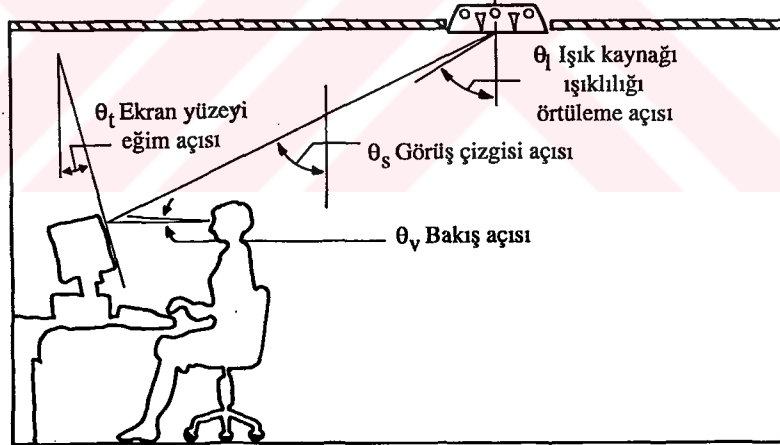




Şekil 7.4- Düzgün yansıma yüzeyi olan bir parabolik palet,eğimli kanatlarına gelen bütün ışığı, paletin örtüleme açısına eşit ya da daha dar bir açı ile yansıtır (Anon, 1997).

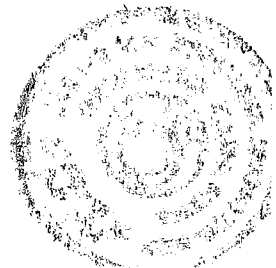
7.5.4.1. Örtüleme Açısının Belirlenmesi

Koyu renk arka planı olan bir VDT ekranında ışık kaynağının yansımasından kaynaklanan kamaşmanın derecesi,bu kamaşmanın ışık kaynağının ışıklılığına dikeyden hangi açı ile geldiğine ve ekranın kullanıcı tarafından hangi açı ile görüldüğüne bağlıdır. Bu açıda ışık kaynağının ortalama ışıklılığının, VDT ekranlarında istenmeyen ışıklılık yansımalarının önüne geçilebilmesi için 350 cd/m^2 'den fazla olmaması önerilir. Şekil 7.5, görüş çizgisi açısını göstermektedir (Anon, 1997).



Şekil 7.5- Bakış açısı θ_v ekranda tavan yansımasının görüldüğü görüş çizgisini belirler. Genelde hesaplamalar sonucunda bulunan minimum görüş çizgisi açısı, θ_s , maksimum ışık kaynağı ışıklılığını örtüleme açısını engellemek için, örtüleme açısı θ_l , görüş çizgisi açısı θ_s 'nin değerini aşmamalıdır (Anon, 1997).

Çoğu durumda, görüş çizgisi açısı dikeyden 65° 'den fazla pekçok durumda da, dikeyden 75° 'den fazladır (Bkz. Ek 6). Işık kaynağının ışıklılığı örtüleme açısı θ_l , görüş çizgisi θ_s açısından daha darsa (Bkz. Şekil 7.5) VDT ekranında istenmeyen kamaşmalar



oluşmayacaktır. Bu nedenle, dolaysız aydınlatma sisteminin kullanıldığı durumlarda, VDT ekranlarında istenmeyen yansıma kamaşmalarını engellemek için 350 cd/m^2 lık ya da 75° 'den düşük ışıklılık örtüleme açısı bulunan ışık kaynakları, çoğu zaman istenmeyen kamaşmaları engellemek için kullanılabilir. Bununla birlikte, yansılardan kaçınmak amacıyla ekran eğiminin dikeye göre ayarlanması gerekebilir. Dikeyden 15° 'den fazla ekran eğim açıları için dolaysız aydınlatma sistemi uygun olmayabilir. Sistemi tasarımılamaya geçmeden önce ne gibi ekran eğim açılarının kullanılacağını deneyip görmek önemlidir (Anon, 1997).

7.5.5. Dolaysız Aydınlatma Sağlayan Işık Kaynakları İçin Işıklılık Sınırları

VDT ekranlarında Ek 6'da incelenen yansıma kamaşmalarından kaçınabilmek için, uzunlamasına, enlemesine düzlemlerde ve dikeyden 45° 'lik düzlemde ışık kaynağının ortalama ışıklılığının aşağıdaki değerleri aşmaması önerilmektedir:

- dikeyden 55° 'de 850 cd/m^2
- dikeyden 65° 'de 350 cd/m^2
- dikeyden 75° ya da daha fazla derece de 175 cd/m^2 .

Verilen bu değerler, kullanıcının bakış açısında ve eğim açısında (bakışta 5° ile 20° , eğimde 8° ile 15°) ortaya çıkabilecek çoğu değişiklik için VDT ekranında istenmeyen yansımaları önleyecektir.

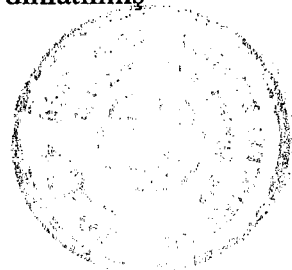
Uzunlamasına, enlemesine düzlemlerde ve dikeyden 45° 'lik düzlemde ölçülen ortalama ışıklılık, aşağıdaki ışıklılık değerlerini hiçbir zaman aşmamalıdır:

- 65° 'de 850 cd/m^2
- 75° 'de 350 cd/m^2
- 85° 'de 175 cd/m^2

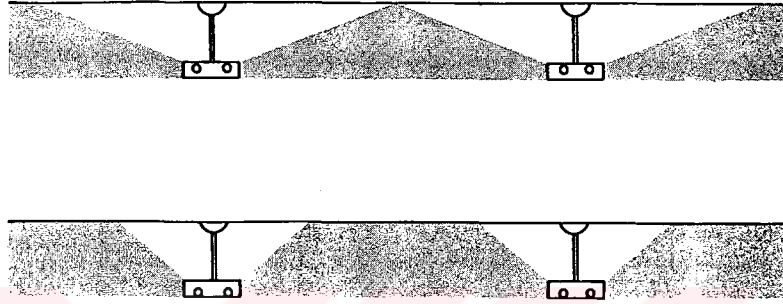
Bu değerler, VDT ekranlarına kesintili olarak bakılan alanlar için uygundur; çeşitli bakma açıları ve ekran eğimleri (bakışta 3° ile 30° , eğimde 0° ile 10°) için VDT ekranlarında oluşabilecek maskeleye yansımalarını engelleyebilir.

7.6. DOLAYLI AYDINLATMA SİSTEMİ İLE İLGİLİ VERİLER

Dolaylı aydınlatma sisteminde ışık kaynakları tavanı aydınlattığından tavanın ışıklılıklarının yansımaları VDT ekranlarının büyük bir bölümüne gelebilir. Bu nedenle, dolaylı aydınlatmanın etkili olabilmesi için, tavanın her yerinin düzgün aydınlatılmış



olması, üzerinde parlak lekelerin ya da büyük ışıklılık farklarının bulunmaması önemlidir. Tavanda parlak lekeler ya da ışıklı alanlar ortaya çıkarsa, bunlar VDT ekranına yansıyacak, iş parçasının arkasında dikkat dağıtıcı bir arka plan oluşturacak, ayrıca iş parçasındaki karışıklığın da azalmasına yol açacaktır. Bu nedenle, dolaylı ışık kaynaklarının geniş bir dağılım alanı bulunması önemlidir; böylelikle bu kaynakların ışık verimi, tavanda yüksek ışıklılık alanları ya da aşırı parlak lekeler yaratmadan her yere düzgün yayılacaktır (Bkz. Şekil 7.6).



Şekil 7.6- Dolaylı aydınlatma kaynakları, üstteki çizimde gösterildiği gibi daha geniş alana yayılan ışık dağılımı sağlamalıdır. Aşağıdaki çizimde gösterilen daha dar alandaki ışık dağılımı, parlak lekelerin oluşmasına yol açabilir.

Dolaylı aydınlatma sistemlerinin kullanılmasında aşağıdaki değerler yol gösterici olabilir:

- 1- VDT ekranında oluşabilecek rahatsız edici ışıklılık değişimlerini önlemek için, bir ışık kaynağının hemen üzerindeki tavan ışıklılığının ışık kaynakları arasında kalan tavan ışıklılığına oranı 4:1 oranını geçmemeli, ancak 10:1 oranından kesinlikle fazla olmamalıdır.
- 2- VDT ekranında konforsuzluk yaratan yüksek ışıklılık alanlarının oluşmasını önlemek için, tavanın her bir 0.60 x 0.60 m'lik alanının ortalama ışıklılığı, hangi açıdan ölçülürse ölçülsün 850 cd/m²'yi geçmemelidir (Bu sınır, VDT'de yansıyabilecek her türü pencere, duvar ya da bölme için de gözetilmelidir).

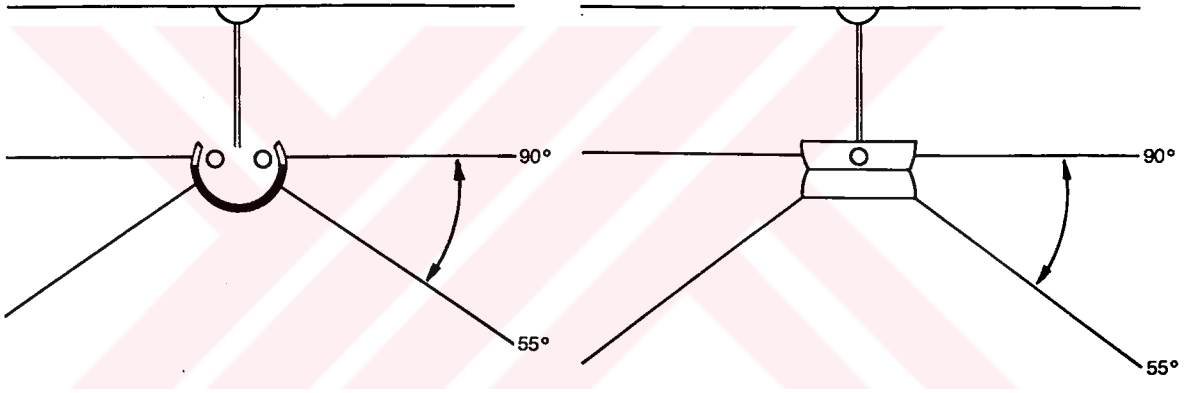
İyi tasarlanmış dolaylı aydınlatma sistemleri, VDT ekranının her türlü eğim açısı için ekrandan yansıyan ışıklılıkların oluşmasını önler. Bu durum, dikeyden 15°'yi aşan ekran açıları ya da yataya çok yakın ekran açıları için özellikle yararlıdır. Bundan başka kişisel bilgisayarlarda (PC'ler) kullanılan LCD (sıvı kristalli) ekranlar yassı ve ince olduğundan bunlar, yataya çok yakın düzlemlerdeki çalışma noktalarında giderek daha fazla kullanılabilir. Bu özellikler, görsel iş parçasında iyi bir aydınlatma yaratabilir



çünkü tavadan ve mekânın diğer yüzeylerinden her yerde eşit olarak yansıyan ışık, VDT ekranlarında parlak imgelerin oluşmasını ortadan kaldırabildiği gibi kâğıt üzerindeki iş parçalarında maskeleye yansımalarını en aza indirebilir.

Dolaylı aydınlatma sağlayan bazı ışık kaynakları, yüzeylerinde denetlenmiş bir ışıklılıkla birlikte tasarlanmıştır; bu yüzey ışıklılığı, yatayın altındaki bakış açılarından görülebilir. Yapılan deney ve incelemeler, bu ışıklılığın, mekânda bulunan kişinin ışık kaynağını aydınlık kaynağı olarak algılamasına olanak vereceğini, o mekân içinde bulunan kişinin mekân içindeki ışıklılığı algılama gücünü arttıracak ve gölgesiz, dolaylı aydınlatma sistemine yüksek ışıklılık kazandıracak olduğunu göstermiştir.

Bir ışık kaynağı, gerçekten de yatayın altına ışık yayıyorsa, o zaman dikeyden 55° ile 90° arasındaki açılarda enlemesine düzlemde ve 45° 'lik düzlemde hesaplanan ortalama ışıklılık 850 cd/m^2 'yi geçmemelidir (Bkz. Şekil 7.7).

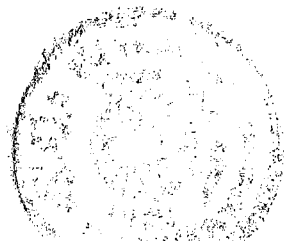


Şekil 7.7- Bir dolaylı ışık kaynağı (solda) ya da bir dolaysız-dolaylı ışık kaynağı (sağda) dikeyden 90° 'nin altında ışık gönderdiğinde, uzunlamasına, enlemesine ve 45° 'lik düzlemlerde ölçülen 55° ile 90° 'lik açılarda ortalama ışıklılık 850 cd/m^2 'yi geçmemelidir (Anon, 1997).

7.6.1. Dolaylı Aydınlatma Sisteminde Işıklılık Dağılımı

Her yerde eşit tavan ışıklılığının istenir olduğu kabul edilecek olursa, en etkin dolaylı aydınlatma sağlayan ışık kaynağı, geniş bir alana dağılım sağlayan ışık kaynağıdır. Dolaylı aydınlatma sistemlerini değerlendirirken üzerinde düşünülmesi gereken dört nokta şunlardır:

- (a) Dolaylı aydınlatma sistemi, tavanın ışık kaynaklarının hemen üstüne gelen bölümünde yüksek ışıklılık alanları oluşturmamalıdır.



- (b) Dolaylı aydınlatma sistemi, ışık kaynaklarının hemen üstünde kaynağın iki yanında olduğundan daha düşük ışıklılık (karanlık noktalar) yaratmamalıdır.
- (c) Dolaylı aydınlatma sistemi, tavanın ışık kaynağının iki yanında kalan kesimlerinde ışıklı ve karanlık şeritler yaratmamalıdır.
- (d) Sistemin ışıklılığı, yumuşak bir eğimle derece derece azalmalıdır; birden düşmemelidir ya da düzensiz bir şekilde azalmamalıdır.

Uzak alan fotometresinin sınırları gözönüne alındığında (tavana çok yakın bir yere takıldıklarında, dolaylı ışık kaynaklarının ışıklılık özelliklerinin kesin olarak önceden belirlenememesi bakımından) bilgisayarla yapılan hesaplamalarla tavan ışıklılıklarının önceden tam olarak saptanabilmesi mümkün olmayabilir; bu nedenle verimlerini değerlendiren, dolaylı ışık kaynaklarının yerinde gözlemlenmesi doğru olacaktır.

7.7 DOLAYSIZ-DOLAYLI AYDINLATMA SİSTEMİ İLE İLGİLİ VERİLER

Dolaysız-dolaylı aydınlatma sistemi, dolaysız aydınlatma ile dolaylı aydınlatmanın birleştirilmesinden oluşmakta ve her iki aydınlatma sisteminin özelliklerinde bir şeyler taşımaktadır.

Dolaysız aydınlatmadan gelen gölgeleme etkileri, dağınık dolaylı ışık aracılığıyla yumuşatılır. Tavandan gelen dolaylı ışık, aydınlık düzeyinin sadece yarısını oluşturduğunda, tavan ışıklılığı, bütünüyle dolaylı aydınlatma sistemindeki ışıklılığın yaklaşık yarısı kadardır. Dolaysız, dolaylı ve dolaysız-dolaylı aydınlatma sistemlerini karşılaştırmak olarak ele alan bir inceleme, bilgisayar kullanılan işyerlerinin aydınlatma sisteminde %50'den %65'e dolaysız aydınlatmayı %50'den %35'e dolaylı aydınlatmaya tercih ettiklerini ortaya çıkarmıştır.

Bütünüyle dolaylı aydınlatma sisteminde olduğu gibi, tavanın her yerinde eşit değerde ışıklılık elde etmek için yukarıya doğru verilen ışık geniş bir alana yayılmalıdır. Bir ışık kaynağının hemen üstündeki tavan ışıklılığının ışık kaynakları arasında kalan tavan ışıklılığına oranı, 4:1'i geçmemeli ancak hiçbir durumda 10:1'in ötesine de geçmemelidir. Yine, bütünüyle dolaylı aydınlatma sisteminde olduğu gibi, sarkıtılmış ışık kaynakları, VDT ekranında aydınlatılmış tavanın üzerinde silüetler biçiminde görülebilir; bu nedenle, ışık kaynağının aşağı doğru bakan aydınlatma yüzeyinin ışıklılığı, tavanın ışıklılığı ile bağıntılı olmalıdır. Tavan için 850 cd/m²'lik bir ışıklılık önerildiğinde, ışık kaynağının aşağı doğru ışık veren her bileşeni için de aynı koşul geçerlidir.



Dikeyde 0° ile 55°'lik açılarda ışık kaynağı ışıklılığı VDT'de yansımış olarak pek görülmeyeceğinden, 850 cd/m²'lik sınırlandırma sadece dikeyden 55° ile 90°'lik açılar için geçerlidir. Tavanın ışıklılığı bütünüyle dolaylı aydınlatma sağlayan sistemin ışıklılığının yarısı kadar olabileceğinden, dolaysız ışık veren bileşenin ışıklılık değerinin önerilen en yüksek değerden az olması yararlı olacaktır.

7.8. BÖLGELİK AYDINLATMA İLE İLGİLİ KOŞULLAR

Günümüzde aydınlatma konusunun temel kavramlarından biri bölgesel aydınlatma olarak adlandırılır. Bu kavram, dikey bölmelerin, mobilyaların içine yerleştirilen rafların ve dolapların yarattığı gölgeleme etkileri nedeniyle genel aydınlatmadan çoğu zaman yeterince ışık alamayan çalışma yüzeylerini aydınlatmada özellikle yararlı olmaktadır.

Monitörlerin kullanıldığı bir iş yerinde, genel aydınlatmadan gelen düşük aydınlık düzeyi çoğunlukla istenir bir özelliktir. İş parçasının aydınlatılması yararlı olabilir, çünkü bu tür aydınlatma, genel aydınlatmanın daha düşük bir düzeyde tutulmasına olanak verirken, kağıt üzerindeki görsel iş parçaları için gereken aydınlık düzeyini sağlayabilir.

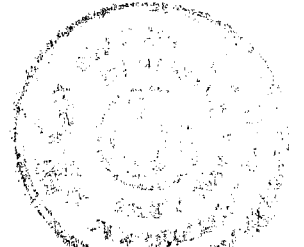
Bölgesel iş parçası aydınlatmasında üç yol vardır:

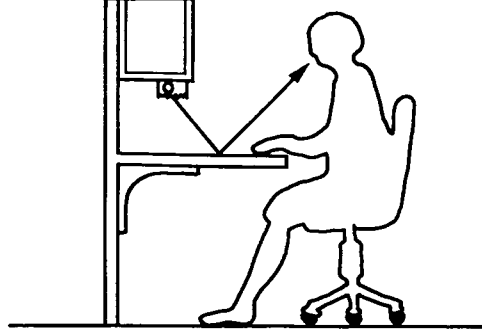
- İş parçasının sabit ışık kaynağı ile aydınlatılması,
- İş parçasının hareket ettirilebilir ışık kaynağı ile aydınlatılması,
- İş parçası yüzeyinin dikey olarak aydınlatılması (belge tutucuya takılan ışık kaynağı).

7.8.1. İş Parçasının Sabit Işık Kaynağı ile Aydınlatılması

İş parçasının sabit ışık kaynağı ile aydınlatılmasında kullanılacak ışık kaynağının takılacağı en doğru yer, bir dolabın ya da rafın altı (Bkz. Şekil 7.8) ve çalışma masasının hemen üstüdür. Bu gibi konumlar, çoğunlukla zararlı bölgenin içinde bulunduğu, çalışma yüzeyi üzerinde bazı noktalarda maskeleme yansımaları oluşur. Bu etki, optik denetimlerle azaltılabilir ya da bütünüyle ortadan kaldırılabilir. Özel bir mercekle, dik açıyla gelen ışıkları keserek iş parçasının iki yanına, maskeleme yansımalarına neden olmayacak açılarla düşmesini sağlamaktadır.

Buna bir alternatif olarak, çalışma yüzeyinin bir ucunda ışığı asimmetrik dağıtan tek bir ışık kaynağı kullanılabilir; ya da çalışma yüzeyinin her iki ucuna birer bölgesel ışık kaynağı yerleştirilebilir. Her iki durumda da, görsel iş parçasının çalışma yüzeyinin merkezinde tutulması gerekecektir.





Şekil 7.8- İş parçası aydınlatması için en doğru yer dolabın ya da rafın altıdır; bununla birlikte bu konum maskeleme yansımalarına yol açabilir.

Bölgelik aydınlatma hiç bir kullanıcının ekranında, dolaysız ya da yansımaya kamaşmaya neden olmamalıdır. Bu tür aydınlatmanın -genel aydınlatma sisteminde- çalışma yüzeyinde 200 ile 300 lüks aydınlık düzeyi olduğu varsayılırsa çalışma yüzeyinde 300 ile 450 lüks değerinde aydınlık düzeyi sağlanması gerekmektedir.

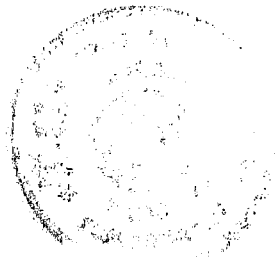
Çalışanın, çalışma yüzeyi ışıklılığı ile VDT ekranındaki ışıklılığı dengeleyebilmesini sağlayacak dimmer sistemi de devreye sokulabilir. Böylece, rahat çalışmayı sağlayacak ışıklılık oranları elde edilebilir.

7.8.2. İş Parçalarının Hareket Ettirilebilir Işık Kaynakları ile Aydınlatılması

Daha küçük boyutlarda bir bölgesel ışık kaynağı ayarlanabilir bir kolun üzerine takılabilir; böylelikle ışık kaynağı, kullanıcının elinde bulunan işe uygun biçimde hareket ettirilebilir. Bu tür ışık kaynağının tek el ile hareket ettirilmesi kolay olmalı ancak aygıt kolunun hareketi sınırlı tutulmalıdır; aksi takdirde çalışanlar dolaysız veya yansımaya kamaşmadan etkilenebilir. Bu tür ışık kaynağı -çalışma yüzeyinde genel aydınlatmadan 200 ile 300 lüks aydınlık düzeyi olduğu varsayılırsa -ışık kaynağı merkezin 380 mm altında ve ötesinde çalışma yüzeyinin yandaki merkez çizgisine doğru 300 ile 450 lüks değerinde aydınlık düzeyi sağlanmalıdır.

7.8.3. Belge Tutucuya Takılan Işık Kaynağı

Bilgilerin girilmesinde kolaylık sağlamak üzere VDT ekranının hemen yanında dikey bir belge tutucu kullanılabilir. Genel aydınlatma, bu dikey yüzeyi aydınlatmada yeterli olmayabilir. İş parçası ışık kaynağı, belge tutucuya takılabilecek ayrı bir birim olabileceği gibi tutucunun içine yerleştirilmiş de olabilir. Her iki durumda da tasarım, iş parçasının yüzeyinde 1 ile 5 çeşitlemesini aşmayacak ve her yerde düzgün yayılmış bir aydınlık düzeyi sağlamalıdır.



0.75 yansıtma çarpanı olan iş parçası yüzeyleri için, herhangi bir noktadaki ışıklılık ekranın ortalama ışıklılığının 3 katını aşmamalıdır.

VDT ekranında ortalama ışıklılık değerinin 50 cd/m^2 olduğu varsayılırsa, kağıt yüzeyinin ışıklılığı 150 cd/m^2 'yi aşmamalıdır. Dikey belge tutucu, VDT ekranına çok yakın bir yere konur, bu nedenle ikisi arasındaki 3:1'lik oran özellikle önemlidir. Belge tutucu için bir dimmer aracının kullanılması yararlı olabilir, çünkü çalışanın, iş parçası üzerindeki ışıklılık ile VDT ekranındaki ışıklılık arasında kendisine rahat gelecek bir denge kurmasına olanak verir.

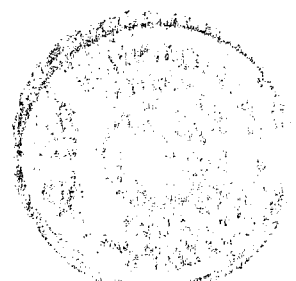
7.9. GÜNIŞIĞININ DENETLENMESİ İLE İLGİLİ KOŞULLAR

Estetik veya duygusal açıdan ne denli çekici olursa olsun günüşiği, uygun biçimde denetlenmeyen bir çalışma ortamında sorunlara yol açabilir. Bu sorunlar, pencerelerin ve çatı pencerelerinin çoğu zaman yarattığı yüksek ışıklılık nedeniyle ortaya çıkmaktadır. Bu yüksek ışıklılık VDT iş parçalarıyla biraraya geldiği zaman iki nedenden ötürü güçlük yaratıcı olabilir:

- 1- VDT'ye bakarken, görüş alanının içindeki bir pencere, ekran ile pencere arasında kabul edilemeyecek ölçüde yüksek ışıklılık oranlarına yol açabilir.
- 2- Pencereler ya da çatı pencereleri, VDT ekranında yansiyarak kamaşmaya neden olabilir; bu da dikkatin dağılması ve karşıtlığın azalması gibi sonuçlara yol açar.

7.9.1. Günüşiği Işıklılığının Engellenmesi

VDT ekranında ortaya çıkan yüksek ışıklılık oranlarına ve yansıma kamaşmalarına getirilecek çözümler benzerlik gösterir; bu çözümler, ya doğrudan görüşü, pencerelerin, çatı pencerelerinin yansımış görüntülerini engelleme biçiminde olur ya da pencerenin çatı penceresinin ışıklılığını denetlemek biçiminde olur. Engelleme, çalışma yerindeki panellerin yerleştirilişi nedeniyle rastlantısal olarak kendiliğinden oluşabilir veya planlanarak yapılabilir. Genelde paneller, yeterince yüksek oldukları ve VDT'nin arkasına yerleştirildikleri zaman çalışanın pencereyi doğrudan görmesini engelleyebilir. Çalışanın arkasına yerleştirildiği zaman ise paneller, VDT ekranında yansıyan pencere imgelelerini engelleyebilir.



7.9.2. Pencere Işıklılığının Denetlenmesi

Pencere ışıklılığının denetlenmesi, perdeler, storlar, dikey ya da yatay paletler kullanılarak sağlanabilir. Perdelerin ya da storların ışık geçirgenliği düşük olmalıdır. Bununla birlikte, perdeler ya da storlar, günışığını ve dışarının görünmesini bütünüyle engelleyerek pencerenin işlevini yok edebilir.

Dikey paletler, bir yandan yönlendirilmiş ışıklılık denetimi sağlarken, bir yandan da dışarının görülmesine olanak verir. Yatay paneller ise (yatay düzlemde) bütün yönlerde ışıklılık denetimi sağlarken, tavana ışık yansıtacak biçimde ayarlanabilir. Işığın dağılması, çalışanlara dış dünya ile bir ölçüde bağlantı kurma olanağı sağlar. Dikey storların monitörlerde dolaysız kamaşmaya ve ışıklılık yansımalarına yol açma olasılığı daha yüksektir, çünkü bunlar ışıklılığı yalnızca bazı görüş açılarından denetleyebilir. Hem dikey hem de yatay storlar dikkatle ayarlanmalıdır; çünkü kısmen açık oldukları zaman VDT ekranına yansydıklarında çok rahatsız edici desenler oluşturabilirler.



8- MONİTÖRLE ÇALIŞILAN ORTAMLARDA İYİ GÖRME KOŞULLARININ SAĞLANMASI İÇİN GEREKLİ GÖRSEL GEREKSİNİMLER VE KULLANILABİLECEK BİR YAKLAŞIM

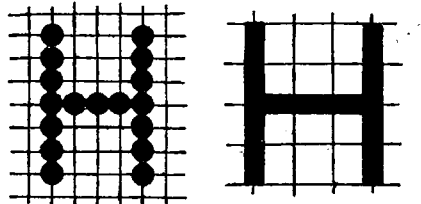
Monitörlerin insan ve elektronik dünya arasında bir köprü oluşturmaları nedeniyle bilgisayar kullanıcılarının gerekli işleri gerçekleştirmeleri, kendi yetenekleri ile VDU'ların özelliklerinden etkilenmektedir. Ayrıca monitör ve kullanıcı bulundukları ortamdan etkilenirler. Bu nedenle monitörde çalışılan ortamlarda iyi görme koşullarının sağlanması için bilgisayar, kullanıcı ve görsel çevre öğelerini göz önünde bulundurmak gerekmektedir.

8.1. EKRAN GEREKSİNİMLERİ

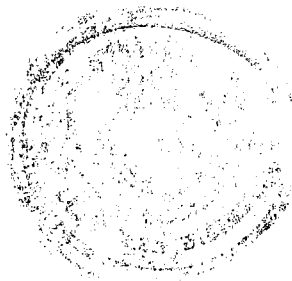
İş verimine destek olmak ve bilgisayar kullanıcılarının rahatsızlık, yorgunluk gibi yakınmalarından kaçınmak için iyi nitelikli bir bilgisayar ekranı gereklidir. Eğer ekran iyi nitelikli değilse çevrede yapılacak hiçbir düzenleme bunu engelleyemez. İyi nitelikli bir bilgisayar ekranı imgeleri net, keskin ve dengeli bir şekilde yansıtan, aynı zamanda ekran üzerindeki herşeyin istenen görme uzaklığında ve rahatsız olmadan kolayca okunabildiği ekrandır.

8.1.1. Karakter Oluşumu

Pekçok ekranda karakterler nokta veya kısa çizgi matrislerinden oluşur (Bkz. Şekil 8.1). Farklı nokta veya çizgileri ışıklı hale getirerek değişik karakterler oluşturulabilir.

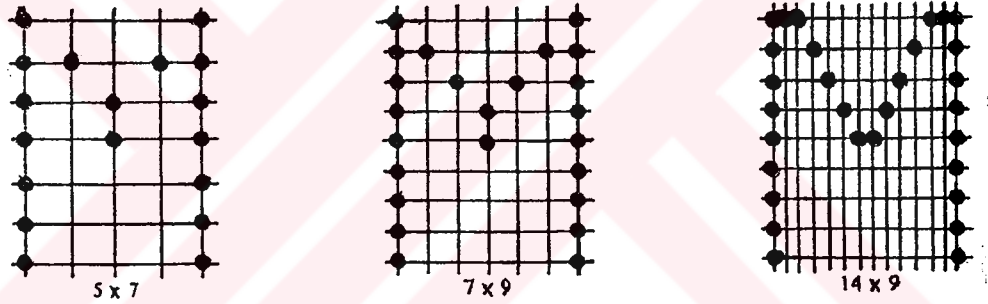


Şekil 8.1- 5x7 nokta matris ile 4x5 çizgi matrisinden oluşturulan H harfi



Farklı karakterlerin okunabilirliği matrise yerleştirilmiş olan nokta veya çizgi sayısı ile bunların aralıklarına bağlıdır. Eğer bir düzenlemede nokta veya çizgilerin sayısı çok az ve aralıkları geniş ise okunabilirlik azalmaktadır. Nokta matrisli karakter oluşumu için 5×7 matris minimum kabul edilebilir ölçüdür. 7×9 veya 9×13 matrisi ise kesinlikle daha okunabilir olacaktır. Çizgili matrisin oluşumu için 4×5 minimum kabul edilebilir ölçüdür. Daha büyük matrisler daha okunabilir karakter oluşturacaktır.

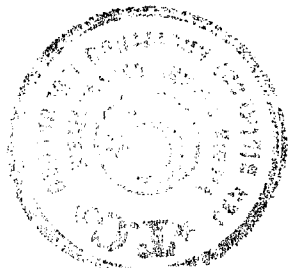
Matris büyük alındığı zaman bile nokta ve çizgilerin alışılmış konumları aslında çok garip şekilli karakter oluşturabilir. Bu sorundan kaçınmak için karakterleri okunabilir kılmak üzere çok değişik teknikler geliştirilmiştir. Çok sık kullanılan bir teknik matrisin yatay boyutunu ikiye katlamak başka bir deyişle matrisin fiziksel boyutunu değiştirmeden noktalı matrisi 7×9 'dan 14×9 'a çıkarmaktır. Yatay boyuta eklenen noktalar eğimli çizgilerin oluşumuna neden olmakta bu da bazı karakterlerin daha doğal görünmesini sağlamaktadır. Şekil 8.2 daha geniş noktalı matris ve karakter artışının karakter oluşumundaki etkisini göstermektedir.



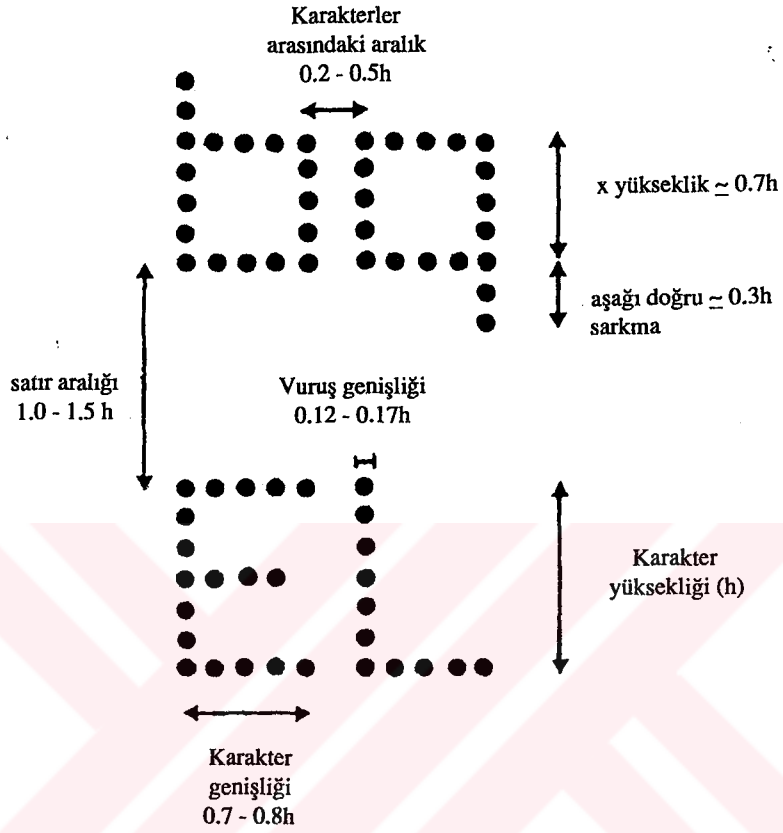
Şekil 8.2- Nokta matris boyutu ve karakter artışının karakter oluşumundaki etkisi

8.1.2. Karakter Boyutu

Her matris için iyi okunabilirlik minimum ve maksimum boyut arasında sağlanmaktadır. Minimum boyut bundan daha küçük boyutlu olan karakterler okunamadığından gereklidir. Maksimum boyut ise bundan daha büyük karakterlerin oluşturduğu grupların okunması zorlaşmış tek tek karakterlerin görünüşü parçalanarak nokta ve çizgilerden oluşan birtakım gruplar ortaya çıkacağından gereklidir. Karakter boyutu kullanıcının gözünde o karakterin yansıma açısı tarafından dile getirilir. Tercih edilen karakter boyutu karakter yüksekliği açısından 15 ile 22 min arc (Cakir et al., 1980; Benz et al., 1981)'lık bir oran diğer karakter boyutları ise Şekil 8.3'de gösterilen oranlarla ayarlanmaktadır. Verilen oranlar içinde en kolay okunacak karakter boyutu



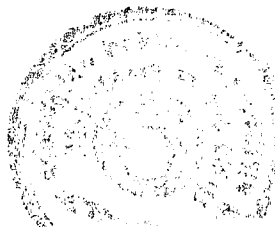
karakter oluşturma yöntemine göre değişmektedir.



Şekil 8.3- Bilgisayar ekranındaki karakterler için boyut ve satır aralığı gereksinimlerinin bir özeti

8.1.3. Karakterler Arası Boşluk

Karakterler arasındaki boşluğun ekranın kolay okunabilirliği üzerindeki etkisi çok önemlidir. Karakterler arası boşluk çok küçük olduğunda karakterler birbirinin üstüne biner ve kolayca tanınmaz. Karakterler arası boşluk büyük olduğunda ise gözün her odaklanışında az sayıda karakter tanınır ve bu da okuma hızını azaltır. Tek tek karakter arasında yeterli ayrımı yapmayı güvence altına almak için karakterler arası boşluk karakter yüksekliğinin % 20'sinden az olmamalı, iyi okunabilirliği sağlamak için de karakterler arası boşluk karakter yüksekliğinin % 50'sinden fazla olmamalıdır (Bkz. Şekil 8.3).



8.1.4. Satır Aralığı

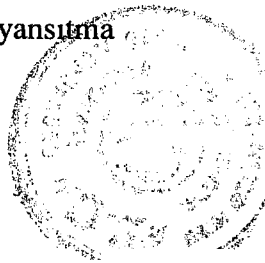
Yukarı ve aşağı doğru sarkan metinlerin sergilenmesinde ard arda gelen sıraların taşmasını, birbirine girmesini engellemek ve belli bir ekran boyutunda mantıklı bir sergileme kapasitesini koruyabilmek için minimum ve maksimum satır aralıkları için birtakım öneriler verilmiştir. Genelde satır aralığı karakter yüksekliğinin % 10'ünden az % 150'sinden fazla olmamalıdır (Bkz. Şekil 8.3) (Cakir et al., 1980).

8.1.5. Genel Düzen

Karakterin oluşumu ve boyutuyla ilgili yukarıda sunulan öneriler bilgisayarlara özgü olup karakterlerin oluşması için kullanılan nokta veya çizgi matris mekanizmasına dayanarak söylenmiştir. Diğer bir öneri dizisi de çok iyi bilinen baskı kurallarına dayanmaktadır (Spencer, 1968). Genelde bilinen baskı kuralları monitörler için de geçerlidir. Bunlar kelimeler arası boşluk, metnin yerleştirilmesi, satır uzunluğu gibi durumlarda unutulmamalıdır (Cakir et al., 1980; Bouma, 1980).

8.1.6. Karşıtlık ve Işıklılık

Karakter boyutu saptandıktan sonra, bunların görülebilirliği büyük ölçüde arka plan ile oluşturdukları karşıtlığı belirlemektedir. Bilgisayar ekranında karakterlerin karşıtlığı en iyi şekilde karakter ışıklılığının (L_n) arka plan ışıklılığına (L_b) oranı olarak tanımlanır. En yaygın kullanılan ekran karşıtlığı koyu arka plan üzerinde açık renk karakterlerin sergilendiği pozitif ekran karşıtlığıdır. Yapılan ölçümler sonucunda kabul edilebilir pozitif karşıtlık oranları 3:1 ile 15:1 arasında değişmektedir (Kokoschka and Bodmann 1978). 3:1'in altındaki oranlarda görme zorlaşmakta 15:1'in üzerindeki oranlarda ise kamaşma sorunu ortaya çıkmaktadır. Her ne kadar 3:1 ile 15:1 arasında karakter karşıtlığı kabul edilebilir olsa da 5:1 ile 10:1 arasındaki bir değer daha mantıklı olacaktır (Kokoschka and Bodmann, 1978). Burada karşıtlığın bir oran olarak tanımlandığı unutulmamalıdır. Bu da karakter karşıtlığını tanımlayabilmek için hem arka plan hem de karakter ışıklılığını belirlemek gerektiğini göstermektedir. Bu ışıklılıklar bilinen bir ışıklılıkölçer ile ölçülebilir ancak karakter ışıklılığının ölçüsüne özellikle dikkat etmek gerekmektedir. Buradaki zorluk karakter ışıklılığının profili boyunca değişmesinden ve arka plan ışıklılığı ile karakter ışıklılığının bilgisayar ekranından yansıyan ışık akısından daha büyük olmasından kaynaklanmaktadır (Haubner and Kokoschka, 1980). Bu veriler karakterler ve arka plan için kesin bir ışıklılık önermenin mümkün olmadığını göstermektedir. Karakter ışıklılığının önerilen karşıtlığa ulaşabilmesi arka plan ışıklılığına bağlı olup bu da ekranın yansıma



özelliklerine ve bilgisayar ekranının içinde bulunduğu ışıklı ortama bağlıdır. Bunlara karşın gerçekçi ortamlarda bilgisayar ekranlarında pozitif karşıtlık oranları üzerinde yapılan ölçümler sonucu 3 ile 25 cd/m^2 'lik bir arka plan ışıklılık dağılımı önerilmektedir (Haubner and Kokoschka, 1980). Bazı kanıtlar bu tercih edilen karşıtlık aralığında (5:1 ile 10:1) karakter ışıklılığı arttıkça düşük karşıtlıkların, karakter ışıklılığı azaldıkça da yüksek karşıtlıkların tercih edildiğini göstermiştir (Kokoschka and Bodmann, 1978). Bu temele dayanarak daha tutucu bir karakter ışıklılığı sınırı 30 ile 125 cd/m^2 'dir. Bu da diğer oranlar ile mantıklı bir uyum içindedir (Cakir et al., 1980; Benz et al., 1981). Pozitif karşıtlığı olan bir ekranın arka plan ışıklılığı ekran karşıtlığını azaltmadan artırılabilirse bundan büyük yararlar sağlanabilir. Arka plan ışıklılığının artırılması ekran yansımalarının görünürlüğünü ve ekran ışıklılığı ile görsel alandaki diğer yüzeyler arasındaki farklılıkları azaltacaktır.

Buna karşılık karakterlerin arka plana göre daha düşük ışıklılıkta olduğu negatif karşıtlık ekranı da kullanabilir. Bu ekran bilinen baskı olayına yaklaşıp. Bazı deneyimler negatif karşıtlık ekranlarının daha rahat olduklarını ve bunlarda iş veriminin daha yüksek olduğunu göstermesine karşın (Bauer and Cavonius, 1980; Radl, 1980) yeni yapılan bir inceleme pozitif ve negatif karşıtlık ekranları arasında iş verimi açısından bir fark olmadığını göstermiştir (Kokoschka und Fleck, 1982).

Negatif karşıtlık ekranlarında tercih edilen karşıtlık sorununa gelince bir deney pozitif karşıtlık ekranlarında tercih edilen 5:1 ile 10:1 değerlerinin ortasındaki değere eşdeğer 1:7'yi vermiştir. Bu değer gerek pozitif gerekse negatif karşıtlık ekranlarında tercih edilen karşıtlıkların birbirine benzediğini düşündürmektedir.

Ekran tipinden bağımsız olarak bilgisayar kullanıcısının arka plan ve karakter ışıklılığını denetleyebileceği bir mekanizmanın bulunması gerekmektedir. Kullanıcı ancak bu şekilde ekran karşıtlığını çevre koşullarına uygun olarak değiştirebilir.

8.1.7. Bulanıklık

Karakter karşıtlığının kendi görülebilirliği üzerindeki etkisi çok önemli olsa bile üzerinde durulması gereken bir başka konu da bulanıklıktır. Karakterler dış çizgileri çok keskin bir biçimde belirlenmiş olduğu zaman karakter biçimi çok daha kolay tanımlanabilir, oysa kenarları bulanık olduğu zaman karakterlerin biçimi pek kolay görülemediğinden birbirine karışır ve ekranın görülebilirliği azalır (Bouma, 1980).



Düşük karakter ışıklılığında monitörde karakterler net görülür, ancak karakterlerin ışıklılığı arttıkça bulanıklık derecesi artmaktadır.

İyi nitelikli bir monitörün en önemli özelliği kullanıcının karakter dağılımını ve bulanıklık derecesini arttırmadan karakter ışıklılığını ayarlayabilmesidir.

8.1.8. Karakter Rengi

Tek renkli ekranlarda karakterler için en sık kullanılan renkler beyaz, yeşil ve turuncu rengidir(15,7,16). Bu renkli karakterler genellikle pozitif karşıtlık ile gri veya siyah arka plan üzerinde görünürler. Gerek görsel verim gerekse kullanıcı tercihi açısından bakıldığında bu karakter renkleri arasında hiç bir fark yoktur (Christ, 1975; Haider et al, 1980; Radl, 1980).

Çok renkli ekranlarda altı ile sekizden fazla renk kullanılmamalıdır. Renkli karakterlerin kullanılması bilgisayar ekranında kendine özgü bir yöne dikkat çekmekte yararlı olabildiği gibi bilgilerin birbirinden ayrılmasını sağlamak üzere çok fazla sayıda rengin kullanılması karışıklığa neden olabilir. Tüm bu gözlemler sonucunda çok renkli bir ekranda kullanılan renklerin sayısı ve keskinliği sınırlanmalıdır.

8.1.9. Dengesizlik

Bilgisayar ekranının dengesiz olması ekranda sunulan metnin bilinen alışılmış basılı metinden açıkça farklı olabildiği yönlerden biridir. Bilgisayar ekranının dengeli olmasının kullanıcının konforu üzerinde önemli etkisi bulunmaktadır. Ekran dengesizliği değişik şekillerde görülebilir. En yaygın olanları ışığın yanıp sönmesi, titreşme ve kaymadır.

Yanıp sönme bilgisayar ekranının bir kısmının belli aralıklar ile donuklaşıp parlaması olayıdır. Bu olayın ne ölçüde olacağı bilgisayar ekranında kullanılan fosforun türüne ve yenilenme hızına bağlıdır. Bir karakter ekranda belirir belirmez ışıklılığı fosforun dayanıklılığı ile belirlenen bir hızda azalmaya başlar. Bu karakterin tamamen yok olmasını engellemek için bunun yenilenmesi veya tazelenmesi gerekmektedir. Eğer karakter yeteri sıklıkta yenilenmez ise o zaman ışıklılığı da yanıp sönmeyi görülebilir kılacak sıklıkta değişir.

Yanıp sönmenin görülebilir olup olmayacağı bilgisayar ekranının ışıklılığı, bu yanıp sönmenin değişme hızı, ekranın hangi bölgesinde olduğu ve kullanıcı yaşı gibi etkenlerle belirlenir. Ancak bunlardan bazıları denetim altına alınırken istenmeyen birtakım etkiler ortaya çıkabilmektedir. Örneğin, ekran ışıklılığını azaltmak titreşimi ortadan kaldırdığı gibi aynı zamanda okunması gereken bilginin görülebilirliğini de azaltmaktadır. Yanıp sönme hem çevresel görme hem de fovea görme bölgesinde



kolayca görülebildiğinden dikkat çekici olabilir. Yanıp sönme sorununun en iyi çözümü bunu kaynağında yok etmektir. Bu da uygun bir yenilenme oranı ile fosfor dayanıklılığından oluşan bir VDU seçimi ile gerçekleşebilir.

Pozitif karşıtlık ekranlarında 50 Hz'lik bir yenilenme oranı kabul edilebilir en düşük düzeydir. Negatif karşıtlık ekranlarında daha yüksek yenilenme oranları gereklidir çünkü arka plan ışıklılığının daha yüksek olması her türlü yanıp sönmenin görülebilirliğini artırır.

Titreşme değişik bilgisayar tiplerinde görülen değişik bir dengesizlik türüdür. Bu olay ekrandaki paralel yatay çizgiler iki ayrı alana ayrılmış gibi yenilendiğinde meydana gelmektedir. Bu birbirine girme tekniğinde birbirine komşu yatay çizgilerin ışıklılığı birdenbire değişip titreşme etkisine yol açabilir. Işığın yanıp sönmesinin görülebilirliğini etkileyen etkenler aynı zamanda titreşmenin görünürlülüğünü de etkiler. Titreşmeyi ortadan kaldırmak için ekrandaki her yatay çizginin 50 Hz'den daha büyük bir yenilenme oranına sahip olması ya da birbirine yakın iki yatay çizginin birbiri içine girmemesi gerekmektedir.

Kayma bir başka dengesizlik türüdür. Bütün imgenin yavaş bir kayma hareketidir. Yenilenme oranı ve fosforun dayanıklılığı kayma olayı açısından önemlidir, çünkü bu olay belli bir noktadaki ışıklılığın değişmesi ile ortaya çıkmayıp tüm ekran ışıklılığının hareketi sonucu ortaya çıkmaktadır. Kayma genellikle ekrana gelen elektriğin dengesizliği ile ilgili olup elektriğin dikkatle dengelenmesi sonucu ortadan kalkmaktadır. Bu üç dengesizlik tipi rahatsızlık yaratabilir. Bu nedenle bunların olabildiğince azaltılması gerekmektedir. Bunu ancak uygun fosfor, yüksek yenilenme oranı ve dengeli bir elektrik gücüne sahip iyi nitelikli bir VDU seçerek başarmak mümkündür.

8.2. KLAVYE GEREKSİNİMLERİ

Klavyenin görünürlüğü girişilen etkinliğin türüne bağlıdır. Verilerin girişi deneyimli bir daktilo yazıcısı tarafından yapıldığında klavyeye veri araştırması ve dialog girişine oranla daha az bakmak gerekmektedir. Ancak VDU'nun niteliği değerlendirilirken klavyenin ihmal edilmemesi gerekmektedir. Yapılan hatalarda ve tuşlara dokunma hızında klavye tasarımının çok belirgin bir etkisi olmaktadır. Tasarımın görmeyi etkileyen yönleri aşağıda ele alınmıştır.

8.2.1. Renk ve Yansıtma Özellikleri

Bilgisayar klavyesi alışılmış daktilo klavyesinden farklıdır. Bilgisayar klavyesinde harf ve sayı tuşları dışında işlev tuşları da bulunmaktadır. Klavyedeki değişik alanlar renk



kodları ile birbirinden ayrılmıştır.

Seçilen renkler birbirinden kolayca ayrılabilmesi ve orta/yüksek yansıtma çarpanına sahip olmalıdır. Düşük yansıtma çarpanına sahip tuşların yorgunluk ve konforsuzluğu arttırdığı da kanıtlanmıştır (Cakir et al, 1980). Klavyenin çevresi de nötr renkte ve orta yansıtıcılıkta, tuş yüzeyleri ise donuk olmalıdır. Tuş yüzeyleri düzgün yansımalarla yol açtığında yüksek ışıklılık yansımaları oluşmakta bu da dikkat çekici olmaktadır. Yayınık yansımaya özellikleri ile orta/yüksek yansıtma çarpanı olan tuşlar bu soruna bir çözüm oluşturmaktadır.

8.3. ÇEVRE GEREKSİNİMLERİ

Burada ele alınacak konu bilgisayar ekranı ile etkileşime girecek ve kötü görme koşulları yaratacak olan görsel çevre özellikleridir. Üzerinde durulması gereken iki konu vardır. Bunlar:

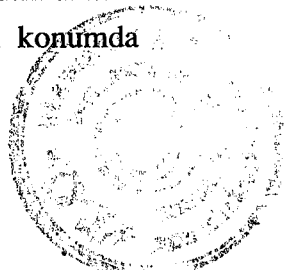
- görsel alandaki ışıklılıkların dengesi,
- yüksek ışıklılık yansımalarının oluşumudur.

8.3.1. Işıklılık Dengesizliği

Kullanıcı bilgisayarı kullanırken ışıklılık açısından göz önüne alınması gereken iki durum bulunmaktadır. Birincisi kullanıcının ekrana, klavyeye ya da kaynak belgeye baktığı durağan durumdur. Bu durumda ekran ve yakın çevresi arasında büyük ışıklılık farklılıkları varsa yetersizlik ve konforsuzluk kamaşması oluşabilir. İkincisi kullanıcının ekran, klavye ve kaynak belgeler arasında odaklanmayı değiştirdiği devingen durumdur. Bu durumda kullanıcının baktığı bileşenler arasındaki belli ışıklılık farklılıkları geçici uyarılama güçlükleri yaratan görsel konforsuzluğa yol açabilir.

8.3.1.1. Durağan Işıklılık Dengesizliği

Durağan ışıklılık dengesizliği sorununun çözümü birbiriyle ilişkili yüzeylerin ışıklılığını belli sınırlar içinde tutacaktır. Bunun kolayca başarılacağı alanlardan biri ekran ve klavyenin çevresi ile kaynak belgenin görüldüğü yüzeydir. Bu alanlarda çok düşük ve çok yüksek yansıtma oranları mantıklı sınırlar içindeki ışıklılıkların dışına taşabilir. Bu nedenle bu yüzeylerde yansıtma çarpanları 0.2 ile 0.5 arasında olmalıdır. Işıklılığı denetleme gereksiniminin açıkça ortada görülmediği yerler VDU'dan uzakta olan alanlardır. Kullanıcı bilgisayar ekranını düşey ya da düşeye yakın konumda



kullanırken ekranı duvar veya pencereden görülen gökyüzü gibi yüzeylerle çevrelenmiş durumda göreceğinden bu gibi alanların ışıklılığını denetleme gereksinimi değişmiştir. Bu gibi alanlar VDU'ya göre yüksek ışıklılığa sahip olabilir. Ancak bu koşullar iş verimi ve kullanıcı konforu açısından zararlı olabilir. Buna bağlı olarak iç mekandaki görsel çevrenin kullanıcı konforu açısından önemli olduğu sonucuna varılabilir. Duvar gibi uzak yüzeylerin ışıklılığı ışık kaynaklarının düzeni, ışıklılık dağılımı ve yüzeylerin yansıtma özelliklerine bağlıdır. Tüm yüzeylerde orta derecede yayınlık yansıtma çarpanları kullanmanın pek çok olumlu yönü bulunmaktadır. Yüksek yansıtıcılığı olan bileşen kullanarak iç mekandaki çeşitli yüzeylerdeki aydınlık düzeyi daha düzgün yayılmış olacak ayrıca aydınlatma donanımının yarattığı konforsuzluk kamaşmasını da azaltacaktır. Uygun yansıtma çarpanları tavanlar için $>0,7$, duvarlar için $0.5-0.7$ ve döşemeler için yaklaşık 0.3 'tür.

Ekranda yüksek ışıklılık yansımalarından kaçınmak için kaynakların ışık yeğniliğinin aşağı doğru verildiği alanlarda döşeme yansıtıcılığı önem kazanmaktadır (Bkz. 8.3.2.). Hacim yüzeylerinin yansıtıcılıkları önemli olmakla birlikte pencereden görülen görüntülerin ışıklılığı da unutulmamalıdır. Bunların ışıklılıkları çok yüksek olabileceğinden pencerelere yansıtma çarpanı 0.5 ile 0.7 arasında değişen stor veya perde takmak gerekmektedir. Ayrıca bilgisayarlar, kullanıcının ekranı gökyüzünün oluşturduğu bir arka plan üzerinde görmediği pencerelere düşey düzlemde yerleştirilmelidir.

8.3.1.2. Devingen Işıklılık Dengesizliği

Yukarıda verilen öneriler VDU kullanıcısının her bir çalışma bileşenine bakarken oluşan rahatsızlıktan kaçınması için yeterli olsa da, kullanıcı gözlerini bir bileşenden diğerine dolaştırmak zorunda kaldığından konforsuzluk oluşma olasılığı bulunmaktadır. Eğer bileşenin ışıklılığı birbirinden çok farklı ise kullanıcı rahatsız olabilir ve görsel verim bundan zarar görebilir.

Kaynak belge ve klavyenin ışıklılığı bunların yansıtma çarpanı ve aydınlık düzeyi ile belirlenir. Kaynak belgelerin yansıtma çarpanı genellikle yüksektir ve eğer verilen öneriler izlenmezse klavyenin yansıtma çarpanı orta veya yüksek olacaktır. Klavye ve kaynak belgeler genellikle yataya yakın bir düzlemde görüldüğünden pek çok aydınlatma sisteminde yatay düzlemdeki aydınlık düzeyi ekranın düşey düzlemine göre daha yüksek olacaktır. Ekranın ışıklılığı ekranın içinde bulunan ışıklılık etkenleri ile ekranın kendi ışıklılığının birleşerek oluşturduğu etki ile belirlenecektir. Bilgisayar ekranı, belge ve klavye ışıklılığı arasındaki büyük farklılıkların ne ölçüde ortaya

çıkacağı ekranın tipine bağlıdır. Negatif karşıtlık ekranı çok büyük ışıklılık farklılıkları yaratmayacaktır. Çünkü arka plan ışıklılığı çoğu zaman kaynak belge ve klavyeninkine benzer. Ancak pozitif karşıtlık ekranlarında ekran ışıklılığının temelde arka planı oluşturduğu varsayılırsa çok düşük olabilir.

Bu koşullar altında kullanıcı bakış açısını kaynak belge ve ekran arasında değiştirdiğinde konforsuzluğun oluşma riski ortaya çıkabilir.

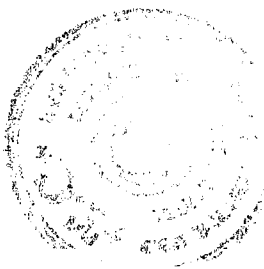
Ekranın arka plan ışıklılığı artırılıp kaynak belgenin aydınlık düzeyi düşürülebilirse bu risk azaltılabilir. Bununla birlikte bu iki işin gerçekleşmesinin olumsuz yönleri olabilir. Bilgisayar ekranındaki karakterlerin ışıklılığı bulanıklık yaratmadan artırılabilirse arka plan ışıklılığını yükselterek ekranın okunabilirliğini güçleştiren karşıtlık azaltılabilir. Benzer biçimde kaynak belgenin üzerindeki aydınlık düzeyini düşürmek bu belgelerin okunmasını zorlaştıracaktır. Pozitif karşıtlık ekranlarında yatay çalışma düzleminde aydınlık düzeyinin 300-1000 lüks olması önerilmekte olup en üst sınır kaynak belgelerin okunmasının çok zor olduğu durumlarda kullanılmalıdır. Pozitif karşıtlık ekranı kullanıcılarının bu oranlardaki aydınlık düzeyini tercih ettikleri kanıtlanmıştır (Kokoschka and Bodmann, 1978).

8.3.2. Yüksek Işıklılık Yansımaları

Bilgisayar ekranının ışıklılığı ekranın kendi ürettiği ışıklılık ile ekrandan yansıyan ışıklılığa göre belirlenir. Ekran pozitif karşıtlık ekranı olduğunda bilgisayar tarafından üretilen arka plan ışıklılığı düşük olacak böylelikle de ekran ışıklılığı buradaki yansımaya ile belirlenecektir. Ekran yansımalarının ürettiği ışıklılık tekdüze olduğunda bunun hiçbir önemi olmamaktadır. Ancak bu nadiren görülen bir durumdur. Yüksek ışıklılığı olan nesneler sık sık ekrandan kullanıcıya doğru yansımaktadır. Bu durum üç etki yaratmaktadır:

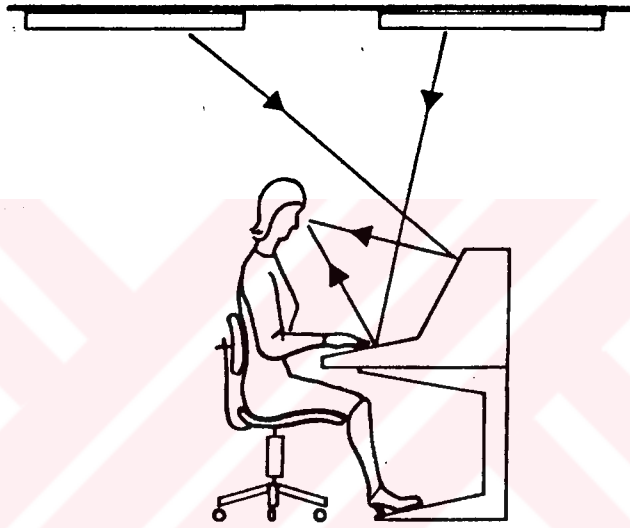
- Yüksek ışıklılık yansımaları kullanıcının görmek istediği ekranın bir bölümünü örterek ekrandaki o bölümün karşıtlığını azaltabilir.
- Bu yüksek ışıklılık yansımaları kamaşma yaratarak dikkat çekici olabilir.
- Keskin hatlarla belirlenmiş yüksek ışıklılık yansımaları gözün odaklama uzaklığı konusunda yanıltıcı ipuçları oluşturabilir.

Tüm bu etkiler kullanıcının işini zorlaştırdığından bu yüksek ışıklılık yansımalarının ortadan kaldırılması gerekmektedir. Bu durumda beş olası çözüm bulunmaktadır.



Birincisi negatif karşıtlık ekranı kullanmaktır. Böyle bir ekrandan herbir yansımanın görünürlüğü pozitif karşıtlık ekranına göre azalacağından karakter karşıtlığı da azalacaktır. Bir negatif karşıtlık ekranının yüksek ışıklılık yansımalarının oluşturduğu sorunları ne ölçüde azaltacağı ekranın arka planı ile üzerindeki yansımaların birbirine göre ışıklılık oranlarına bağlıdır (Kokoschka and Fleck, 1982).

İkinci çözüm bilgisayar ekranını yüksek ışıklılık kaynaklarının ekrandan kullanıcıya doğru yansımaları engelleyecek şekilde yerleştirmektir (Bkz. Şekil 8.4). Ancak bu o kadar da basit bir olay değildir.

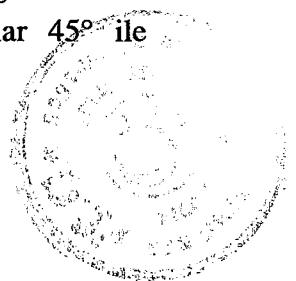


Şekil 8.4- Yüksek ışıklılık yansımalarından bilgisayarı yansımaların kullanıcının gözüne gelmeyecek şekilde yerleştirilerek kaçınılabilir.

Bilgisayar ekranı geniş açılı bir ayna gibi düşünüldüğünde, kullanıcının oturduğu yerden mekanın aynada görülebilecek bölümü oldukça geniş gözükür. Tüm bunlara rağmen yüksek ışıklılık yansımalarından kaçınmak için VDU'nun yerleştirileceği doğru konumu bulmak mümkündür.

Üçüncü yaklaşım bilgisayarı kendisini çevreleyen alandan ayırmaktır. Bu yaklaşım etkili olsa da ışıklılık dengesizliği ve yanlış oturma konumundan da kaçınmak gerekmektedir.

Dördüncü yaklaşım iç mekandan yüksek ışıklılık kaynaklarını kaldırmaktır. İç mekanda en sık rastlanan yüksek ışıklılık kaynakları aydınlatma aygıtları ile pencereden görülen gökyüzüdür. Bu sonuncusu perde ve storlar ile engellenebilir. Birincisi de doğru lamba seçimini gerektirmektedir. Yapılan çalışmalar 45° ile

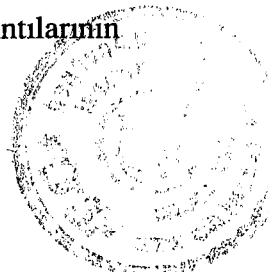


55° sınırında örtüleme açıları ve maximum ışıklılık sınırı 200 cd/m² olan ışık kaynaklarının uygun olduğunu göstermiştir. Bu gibi aygıtların kenarları donuk yüzey, ışık dağılımı ise donuk siyah paletler veya düzgün yansıma yapan yansıtıcılarla denetlenmektedir. VDU ile çalışan ortamlardan bir başka aydınlatma yaklaşımı da dolaylı aydınlatmadır. Kaynaktan çıkan ışığın geniş alana yayıldığı ve tavan yüzeyinin donuk olduğu varsayıldığında, tavanda yüksek ışıklılık alanları oluşmayacak, dolaylı aydınlatma da iç mekan yüzeylerinde tekdüze ışıklılıklar yaratarak yüksek ışıklılık yansımalarını engelleyecektir. Aynı zamanda dolaylı ve dolaysız aydınlatma sistemlerini birleştirmek de mümkündür. Böyle bir aydınlatma sistemi yüksek ışıklılık yansımalarının olmadığı bölgesel aydınlatma ile çalışma parçası, tavan ve duvarın aydınlık düzeyinde doğru bir denge sağlayacaktır.

Beşinci yaklaşım da yansıtmayı azaltmak üzere bir şekilde işleminden geçirilmiş ekranı olan bir bilgisayar seçmektir. Ekran yüzeyini pürüzlendirmek veya bir astarla kaplamak yansımaları azalttığı gibi ekrandaki karakterleri de dağıtmaktadır. Bundan başka ekranda ağ filtre ile kutuplaştırıcı filtreler kullanarak yansımalar azaltılabilir. Her filtrenin kendine göre olumlu ve olumsuz yanları vardır. Bunların hepsi ışıklılık yansımalarını azaltırken karakter niteliği ile ışıklılığını bozmaktadır (Cakir et al, 1980). Bu nedenle diğer yaklaşımların uygulanamadığı durumlarda filtreler kullanılmalıdır.

8.3.3. Diğer Çevre Etkenleri

Bir iç mekanda bilgisayar kullanımı ile oluşan görsel sorunlar yüksek ışıklılık yansımaları ve ışıklılık dengesizliği açısından incelenmiştir. Bununla birlikte konforlu bir görsel ortam için daha önce saptanmış ölçütlerin burada geçerli olduğu unutulmamalıdır. Özellikle konforsuzluk kamaşması ölçütleri yerine getirilmeli, aydınlığın düzgün yayılmışlığı sağlanmalı ve iç mekanın değişik yüzeyleri arasında önerilen aydınlık düzeyi oranlarına ulaşılmalıdır. Ancak bu ölçütlerin bazı durumlarda çelişeceği de unutulmamalıdır. Örneğin, yukarıda düşük ışıklılığı ve örtüleme açısı 45° ile 55° arasında olan ışık kaynaklarının kullanılması ile ilgili olarak verilen öneriler izlendiğinde, yüzey yansıtıcılıklarının özellikle döşemeler için önerilen en uç sınırlarda yer aldığı durumlar dışında, konforsuzluk kamaşması ölçütü gerçekleşecek ancak duvar-çalışma parçası ve duvar-çalışma parçası aydınlık düzeyi oranları karşılanmayacaktır. Sonuç olarak VDU içeren bir mekanda aydınlatma donanımı tasarımı birbiriyle çelişen birtakım gereksinimleri bağdaştırmaktadır. Bu durumda öncelik ışıklılık dengesizliği ve yüksek ışıklılık yansımalarından kaçınmaya verilmelidir. Çünkü bunlar ekranın, klavyenin ve kaynak belge ayrıntılarının görünürlüğünü doğrudan etkilemektedir.



8.4. KULLANICI GEREKSİNİMLERİ

Kullanılacak bilgisayarın iyi nitelikli ve içinde bulunduğu görsel ortamın ışıklılık dengesizliği ve yüksek ışıklılık yansımalarından kaçınılacak şekilde tasarlanmış olmasına rağmen birtakım yakınmalar ortaya çıkabilmektedir. Bunun nedeni bilgisayar ile çalışmanın görsel gereksinmelerinin alışılmış ofis çalışmasına göre farklı oluşu ve değişik insanların değişik yeteneklerine göre görsel sistemlere sahip olmasıdır. Örneğin yansımaların büyük ölçüde azaltılmasına rağmen düşük karışıklık yansımalarına ve kamaşmaya diğer insanlara oranla görsel olarak daha duyarlı bireyler ortaya çıkabilmektedir (Ginsburg, 1981).

8.4.1. Uyarılama Uzaklıkları

Bilgisayarla çalışmanın alışılmış ofis çalışma gereksinmelerine göre farklı olan başlıca görsel yönü gözlerin kendilerini uyarlamak zorunda oldukları uzaklıklardır. Bilgisayar ile çalışma 300 mm ile 1000 mm arasında uyarılama değişiklikleri yapmayı gerektirebilir. Tipik olarak ekran bu sınırların en uzak klavye ise en yakın noktasıdır. Bazı insanlar bu sınırlar içinde kolayca odaklanma sağlayamadığından birtakım yakınmalar oluşabilir. Gözlükler bu sorunu azaltabilir. Çıplak gözün ulaşabileceği uyarılama sınırlarına bağlı olarak değişik odaklama uzaklıkları olan bir ya da daha fazla gözlük veya iki, üç ve çok odaklı mercekler kullanarak bilgisayar çalışması için gerekli uzaklıklar sağlanabilir.

İnsanlar görme yetenekleri ve çalışma alışkanlıkları bakımından çok büyük farklılık gösterirler, böylelikle de bilgisayar donanımının konumlandırılmasından oluşan esneklikten çok büyük yararlar sağlanabilir. Bu nedenle klavyenin bilgisayardan ayrılması ve ekran eğiminin ayarlanabilmesi çok önemlidir. Buna ek olarak kaynak belgenin ekran ile aynı uzaklıkta ve aynı düzlemde olması gereklidir. Bu sık uyarılama gereksiniminden kaçınmak için yapılacak düzenleme, aynı zamanda istenmeyen ışıklılık dengesizliğinin oluşma olasılığını da azaltacaktır. Belgelerin ekran ile aynı düzleme yerleştirilmesi için ise bir belge tutucusunun kullanılması gerekecektir.

8.4.2. Renk Görme Yetersizlikleri

Renkli görmede yetersizliklere sıkça rastlanmaktadır. Tek renkli ekranlarda ekranın pozitif ya da negatif karışıklık ekranı olmasına bağlı olarak karakter veya arka plan için beyaz, yeşil veya turuncu renk kullanılmaktadır. Her iki ekran türünde de renk yetersizlikleri pek fazla sorun yaratmamaktadır. Ancak çok renkli ekranlar için aynı



şeyi söylemek mümkün değildir. Bu durumda özellikle ekranın bir kısmı için kırmızı kullanıldığında renk görmesi hatalı olan insanlar ekranın bir bölümünü görmede güçlük çekip bazı renk çiftlerini birbiri ile karıştırabilir. İnsanlardaki renk görme yetersizlikleri için yapılacak pek fazla birşey olmadığından çok renkli ekranlarda hiç değilse kırmızı rengin az kullanılması gerekmektedir.

8.4.3. Göz Yorgunluğunun Başlaması

Bilgisayar ile çalışmaya başlayan bir kişinin gösterdiği tepkinin bir başka yönü de göz yorgunluğunun başlamasıdır.

Bilgisayar ile çalışmanın gözleri bozduğuna dair hiç bir kanıt olmasa da olumsuz koşullarda kullanılan kötü nitelikli bilgisayarların göz yorgunluğuna neden olduğu konusunda kuşku bulunmamaktadır. VDU ile çalışmaya başladıktan sonra herhangi bir göz yorgunluğunun oluşması bilgisayar çalışmasının gerektirdiği koşulların o bireyin yetilerinde gözlüklü veya gözlüksüz zaten var olan birtakım sınırlamaları ortaya çıkarması ile açıklanabilir. Sınırlılık herhangi bir destek almayan gözün ulaşabileceği uyarılma sınırlarında ya da alışılmış bir uzaklıktan basılı bir metni okumaya yeterli olan gözlüklerin bilgisayar için kullanılan uzaklıklar için yeterli olmadığı durumlarda ortaya çıkmaktadır. Bilinen bir göz muayenesi bilgisayar ile çalışma koşullarına uygun yapıldığında böyle bir sınırlılığı ortaya çıkarabilmektedir.

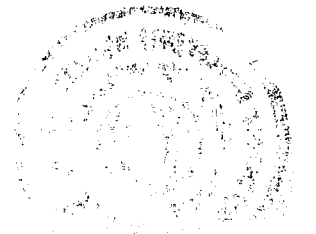
8.5. MONİTÖRLE (VDU) ÇALIŞILAN ORTAMLARDA İYİ GÖRME KOŞULLARININ SAĞLANMASI

Bilgisayar ile çalışmada görsel koşulları le ilgili çıkarılabilecek ana sonuç insan-makina sisteminin üç ana bileşeni olan

- monitör,
- monitörün içinde bulunduğu ortam,
- kullanıcının görsel özelliklerinin önemli olduğudur.

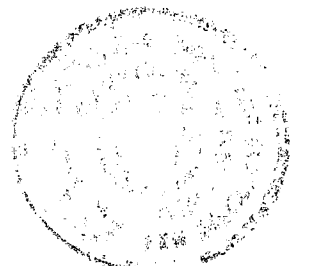
Bu üç bileşenin herhangi biri ile ilgili uygun olmayan koşullar yakınmalara yol açacaktır. Bundan da öte herhangi bir bileşenin kötü koşullara sahip olması ötekileri iyileştirerek dengelenemediğinden her üç bileşenin de doğru olması gerekmektedir.

Bilgisayar çalışması için sağlanan koşullar üç bileşenin amacına bağlıdır. Bilgisayar açısından amaç net, keskin ve dengeli bir ekran ile işlevleri kolayca yapabilecek bir klavye sağlamaktır. Çevre açısından amaç, konforsuzluk ve dikkat dağılması yarat-



madan ekran, klavye ve kaynak belgenin kolayca görülebileceği koşulları sağlamaktır. Kullanıcının amacı ise, görsel sistem ile bilgisayar ekranını ve kaynak belgeleri rahatsızlık hissetmeden kullanmaktır.

VDU ve çevresi ile ilgili koşulların uygun olup olmadığının saptanması için bir denetleme listesi hazırlanmıştır. Üç bölümde ele alınan bu sorulara olumlu yanıtların verilmesi, kişilerin monitörle çalışılan ortamlardan hoşnut olduklarını, bir başka deyişle, uygun koşullarda çalıştıklarını ortaya koymaktadır. Olumsuz yanıtların çoğunlukta olması ise, çalışma ortamlarının hangi yönlerden uygun olmadığını belirleyecektir. Dolayısıyla, bu yanıtların değerlendirilmesi, hem var olan çalışma ortamlarının düzeltilmesi hem de yeni oluşturulacak ortamlarda tasarım evresinde nelere dikkat edilmesi gerektiğinin belirlenmesinde yol gösterici bir yaklaşım olacaktır.



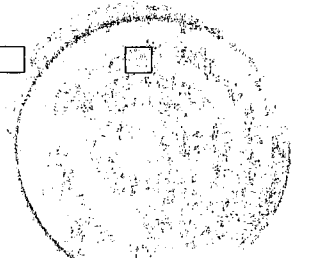
**VDU İLE ÇALIŞILAN ORTAMLARDA KULLANILACAK
DENETLEME LİSTESİ**

SORULAR

YANITLAR
EVET HAYIR

VDU EKRANI

- | | | |
|--|--------------------------|--------------------------|
| 1- Büyük ve küçük harfler ekranda ayırd edilebiliyor mu? | ☐ | ☐ |
| 2- Küçük harf karakterlerin aşağı doğru sarkan bölümü metnin alt çizgisinin dışına taşıyor mu? | ☐ | ☐ |
| 3- Birbirine yakın çizgilerdeki küçük harflerin aşağı ve yukarı doğru sarkan kısımları birbirine girmiş durumda mı? | ☐ | ☐ |
| 4- Aşağıdaki harf ve sayılar birbirinden kolayca ayırd edilebiliyor mu? X ve K, O ve Q, F ve Y, S ve 5, 1 ve L, U ve V, I ve l, O ve 0 | ☐ | ☐ |
| 5- Pozitif karşıtlık ekranlarında karakterlerin ışıklılığı 30-125 cd/m ² arasında mı? | ☐ | ☐ |
| 6- Negatif karşıtlık ekranlarında arka plan ışıklılığı 30 -125 cd/m ² mi? | ☐ | ☐ |
| 7- Pozitif karşıtlık ekranlarında karakter karşıtlığı 5:1 ile 10:1 negatif karşıtlık ekranlarında ise 1:5 ile 1:10 oranında mı? | ☐ | ☐ |
| 8- Arka plan ışıklılığı ayarlanabiliyor mu? | ☐ | ☐ |
| 9- Karakter ışıklılığı ayarlanabiliyor mu? | ☐ | ☐ |
| 10- Karakter ışıklılığı karakterde bulanıklık yaratmadan arttırılabilir mi? | ☐ | ☐ |
| 11- Çok renkli bir ekranda kullanılan renklere bakıldığında ayırd edilebiliyor mu? | ☐ | ☐ |
| 12- Ekranda yanıp sönme, titreşme ve kayma görülüyor mu? | ☐ | ☐ |



SORULAR

YANITLAR

EVET HAYIR

- 13- Toplu olarak bakıldığında ekran net, keskin ve dengeli karakterler oluşturuyor mu?
- 14- Ekranın çerçevesi yansıtma çarpanı 0.2-0.5 olan donuk bir malzemedir oluşuyor mu?
- 15- Ekranın eğimi değişik çalışma düzenlerine göre ayarlanabiliyor mu?

☐ ☐

☐ ☐

☐ ☐

KLAVYE

- 1- Klavye bilgisayar ekranından ayrılabilir mi?
- 2- Klavyede değişik işlevleri olan bölgeler birbirinden kolayca ayırd edilebilir mi?
- 3- Klavyenin çevresini oluşturan nötr renkteki donuk malzemenin yansıtma çarpanı 0.2-0.5 arasında mı?
- 4- Tuşların üzerindeki harfler net ve belirgin mi?
- 5- Tuşların üst yüzeyleri orta/yüksek yansıtma çarpanına sahip mi?

☐ ☐

☐ ☐

☐ ☐

☐ ☐

☐ ☐

GÖRSEL ÇEVRE

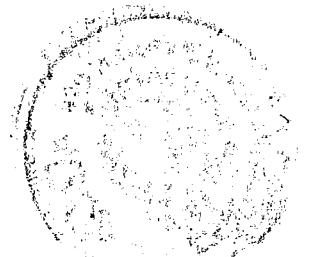
- 1- Kullanıcı konumundan, ışık kaynaklarının oluşturduğu konforsuzluk kamaşması kabul edilebilir mi?
- 2- Kullanıcı konumundan, pencerelerin oluşturduğu konforsuzluk kamaşması kabul edilebilir mi?
- 3- Kullanıcı konumundan, ekran yüksek ışıklılık yansımalarından korunmuş durumda mı?
- 4- Kullanıcı konumundan, klavye yüksek ışıklılık yansımalarından korunmuş durumda mı?

☐ ☐

☐ ☐

☐ ☐

☐ ☐



SORULAR

YANITLAR
EVET HAYIR

- | | | |
|---|--------------------------|--------------------------|
| 5- VDU, ışıklılık dengesizliği ve yüksek ışıklılık yansımalarından kaçınmak için en uygun konumda mı? | ☐ | ☐ |
| 6- Aydınlatma sistemindeki ışık kaynakları maskeleme yansımaları oluşturuyor mu? | ☐ | ☐ |
| 7- Pencerelele yansıtma çarpanları 0.5-0.7 olan stor veya perdeler takılmış mı? | ☐ | ☐ |
| 8- Tavanın ortalama yansıtma çarpanı 0.7'den fazla mı? | ☐ | ☐ |
| 9- Duvarın yansıtma çarpanı 0.5-0.7 arasında mı? | ☐ | ☐ |
| 10- Döşemenin yansıtma çarpanı yaklaşık 0.3 mü? | ☐ | ☐ |
| 11- Yatay çalışma düzleminde aydınlık düzeyi 300-1000 lx arasında mı? | ☐ | ☐ |
| 12- Kaynak belgeler kolaylıkla okunabiliyor mu? | ☐ | ☐ |
| 13- Kaynak belgeler maskeleme yansımalarından korunmuş mu? | ☐ | ☐ |
| 14- Kaynak belge uygun bir düzleme yerleştirilmiş mi? | ☐ | ☐ |
| 15- Belge tutucunun kullanılması yararlı olacak mı? | ☐ | ☐ |



8.6. ÖNERİLEN YAKLAŞIMIN UYGULANMASINA İLİŞKİN ANKET ÇALIŞMASI VE DEĞERLENDİRİLMESİ

Bu çalışmada geliştirilen yaklaşımın örnek uygulaması monitörle çalışılan yedi değişik hacim için yapılmıştır.

Uygulama çalışmasının amacı, VDU ile çalışılan ortamlarda kullanılan denetleme listesinin hacimlerin değişik koşullarının belirlenerek değerlendirilmesi ve geliştirilen yaklaşımın uygulanabilir olduğunun kanıtlanmasıdır. Bu seçilen hacimlerin aydınlatma biçimi, aygıt ve lamba tipi, iç yüzeylerinin yansıtma çarpanları ve denek koşulları ile ilgili daha ayrıntılı bilgi Ek 7'de bulunmaktadır.

Anket sonuçlarının doğruluğu yönünden seçilen ortamlarda aydınlık düzeyi ve ışıklılık ölçmeleri de yapılmıştır. Ölçmelerde kullanılan aletler Spectra Mini-Spot Silicon Cell Spotmeter ışıklılık ölçer ile Panlux Gosser 4.72-551 aydınlık ölçer kullanılmıştır.

Rastlantısal olarak seçilen hacimlerin altısında dolaysız aydınlatma, birinde ise dolaylı aydınlatma vardır.

Hacimlerde kullanılan ekranların çoğu pozitif karışıklık ekranları olmakla birlikte bazı hacimlerde negatif karışıklık ekranlarına da rastlanmıştır.

Anket çalışması her hacimde, her denek için denetleme listesinde belirtildiği gibi,

- VDU ekranı,
- Klavye,
- Görsel çevre koşulları

için üç ayrı aşamada gerçekleştirilmiştir.

Aydınlık düzeyi ve ışıklılık değerleri ile ilgili soruların yanıtlanmasında yapılan ölçmeler sonucu elde edilen verilerden yararlanılmıştır.

Her koşul için sorulan sorulardan elde edilen olumlu ve olumsuz yanıtların sayıları saptanmış, yüzde olarak değerleri tablolar şeklinde sunulmuş ve bunların değerlendirilmesi grafiklerle gösterilmiştir. Her hacim ve her koşul için bu işlemler tekrarlanmıştır. Bunlara ilişkin tablo ve grafikler Ek 7'de yer almaktadır.

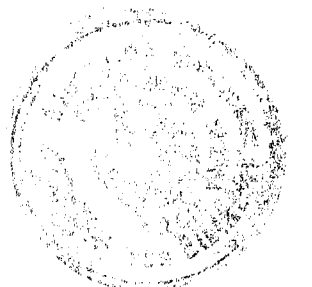
Denetleme listesinin VDU ekranı, klavye ve görsel çevre koşulları ile ilgili sorulardan elde edilen yanıtların tüm hacimler için genel bir değerlendirilmesi ile bunlara ilişkin tablo ve grafikler aşağıda sunulmuştur.



Tablo 8.1'de denetleme listesinin VDU ekranı ile ilgili yanıtlarının tüm hacimler için yüzde olarak değerlendirilmesi yapılmış ve sonuçlar Şekil 8.5'teki grafiğe aktarılmıştır.

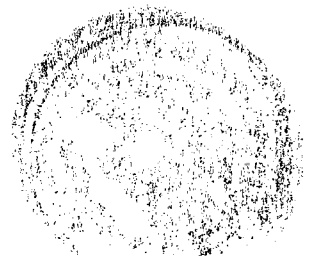
Tablo 8.2'de denetleme listesinin klavye ile ilgili yanıtlarının tüm hacimler için yüzde olarak değerlendirilmesi yer almakta olup buna ilişkin grafik Şekil 8.6'da verilmiştir.

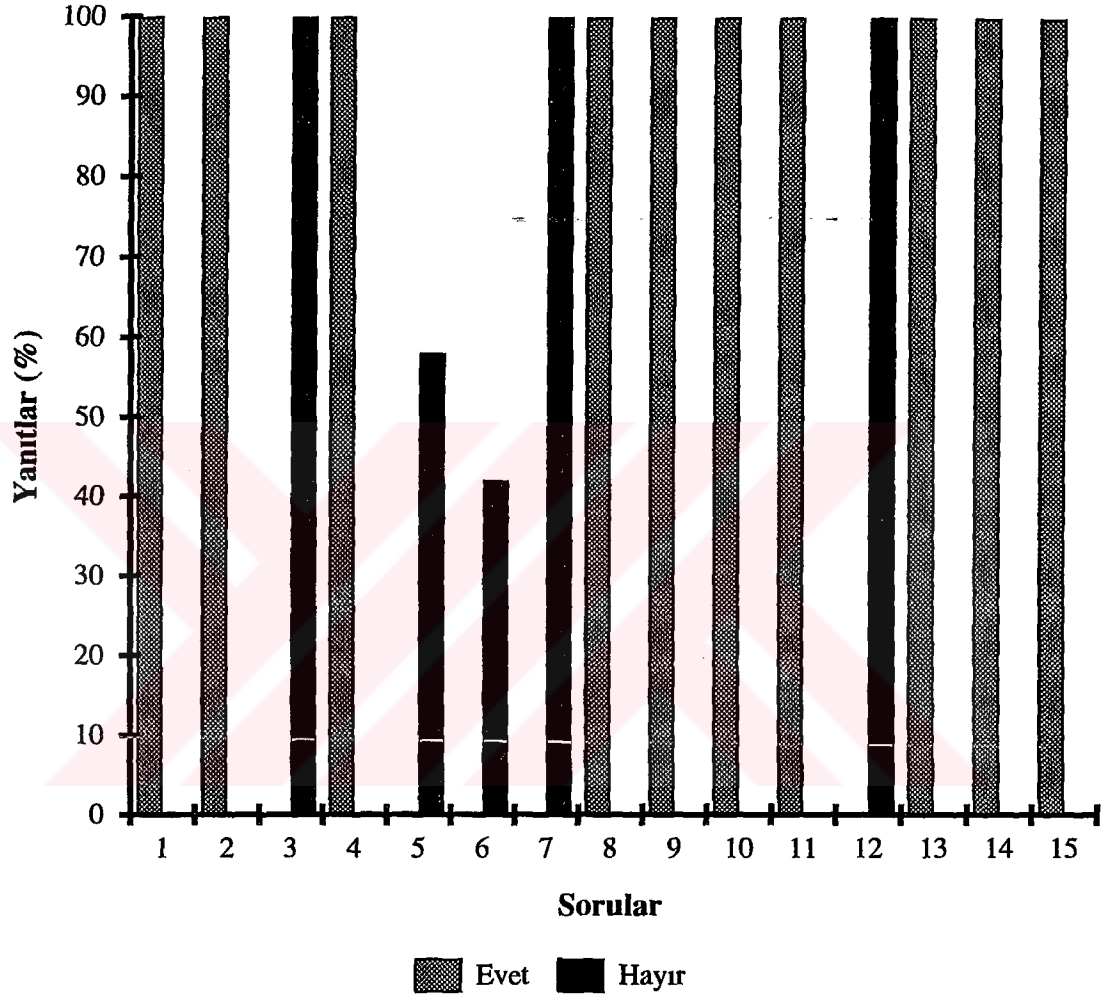
Tablo 8.3'de ise denetleme listesinin görsel çevre ile ilgili yanıtları tüm hacim için yüzde olarak değerlendirilmiş ve bunun grafik olarak gösterilmesi Şekil 8.7'de gerçekleşmiştir.



Tablo 8.1- Denetleme listesinin VDU ekranı ile ilgili yanıtlarının tüm hacimler için % olarak değerlendirilmesi

SORU NO	YANITLAR		YANIT (%)	
	Evet	Hayır	Evet (%)	Hayır (%)
1	55	-	100	0
2	55	-	100	0
3	-	55	0	100
4	55	-	100	0
5	-	35	0	58
6	-	25	0	42
7	-	55	0	100
8	55	-	100	0
9	55	-	100	0
10	55	-	100	0
11	55	-	100	0
12	-	55	0	100
13	55	-	100	0
14	55	-	100	0
15	55	-	100	0



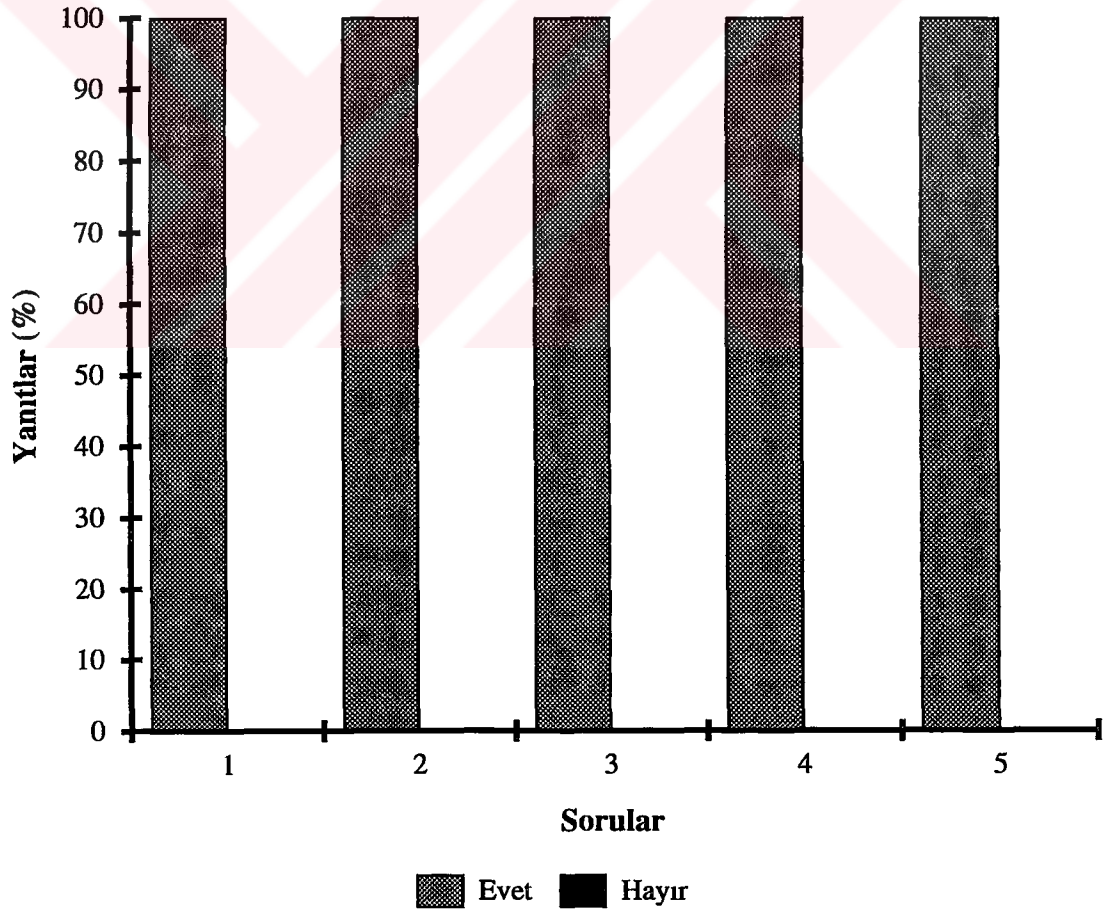


Şekil 8.5- Denetleme listesinin VDU ekranı ile ilgili yanıtlarının tüm hacimler için % olarak değerlendirilmesini gösteren grafik

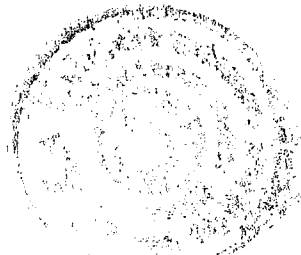


Tablo 8.2- Denetleme listesinin Klavye ile ilgili yanıtlarının tüm hacimler için % olarak değerlendirilmesi

SORU NO	YANITLAR		YANIT (%)	
	Evet	Hayır	Evet (%)	Hayır (%)
1	55	-	100	0
2	55	-	100	0
3	55	-	100	0
4	55	-	100	0
5	55	-	100	0

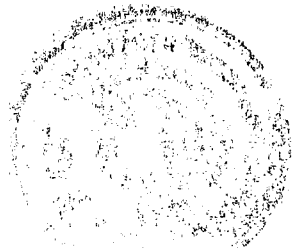


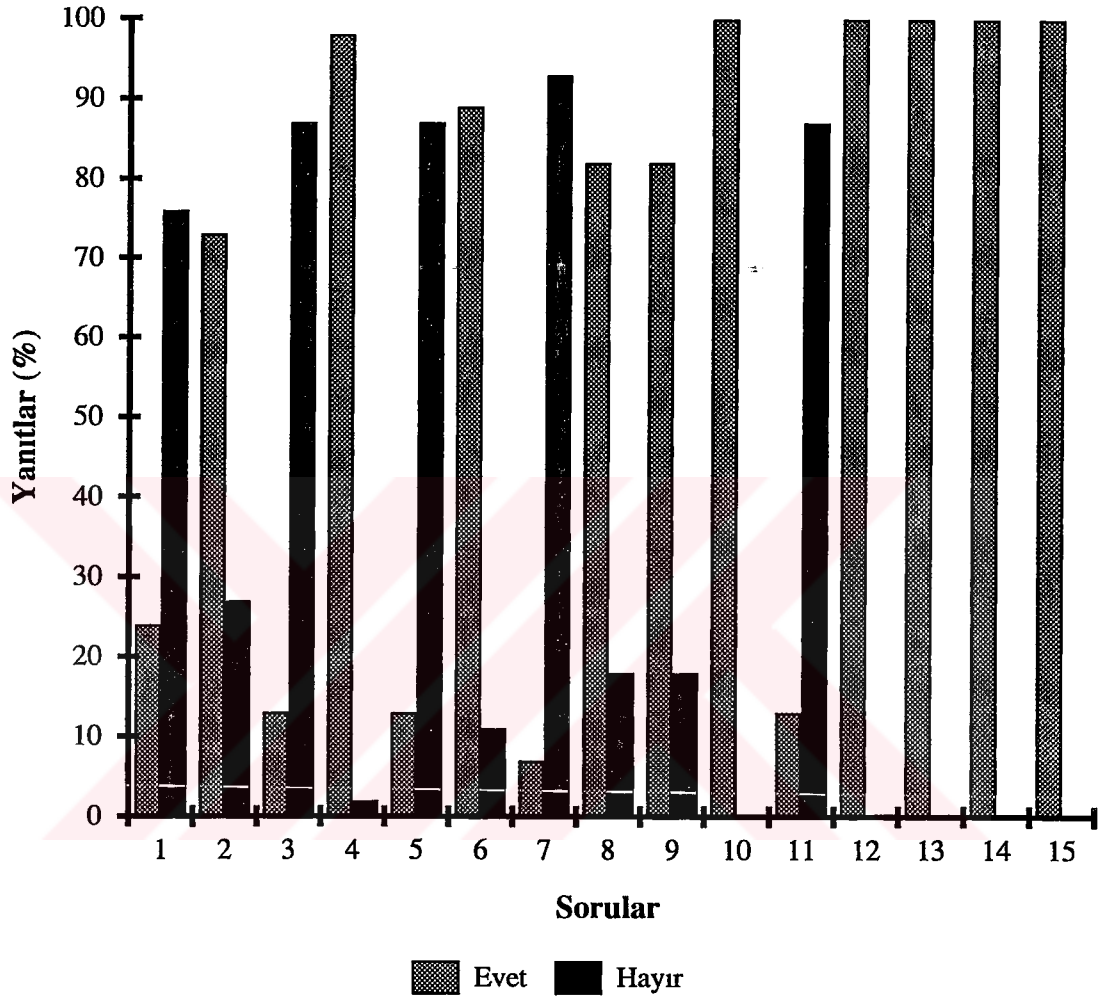
Şekil 8.6- Denetleme listesinin Klavye ile ilgili yanıtlarının tüm hacimler için % olarak değerlendirilmesini gösteren grafik



Tablo 8.3- Denetleme listesinin Görsel Çevre ile ilgili yanıtlarının tüm hacimler için % olarak değerlendirilmesi

SORU NO	YANITLAR		YANIT (%)	
	Evet	Hayır	Evet (%)	Hayır (%)
1	13	42	24	76
2	40	15	73	27
3	7	48	13	87
4	54	1	98	2
5	7	48	13	87
6	49	6	89	11
7	4	51	7	93
8	45	10	82	18
9	45	10	82	18
10	55	-	100	18
11	7	48	13	0
12	55	-	100	87
13	55	-	100	0
14	55	-	100	0
15	55	-	100	0





Şekil 8.7- Denetleme listesinin Görsel Çevre ile ilgili yanıtlarının tüm hacimler için % olarak değerlendirilmesini gösteren grafik



8.6.1. Anket Çalışmasının Değerlendirilmesi

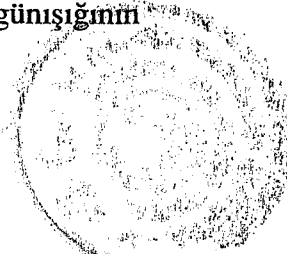
Şekil 8.5 ve 8.6'nin değerlendirilmesinden şu sonuçlara varılmaktadır:

- Denetleme listesinin VDU ekranı ile ilgili olumlu yanıtlarının çoğunlukta olması ekran koşulları ile ilgili önemli sorunların olmadığını göstermektedir. Burada karşılaşılan tek olumsuzluk arkaplan ışıklılığı ile karakter ışıklılığının istenen sınırlar içinde olmamasıdır. Fakat bu da monitörlerin hızlı gelişimi sonucu ekranın kendi içinde yapılabilecek ayarlamalar sonucu yok edilebilir. Ayrıca ekrandaki karakterlerin görülebilirliği açısından da hiçbir olumsuzluk bulunmamaktadır. Kısacası VDU ekranı ile ilgili koşullar açısından elde edilen sonuçların çoğu olumludur (Bkz. Şekil 8.5).
- Denetleme listesinin klavye ile ilgili yanıtlarının tümü bütün hacimlerde olumlu çıkmıştır (Bkz. Şekil 8.6). Bu sonuçlar bilgisayar kullanıcılarının klavye koşulları ile ilgili hiçbir yakınmada bulunmadıklarını göstermektedir.
- Denetleme listesinin görsel çevre ile ilgili yanıtlarının değerlendirildiği Şekil 8.7.'deki grafikten anlaşılabileceği gibi burada ekran ve klavye koşulları ile ilgili yanıtlardan farklı olarak bir çeşitlilik bulunmaktadır. Görsel çevre ile ilgili koşullarda olumsuzluklar daha fazla olmaktadır. Bunlar özellikle ışık kaynakları ile pencerelerin oluşturduğu konforsuzluk kamaşması ve aydınlatma sistemindeki ışık kaynaklarının oluşturduğu maskeleme yansımaları ile genelde ekran yüzeyinde görülen yüksek ışıklılık yansımalarıdır. Aynı zamanda hacimlerin çoğunda yatay çalışma düzleminde aydınlık düzeyinin çok düşük olduğu, ekranın ışıklılık dengesizliği ve yüksek ışıklılık yansımalarından kaçınmak için uygun konumda olmadığı ayrıca pencerelerde stor veya perde kullanılmadığı saptanmıştır. Ancak kaynak belge ile ilgili yanıtlar yüzdesine baktığımızda burada yanıtların olumlu olduğu ve hiçbir olumsuzluğun yaşanmadığı görülebilir (Bkz. Şekil 8.7).

Yukarıdaki sonuçlar değişik hacimlerin denetleme listesinin ekran, klavye ve görsel çevre koşulları açısından değerlendirilmesinde önemli farklılıkların olduğunu göstermektedir.

Ekran ve klavye koşulları açısından sorun çıkmazken görsel çevre koşulları açısından büyük olumsuzluklar ile karşılaşılmaktadır. Bunlar:

- Yatay çalışma düzleminde aydınlık düzeyinin 300-1000 lux sınırlarının dışında olduğu saptanmıştır. Hacimlerin çoğunda çok düşük olan aydınlık düzeyi günışığının



engellenmesi için hiçbir önlemin alınmadığı pencerelere yakın alanlarda üst sınırı dahi aşabilmektedir (Ör. 2000 lux).

- Pencereler ile ışık kaynaklarının oluşturduğu yüksek ışıklılık yansımaları, ekrandaki görüntünün görülebilirliğini azaltarak maskeleme yansımalarına neden olmaktadır.
- Bazı hacimler için iç yüzeylerin yansıtma çarpanları istenen sınırlarda olmadığından bunlar ile ilgili birtakım olumsuzluklar görülebilmektedir.
- Kaynak belgenin okunmasında genel olarak olumsuzluk görülmemiştir. Bu da belgenin ekrana uygun bir düzleme yerleştirildiğini göstermektedir.
- Ekran konumunun ışıklılık dengesizliği ve yüksek ışıklılık yansımaları açısından uygun konumda olmadığı saptanmıştır.
- Dolaysız aydınlatma sisteminin uygulandığı hacimlerin çoğunda görsel çevre ile ilgili olumsuzluklar daha fazla olurken dolaylı aydınlatma sisteminin kullanıldığı hacimlerde ışık kaynaklarının neden olduğu maskeleme yansımaları ile konforsuzluk kamaşması görülmemekte, görsel çevre ile ilgili olumsuzluklar da daha düşük oranda gözlenmektedir.

Bu uygulama çalışması ile elde edilen tüm sonuçlar monitörle çalışılan ortamlarda çevre etkisinin değerlendirilmesi için önerilen yaklaşımın uygulanabilir olduğunu göstermektedir. Ayrıca monitörle donatılmış çalışma yerlerinde aydınlatma sistemi tasarımının görsel çevre öğeleri ile bir bütün olarak ele alınması gerektiğini vurgulamaktadır.



SONUÇ

Bu tezin amacı giriş bölümünde de belirtildiği gibi, monitörle donatılmış çalışma ortamlarında görsel konforun sağlanması ve çevre etkisinin değerlendirilmesi için bir yöntem geliştirerek bunu mimarların tasarım aşamasında kullanabilecekleri biçimde ortaya koymak idi.

Bu konu ile ilgili olarak, günümüze değin yapılmış çalışmalardan uygulamada yararlanma olanağı kısıtlıdır. Bunun dışında bilgisayar kullanılan işyerlerinde aydınlatma, görsel konfor ve verim araştırması ile görsel çevrenin değerlendirilmesini amaçlayan çalışmalar monitörle çalışılan ortamlarda iyi görme koşullarının sağlanması için gerekli görsel gereksinimlere yeterli duyarlılıkta ulaşmayı sağlayamamış çalışmalardır.

Bu tez çalışmasında ise;

- Monitör (VDU) ile çalışılan ortamlarda görsel konforun sağlanması gerektiğinin,
- Bugüne değin yapılan çalışmalardan farklı olarak, çevre etkisinin değerlendirilmesi boyutunu gözönüne alarak monitör ekranları ile ilgili görsel algılamada görsel konforun sağlanması için gerekli koşullar olan;
 - o ışıklılık oranları,
 - o aydınlık düzeyi değerleri,
 - o genel aydınlatmanın VDT görsel iş parçası üzerindeki etkisi,
 - o dolaysız ve dolaylı aydınlatma sistemleri,
 - o bölgesel aydınlatma
 - o gün ışığının denetlenmesiile
- İyi görme koşullarının sağlanması için gerekli görsel gereksinimleri belirleyen değişkenler olan;
 - o ekran,
 - o çevre,
 - o kullanıcı

gereksinimlerinin bir bütün olarak ele alındığı yeni bir yaklaşım geliştirerek monitör kullanılan mekânlarda görsel konforu sağlayarak çevre etkisinin öneminin ortaya konulması amaçlanmıştır.



Bu amaç doğrultusunda yapılan çalışmalar ile aşağıdaki sonuçlara ulaşılmıştır:

- Gelişen teknoloji ile birlikte bilgisayarların pekçok çalışma alanında kullanılması kaçınılmaz olmuştur. Buna bağlı olarak monitörle çalışılan ortamların doğru ve yeterli aydınlatılmasında karşılaşılan sorunları anlamak için kullanılan VDT tipleri ve bunların önemli birimlerinin işlevsel yapılarının bilinmesi gerekmektedir (Bkz. Bölüm 2).
- Görsel algılamanın gerçekleşebilmesi için görme alanında ışıklılık ya da renk türü karşıtıllıkları olmalıdır. Bakılan nesnenin arka planı ile olan karşıtıllığı azaldığında görme keskinliği düşer ve buna bağlı olarak görsel algılama zorlaşır (Bkz. Bölüm 3).
- Bilgisayar kullanımının bağlı olduğu etkenler: bilgisayar aracının kendisi ile görsel çevrenin birleşimi, yüksek ışıklılık yansımaları, ışıklılık dengesizliği, ekran, belge ve çevre arasındaki ışıklılık oranları, çalışma yerinin düzeni, değişik etkinlikler için görme açısı ve uzaklığı, kullanıcının görme sisteminin yetileri ve titreşime duyarlılığıdır (Bkz. Bölüm 4).
- Ekranda oluşan yüksek ışıklılık yansımalarının azaltılması için temelde, ya hacim içinde yüksek ışıklılık değerlerinin oluşumunu engelleyecek ya da yüksek ışıklılığa sahip yüzeyler varsa bunların VDT ekranından yansımaları ve kullanıcıyı rahatsız etmemesini sağlayacak bir yaklaşım ortaya konulur. Aydınlatma sistemi olarak dolaysız, dolaylı aydınlatma veya ikisinin birleşimine karar vermek, tavan yüksekliği ve hacim kullanımı gibi pek çok etkene bağlıdır.

İşıklılığı yüksek yüzeyler olan pencereler dolaysız gelen günışığı nedeniyle bilgisayar kullanıcısı açısından çok önemli sorunlar yarattığından, bilgisayar ekranları içeren hacimlerde pencerelerden giren günışığının önlenmesi kullanıcının görsel konforu açısından büyük önem taşımaktadır (Bkz. Bölüm 5).

- Aydınlatma sisteminin kullanıcı üzerindeki etkisi, kullanıcının aydınlatma koşulları açısından konforu ve bu koşulların yarattığı kamaşma sorunları, VDU kullanıcısı veriminin ekran kutuplaşması ve karşıtıllığının bir sonucu olarak incelenmesi, değişik aydınlatma sistemlerinin bilgisayar ekranı üzerindeki etkileri ve bir işyerinde aydınlık niteliğinin orada çalışanlar tarafından değerlendirilmesi konularında yapılan araştırmalar sonucunda monitörle çalışılan ortamlarda görsel konfor koşullarının ekran, görsel çevre ve kullanıcı öğelerini gözönünde bulunduracak yeni yaklaşımlara gereksinim olduğu görülmüştür (Bkz. Bölüm 6).



- 7. bölümde yer alan;

- o ışıklılık oranları
- o tavanda ışıklılık sınırlamaları,
- o aydınlık düzeyi değerleri,
- o genel aydınlatmanın VDT görsel iş parçası üzerindeki etkisi,
- o dolaylı, dolaysız ve dolaylı-dolaysız aydınlatma sistemleri,
- o bölgesel aydınlatma,
- o günışığının denetlenmesi

konularındaki veriler ve sunulan koşullar dikkate alınırsa görsel koşullardan çıkan monitör kullanımı ile ilgili sorunlar ortadan kaldırılmış olacaktır.

- Bilgisayar ile çalışmada sağlanan görsel koşullar üç bileşenin amacına bağlıdır:

- o Bilgisayar açısından amaç net, keskin ve dengeli bir ekran ile işlevleri kolayca yapabilecek bir klavye sağlamaktır.
- o Çevre açısından amaç konforsuzluk ve dikkat dağılması yaratmadan ekran, klavye ve kaynak belgenin kolayca görülebileceği koşulları sağlamaktır.
- o Kullanıcının amacı ise görsel sistem ile bilgisayar ekranını ve kaynak belgeleri rahatsızlık hissetmeden kullanmaktır (Bkz. Bölüm 8).

8.5 bölümünde sunulan yaklaşım sonucunda oluşturulan denetleme listesi VDU ve çevresi ile ilgili önemli koşulları içermekte ve bunların sağlanması için yanıtların büyük oranda olumlu olması gerekmektedir. Bu denetleme listesi ile ilgili örnekleme Ek 7'de sunulmuştur. Denetleme listesinin uygulanmasına ilişkin anket çalışması sonucu ekran ve klavye koşulları açısından sorunlar yaşanmazken görsel çevre ile ilgili koşullar açısından büyük olumsuzlukların çıktığı ve monitörle çalışılan ortamlarda aydınlatma sistemi tasarımının görsel çevre öğeleri ile bir bütün olarak ele alınması gerektiği vurgulanmıştır (Bkz. Bölüm 8.6, 8.6.1).

Gerek mimari tasarım aşamasında gerekse iyileştirme aşamalarında yukarıda belirtilen sorunların çözülebilir duruma gelmesi için sunulan önerilerin uygulanması ile monitörle çalışılan ortamlarda görsel konforun sağlanması ve çevre etkisinin değerlendirilmesinde izlenecek bir yol ve tasarım yaklaşımı önerisi ortaya konmuştur.



KAYNAKLAR

Anon, 1966, "American Standard Practice for Office Lighting", Illuminating Engineering Society of North America, New York: p.p. 6:8.

Anon, 1975, "Guide to Interior Lighting", CIE Publication 29, Commission Internationale de l'Eclairage, Paris.

Anon, 1980, IES Lighting Handbook, 6th edition, Illuminating Engineering Society of North America, New York.

Anon, 1981, "Lighting for Visual Display Units", CIBS, Technical Memoranda TM6, The Chartered Institution of Building Services, London: p.p.1-3.

Anon, 1981, "Office Lighting for Good Visual Task Conditions", Building Research Establishment Digest, p.p.4-6.

Anon, 1981, "Glaring Problems with Visual Display Units", Lighting Design, Electrical Review Vol.209, No.5, p.p.24, 25.

Anon, 1983, "Can You Offer Effective VDU Office Lighting", Electrical Times/October, p.p.39-41.

Anon, 1984, "CIBSE Code for Interior Lighting", The Chartered Institution of Building Services, London.

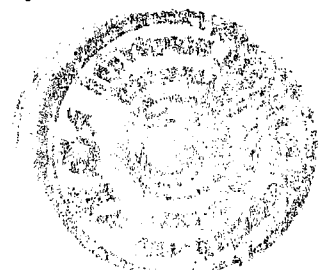
Anon, 1985, "Physical Comfort", Lighting in Architectural Comfort, Philips, Part:4, London: p.p.36, 37.

Anon, 1986, "Workstation with Visual Display Units (VDUS)", Guide on Interior Lighting, Second Edition, İ.T.Ü. Kampüsü, p.p.45-46.

Anon, 1987, IES Lighting Handbook, Illuminating Engineering Society of North America, Section 3, New York: p.p.37, 38.

Anon, 1989, "Areas for Visual Display Terminals", Lighting Guide, The Chartered Institution of Building Service Engineering, London.

Anon, 1997, "IES Recommended Practice for Lighting Offices Containing Computer Visual Display Terminals", Journal of the Illuminating Engineering Society, Summer, Vol.26, No.2, p.p.199-222.



Bauer, D. and Cavonius, C.R., 1980, "Improving the Legibility of Visual Display Units Through Contrast Reversal", *Ergonomic Aspects of Visual Display Terminals*, edited by E.Grandjean and E.Vigliani, Taylor and Francis, London.

Bennett, C.A., 1986, "Lighting Comfort and Performance in the Workplace", *Lighting Design + Application/August*, p.p.40-44.

Benz, C., Grob, R. and Haubner, P. 1981, *Gestaltung von Bildschirm-Arbeitsplätzen*, Verlag TÜV Rheinland, Köln. In English: "Designing VDU Work places", Verlag TÜV Rheinland, Köln, 1983.

Bernecker, C.A., Sanders, P.A. and Mistrick, P.C., 1995, "Reflected Luminance Patterns in Visual Display Units", *Journal of the Illuminating Engineers Society*, IESNA Annual Conference, p.p.8-15.

Bouma, H., 1980, "Visual Reading Process and The Quality of Text Displays", *Ergonomics Aspects of Visual Display Terminals*, edited by E.Grandjean and E.Vigliani, Taylor and Francis, London.

Cakir, A., 1978, "The Incidence of Eyestrain Among VDU Operators", *Eyestrain and VDUs*, Conference of the Ergonomics Society, Loughborough, England.

Cakir, A., Hart, D.J. and Steward, T.F.M., 1980, "Visual Display Terminals", John Wiley, Chichester.

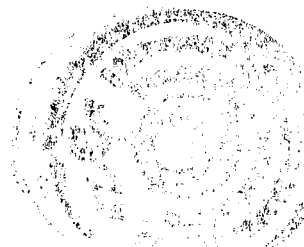
Christ, R.E., 1975, "Review and Analysis of Colour Coding Research for Visual Displays", *Human Factors*, Vol.17, p.p.542-570.

Çora, F., 1990, "Sonsuz Boyutlu Bir Tavanın Görüntüsündeki Işıklılık Ayrımlarının Sıfıra Yaklaştırılması", *Yüksek Lisans Tezi*, Y.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, s.18, 36-38.

Ginsburg, A.P., 1981, "Spatial Filtering and Vision: Implications for Normal and abnormal vision", *Clinical Applications of Visual Psychophysics*, eds. L.M. Proenza, J.M. Enoch, A. Jampolsky, Cambridge Univ. Press, p.p. 70-106.

Gillette, G., 1987, "Evaluating Office Lighting Environments", *Lighting, Design + Application/May*, p.p.4-6,46-47.

Goodwin, P.E., 1987, "Evaluation of Methodology for Evaluating Lighting for Offices with VDTs", *Journal of the Illuminating Engineering Society/Winter*, Vol.16, No.1, p.p.39-48.



Grob, R., 1980, Gestaltung von Bildschirm, Arbeitsplätzen, Online-adi Nachrichten, vol.19, p.162.

Haider, M., Kundi, M. and Weinbenbock, M. 1980, "Worker Strain Related to VDU'S With Differently Coloured Characters", Ergonomics Aspects of Visual Display Terminals, edited by E.Grandjean and E.Vigliani, Taylor and Francis, London.

Huws, V., 1994, "VDU Radiation and Related Parameters", VDU Hazards Handbook for the London Hazards Center.

Jaschinski, W. and Kikruza, 19876, "A Greater Viewing Distance Reduces Oculomotor Strain During Work A Visual Unit", Perception, Vol.16, No.2, p.268.

Kaufman, J.E., 1984, IES Lighting Handbook Reference, Vol.9, Illuminating Engineering Society of North America, New york: p.p.46-49, 3.9-327.

Kember, P. and Varley, D., 1987, "The Legibility and Readability of A Visual Display Unit at Threshold", Ergonomics, Vol.30, No:6, England p.p.925-931.

Kılıç, E. 1994, "Görsel Konfor Ölçütlerinin Belirlenmesinde Kullanılan Yöntemlerin İncelenmesi", Yüksek Lisans Tezi, Y.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Kokoschka, S. and Bodmann, H.W., 1978, Untersuchungen zum Beleuchtungsniveau und. Zeichenkontrast am Bildschirmarbeitsplatz. Lichttechnit, Vol.80, p.316.

Kokoschka, S. and Pleck, H.J., 1982, Experimenteller Vergleich von negativ undpositiv Darstellung der Bildschirmeichen, Licht Technische Gemeinschaftsagung, Lugano, Tagunanband.

Moore, F., Concepts and Practice of Architectural Daylighting, Van Nostrand Reinhold, New York: p.p.24-29.

Nylen, P., 1985, "A Light Phenomenon Perceived When Viewing CRT-Based VDT Screens with Positive Image", Applied Ergonomics/Summer, Ucpartment of Occupational Neuromedicine National Board of Occupational Safety and Health, Solna, Sweden, p.p.82-84.

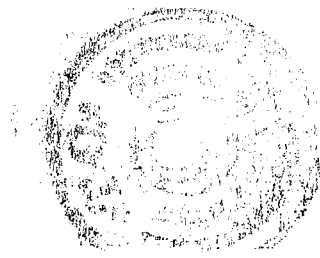
Overignton, I., 1976, Vision and Acquisition, Pentech Press, London.

Radl, G.W., 1980, "Experimental Investigation Optimal Presentation Mode and Colour of Symbols on CRT Screens", Ergonomic Aspects of Visual Display Terminals, edited by E.Grandjean and E.Vigliani, Taylor und Francis, London.

Reed, M., 1983, "Filters Give Light Relief to Operators", Installation and Contracting, Electrical Review, Vol.212, p.14.



- Ruffles, P., 1989, "New Solutions for VDU Lighting", Lighting Equipment News/September p.p.12-13.
- Shemitz, S.R. and Walker, G., 1986, "Visual Display Terminals", Interior Design/April, Vol.67, p.p.166-168.
- Sirel, Ş., 1984, "Aydınlatma Terimleri", Y.T.Ü. Basımevi, No.112, İstanbul, s.66, 68.
- Sirel, Ş., 1997, "Aydınlatma Sözlüğü" Yapı. Endüstri Merkezi Yayını, İstanbul.
- Smith, M., 1981, "An Investigation of Health Complaints and Job Stress in Video Display Operations", National Institute of Occupational Safety and Health, Cincinnati, U.S.A.
- Spencer, H., 1968, "The Visible Word", Lund Humphries, London.
- Şerefhanoglu, M., 1972, "Konutlarda Aydınlatma", Karaca Ofset Basımevi, İstanbul: s.30, 39, 40.
- Vigme, L., 1983, "Work on CRT Display Terminals", Brüel Kjaer, Ergonomics Evaluation of Lighting at Workplaces with CRT Display Terminals, Paris: p.p.4, 5, 7, 9.
- Uğur, N., 1995, "Bilgisayarla Çalışılan Ofislerde Konforsuzluk Kamaşması Denetimi Sağlayan Yapma Aydınlatma Sistemlerinin Tasarımı ve Uygulaması", Yüksek Lisans Tezi, İ.T.Ü. Mimarlık Fakültesi, İstanbul.
- Wilkins, A., 1986, "Intermittent Illumination from Visual Display Units and fluorescent Lighting Affects Movements of the Eyes Across Text", Human Factors, Vol.28, No.11, England: p.p.75-81.



EK 1:

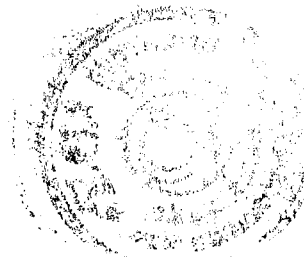
EKRAN FİLTRELERİ

Ekranların bulunuşundan ve kullanılmaya başlanmasından itibaren bazı bilim adamları, ekranların tehlikeli radyasyon yaydığı iddia etmişlerdir. O zamandan bu yana, ekranların yaydığı radyasyon üzerine bir sürü ölçümler yapılmış, ionlaşan ışınlardan oluşan, nükleer ışınlardan ve tıbbi röntgen (X-Ray) ışınlardan, çok düşük olduğu ve resmi önerilen standartların çok altında olduğu tüm dünyada rapor edilmiştir. Radyasyon kelimesi, ekranın etrafında oluşan elektrik ve manyetik alanları anlatan bir kavramdır. Ekranda oluşan elektrik ve manyetik alanlar, ionlaşmayan radyasyon olarak tanımlanır. İonlaşan radyasyonlar ise röntgen ve radyoaktif radyasyonlardır. Bu tip radyasyonları ekran yaymaz. Normal ekranlarda teknolojik olarak katod tüpünde, çok küçük miktarda röntgen radyasyonu bulunur. Fakat, ekranın kalın camı bu radyasyonu tamamiyle ortadan kaldırır. Ekranların yaydığı ionlaşan radyasyon tipleri şunlardır:

- 1- Röntgen ışınları,
- 2- Morüstü ışınları,
- 3- Kızılötesi ışınlardan,
- 4- Kısa dalgalar,
- 5- ELF-VLF ışınlardan,
- 6- Statik elektrik alanları.

Radyasyon dışında ekranlar ile ilgili diğer önemli bir sorun da ekran yüzeyinde oluşan yansımalar ve ekranın parlaklığıdır. Bu sorunu ortadan kaldırmak için ekran filtreleri son zamanlarda bütün bir çözüm olarak düşünülmektedir.

Ekran filtresinin en önemli işlevi, CVS (bilgisayar görüş sendromu) ile savaşmaya yaramasıdır. CVS'in anlamı bilgisayar görüş sendromudur. Ekran parlamasından doğan belirtilerin alanını tanımlamaktadır. Bunlar geçici miyopluk, göz zorlanması, baş ağrıları, bulanık görme, kuru veya rahatsız gözler, boyun ve sırt ağrıları, ışığa karşı yüksek hassasiyet, çift görme gibi belirtilerdir. Amerika'da, İngiltere'de, Fransa ve Almanya'da yapılan araştırmalar ekran kullanıcılarının %75'inin bir çeşit CVS etkisi altında olduğunu göstermiştir.



Dünyadaki monitör üreticileri ekran filtrelerinde parlamayı önleyici kaplamaları, pahalı olmasından dolayı, monitör üretiminde kullanmamaktadır. Sadece çok pahalı 431,8 mm (17 inch) ve daha büyük bazı monitörlerde ekran yansımalarını önleyici kaplama vardır. Fakat bu kaplamalar da görüntünün karışıklığını arttıramadığı için, fazla yarar sağlamamaktadır. Yeni monitörlerde kullanılan, kamaşmayı önleyici CRT camı veya ön yüzze spreylenen kaplama yansıyan ışığı dağıtır, fakat göze yansımalarını önlemez ve göze gelecek zararlı etkileri ortadan kaldırmaz. Oysa ekran filtreleri monitörden yansıyan ışığı azaltıp, ekranın karışıklığını yükseltmektedir. Ekrandan yansıyan ışığı çok basit bir camla önlemek mümkündür, ancak göze en çok zararlı olan monitörün yüzeyinden yansıyan ışık değil keza monitörün içinde bulunan fosfor tabakasından çıkan, gözle görülmeyen ışınlardır. Bu ışınları yansımatsız ekran filtreleri önlemektedir. Fosfor tabakasının yansıtıcılığı yükseltir. %40 ile %80 arası, fosforun tipine göre, fosfor tabakasından çıkar. Bu ışığın dışında, camdan yansıyan ışık %4 civarındadır.

Tabii ki başka olası çözümler de vardır. Ancak ekran yansımalarına karşı istenilen sonuç elde edilememektedir:

Gözlükler: Bunlar sadece gözle ilgili sorunlara yardımcı olurlar. Zaten gözleri bozuk kişilerin, ekranlarla çalışırken, aşırı yakın çalışmalarından dolayı özel bir gözlük takmaları gerekebilir. Fakat gözlükler, ekran yansımalarını önlemez veya bir monitörün kapasitesini zorlayıp, ekrandaki karakterleri ve şekilleri daha güzel göstermez.

İpek filtreler: Ekran yansımalarını önleyen ipek filtreler vardır. Işığı ve pencereden gelen yansımaları önleyebilirler, fakat ışık aşırı derecede azaltıldığından çok kısa zamanda göz zorlamasına neden olurlar. Ayrıca statik elektriği toplayıcı bir kaplama bulunmamaktadır.

Işık kaynaklarından oluşan iki tip yansıma vardır.

Dolaysız: Işık kaynağı veya güneş bilgisayar ekranına doğrudan yansıdığı zaman oluşan yansımalarıdır. Bu ışık, doğrudan kullanıcıların gözlerine yansımakta dolayısıyla ayna gibi düzgün yansımalara neden olmakta ve kullanıcı da ışık kaynağının görüntüsünü ekran yüzeyinde görmektedir.

Dolaylı: Monitörle çalışılan mekânda aydınlık düzeyi, ekrandaki karakter yansıma karışıklığını, azaltma noktasına çıktığı zaman ortaya çıkmaktadır.

Bunu anlamanın en iyi yolu, ekranın önüne projektör koyarak, hem karanlık odada, hem de açık ışıklı alanda ekranı gözlemektir. Ekran, açık alanda projektör önünde çok



daha saydam olacaktır. Bu durumu ölçmek mümkündür.

Gözüün yansımayı görme yeteneğine bağlı olarak, en iyi yollardan bir tanesi yansıma karşıtlığını ölçmektir, bu da bilimsel bir yaklaşım olan (Modüler Transfer Fonksiyonu veya MTF'dir. MTF yansımaları inceleyebilir ve yansıma kalitesini değerlendirme sonucu verebilir.

Ekran üreticileri, yansımayı önleyen kaplama ek maliyet getireceğinden bu sorundan kaçmaktadırlar. Ayrıca, mevcut kullanılan ekranları da değiştirmek, çok zamana ve pahalıya mal olacağından ekran filtrelerinin kullanımı kaçınılmaz olmaktadır. Bu filtreler hem kısa hem de uzun vadeli çözümler sunmaktadır. Dolaysız yansımalar için kullanılan anti-glare kaplama ile ışık kaynağından doğrudan gelen yansımaları büyük ölçüde azaltmaktadır (Bkz. şekil E.1, E.2, Huws, 1994).

Geçirgenlik, kullanılan monitörlerin tipine bağlıdır. Ayrıca çalışma yerindeki aydınlatma da çok önemlidir. Örnek olarak siyah-beyaz ekranlarla yeterli aydınlığa sahip hacimlerde çalışan çoğu kullanıcılar, normal olarak %31 geçirgen filtreyi seçerler. Diğer yanda, araştırmalar normal aydınlıktaki hacimlerde renkli monitörlerde %62 geçirgen cam kullanmanın en iyi ekran görüşünü sağladığını göstermiştir. %62 geçirgenlik renkli ekranlarda renklerle iyi bir denge sağlamaktadır.

Filtreler çok güçlü yansımaları ve ekranda oluşan kamaşmayı azaltmaktadır. Bu filtrelerde temel ilke ışığın dairesel kutuplaşması olup polaroid güneş gözlükleri, hava trafiğini denetleyen radar sistemleri, pencereler ve fotoğraf mercekleri için geliştirilmiştir.

Filtredeki dairesel kutuplaştırmacı iki tabakadan oluşmaktadır, biri kutuplaştırmacı diğeri azaltıcı olup bunların ikisi de birleştirilip bir çerçeveye yerleştirilmiştir. Kutuplaşmamış ışık şeklinde başlayan kamaşma dairesel kutuplaştırmacı filtreden geçerek burada birinci tabaka çizgisel kutuplaşmaya neden olmaktadır. İkinci tabaka bir azaltıcı olup tam yerine yerleştirilmiş ve çizgisel olarak gelen ışınları dairesel kutuplaşmaya çevirmektedir. Başka bir deyişle kutuplaşmanın yönü değiştirilmektedir. Işık bilgisayar ekranından yansıyana kadar filtreden geçmeye devam etmekte ve sonra geri dönmektedir. Bu sefer ters yönde dönmeye başlamaktadır çünkü dönmenin anlamı değişmese de ışığın gidiş yönü değişmiştir. Daha önce sağ yöne doğru dönerken şimdi sol yöne doğru dönmeye başlamakta ve bu durumda da filtreden geçememektedir. Bu filtre kullanıcının kendini zorlayarak ekrana ya da yansıyan imgelere odaklanmasını engellemekte ancak karşıtlığı azaltmamaktadır.

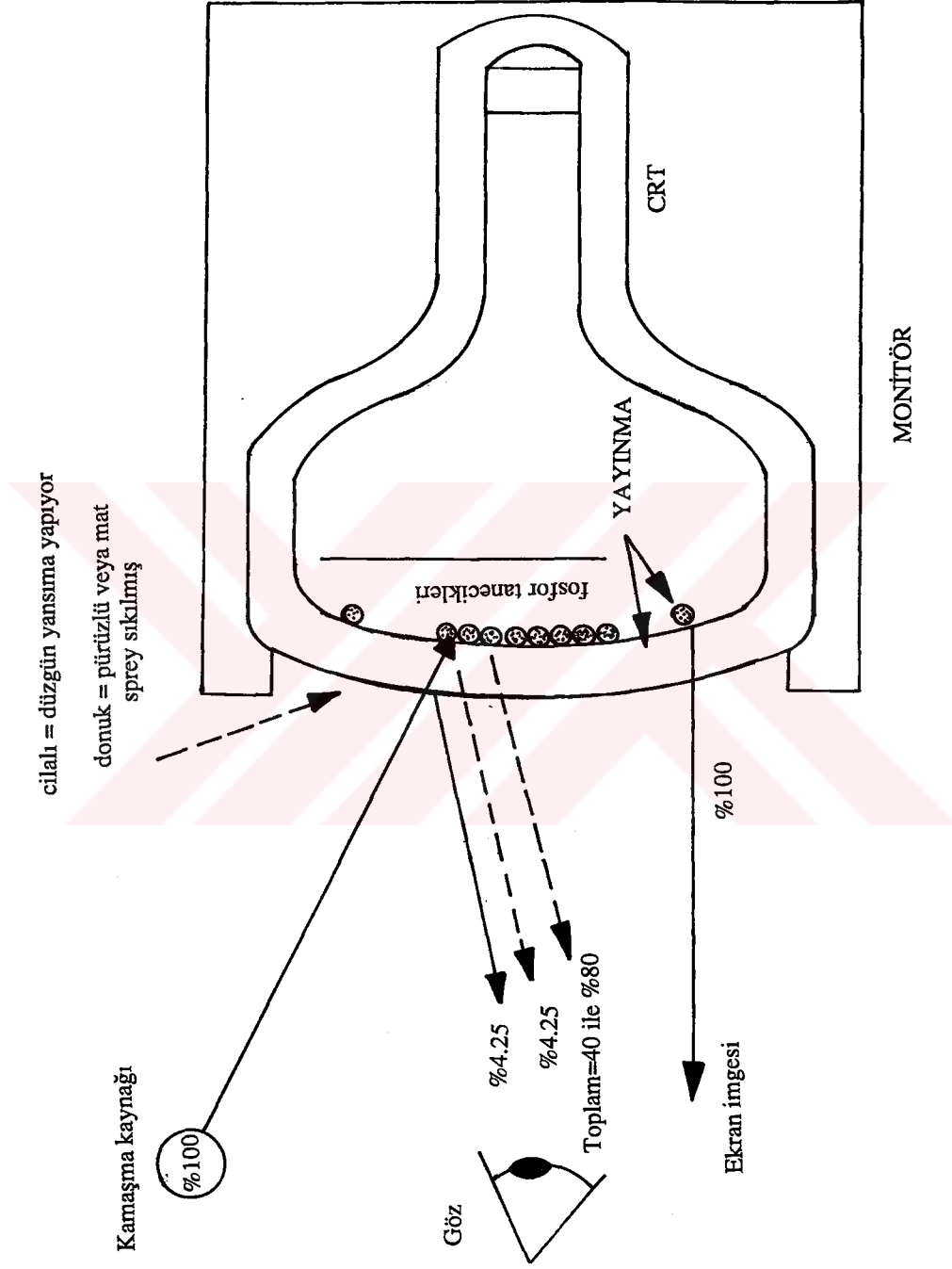


Kamaşma sorununu azaltmak için kutuplaştırıcı filtre dışında da çözümler bulunmaktadır. Basit bir yöntem bilgisayar tübünün yüzünü çizerek dağıtıcı bir yüzey oluşturmaktır. Buna ek bir çözüm tübün yüzüne çizilmiş bir plaka yerleştirmektir ancak bir camın önünde başka bir camı kullanmanın da birtakım zorlukları vardır çünkü optik olarak birbirinin eşi olan camlar kullanılmalıdır. Yine çizilmiş bir yüzey plakasının aynı optik özelliklere sahip bir yapıştırıcı ile tübe yerleştirilmesi gerekmektedir. Bu yöntemlerin yansımaları engellemekle birlikte iki sakıncası bulunmaktadır. Birincisi kamaşma kaynağı nedeniyle ışığın her tarafı kaplaması ile karışıklık azalabilir ve bilgiler okunamayabilir. İkinci olarak eğer ışık dağıtıcı tabaka bilgisayar ekranı üzerinden biraz kaldırılrsa görme keskinliği kaybolur.

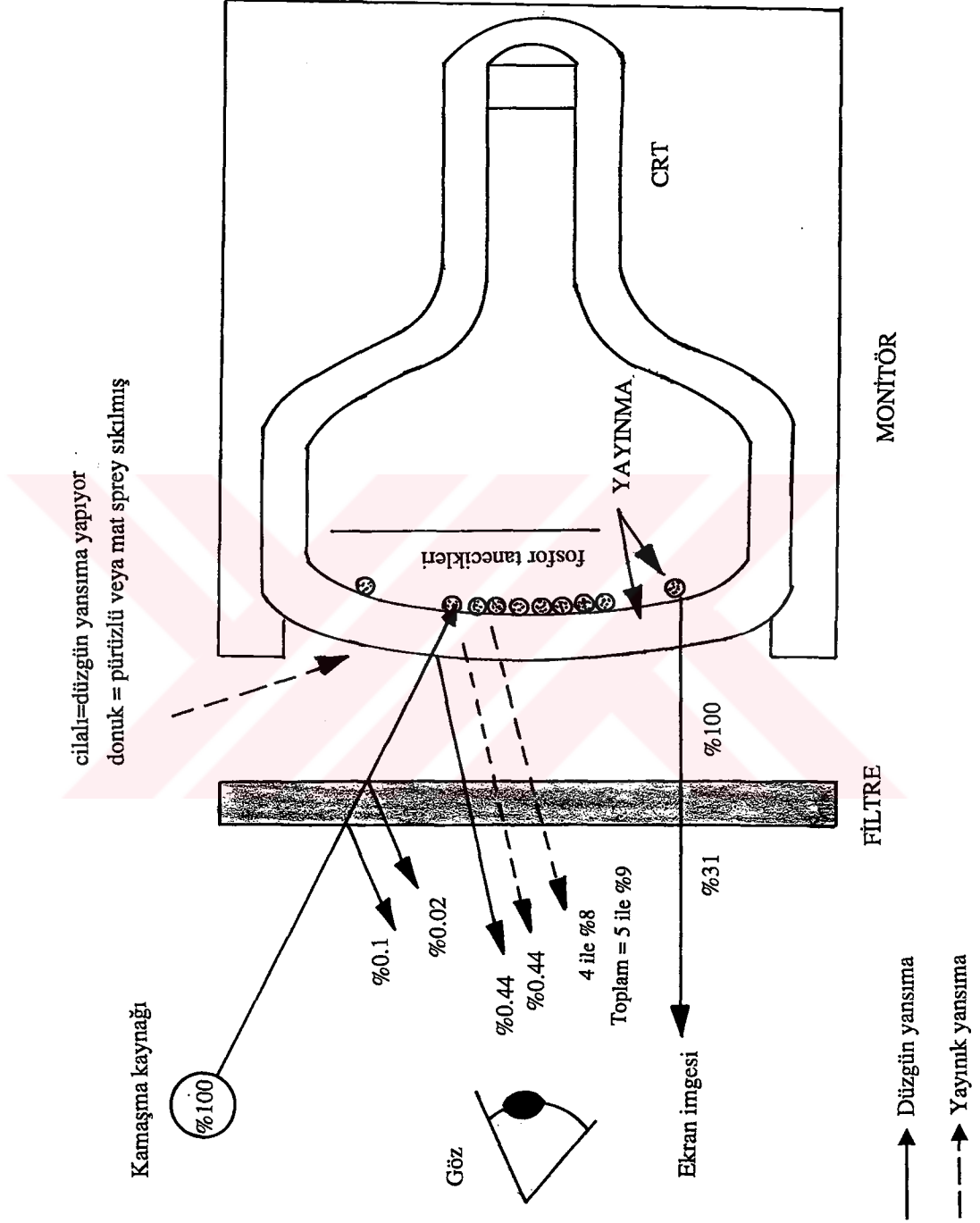
Kamaşmaya karşı bir başka yaklaşım da bilgisayar ekranına kutuplaştırıcı olmayan bir filtre takmaktır. Bu filtrede ışığı yutan nötr veya renkli bir malzeme bulunmaktadır. Yansımış ışık filtreden geçerek ekran yüzeyinden yansıyıp tekrar filtreden geçmektedir, oysa fosfordan gelen imge ışığı bir kere geçmektedir. Bu durumda kamaşma fosforlu imgeden daha büyük ölçüde yoğunluk azalmasına uğramaktadır. Kamaşma yoğunluğunu azaltmanın bir yolu da naylon bir ağ kullanmaktır. Ağı kullanmakta amaç ışığı yutmak ve engellemektir. Bu, ışık emici bir filtre yapmanın ucuz bir yolu olmakla birlikte burada görme keskinliğinde bir azalma söz konusudur.

Sonuç olarak filtrelerin ekran yüzeylerinde oluşan yansımaları ve kamaşmayı azaltmakta etkili olduklarını ancak bununla birlikte görme keskinliği açısından bazı sorunlar yarattıklarını belirtmek gerekmektedir. Bu nedenle ekran filtrelerinin yansıma ve kamaşma sorunlarının ortadan kaldırılmasında kesin birer çözüm olarak düşünülmesi mümkün değildir.





Şekil E.1 (Huws, 1994)



Şekil E.2 (Huws, 1994)

EK 2:

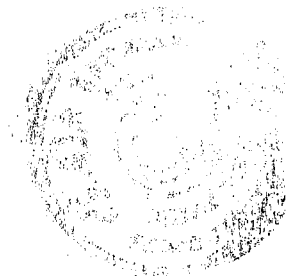
MONİTÖRLER (VDU) VE YÜKSEK ÇÖZÜNÜRLÜK

Benzer teknolojiler kullandıklarından monitörler, büyük oranda televizyon setlerini andırır. Aslında televizyon, daha fazla sinyal dönüştürücü devreler taşıyan bir monitördür. Televizyondan, TV istasyonlarından gönderilen sinyalleri televizyonun kullanılabileceği sinyallere çeviren tuner (diğer adıyla demodülatör) adlı bir devre vardır. Tuner devresinin ötesinde televizyon ve monitör aynı şekilde çalışır.

Monitörlerde kullanılan görüntüleme tekniğine "Raster Scan" adı verilmiştir. Bu teknik, televizyonlarda kullanılanla aynıdır. Raster Scan tekniğinde ekran, hareketli bir elektron ışını tarafından sürekli boyanır. Elektron ışınının ekranı boyaması bizim kitap sayfalarını okumamıza benzer; ışın ekranın sol üst köşesinden başlayarak görüntünün ilk ince satırını, bu bir satırlık görüntünün aktif olması gereken kısımlarını ışıktandırarak soldan sağa doğru tarar ve bir sonraki satırı taramak için bir alt sınıra geçer. Bu işlem yukarıdan aşağı doğru devam ettirilerek bütün görüntü taranır. Elektron ışını ekranı tararken, görüntü bağdaştırıcısının devreleri sürekli olarak video bellekten görüntü ile ilgili verileri okur ve bu verileri elektron ışınına kontrol eden sinyallere dönüştürür.

Yüksek çözünürlüğü olan bir RGB renkli monitörü, standart bir RGB renkli monitörüne dolayısıyla da renkli televizyon ekranına benzer. Her üçünde de görüntü, değişik parlaklık derecelerinde ışık vererek gökkuşağının renklerini yakalamaya çalışan kırmızı, yeşil ve mavi noktalardan oluşur.

Bütün monitörlerin temel parçası, havası boşaltılıp, içine başka elementler konmuş tüptür. Bu tübün yüzeyi fosfor tabakayla kaplıdır. Elektron tabancaları üç elektron ışını oluşturarak elektronları yayar. Bu ışınlar manyetik saptırma bobini tarafından yönlendirilir. Fosforlar, kendilerine elektron çarptığında her biri değişik renkte parlayan küçük kimyasal noktalardır. Gölge kalıbı, ışınları birbirinden yalıtarak her birinin doğru renkli fosfora çarpmasını sağlar. Kendisine elektron çarpan fosfor belli bir süre ışık yayarak aktif kalır ve sonra çözülür. Çoğu monitör için yüksek çözünürlüklü monitörler dahil olmak üzere ekrandaki görüntü, saniyede 60 kez taranır.



Çözünürlüğü yüksek olan monitörlerle diğer monitörler arasındaki en büyük fark, yüksek çözünürlüklü monitörlerde elektron ışınlarının standart VGA monitörlerden ya da televizyondan çok daha hızlı hareket etmek zorunda olmalarıdır. 1024x768 monitörde 640x480 (VGA)* monitöre göre iki kat daha fazla satır olduğuna göre, ışınlar da iki kat daha hızlı hareket etmek zorundadır.

ÇÖZÜNÜRLÜĞÜ ETKİLEYEN FAKTÖRLER

Bir renkli monitörün görüntüsünün netliğini belirleyen üç faktör bulunmaktadır. Bunlar: monitörün band genişliği, nokta uzaklığı ve yakınsaklığın doğru ayarlanmasıdır (Bkz. Şekil E.3). Aşağıda bu üç faktör ayrıntılı olarak incelenmiştir:

a) Band Genişliği (Band Width)

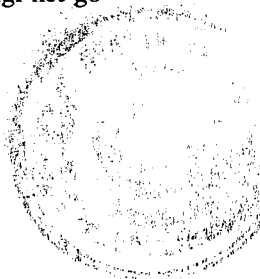
Bir monitörün band genişliği, o monitördeki elektronik devrelerin kullanabileceği en düşük ve en yüksek sinyal frekansları aralığıdır. Bu frekans aralığı monitörün gösterebileceği çözünürlüğü belirler. Çoğu zaman bir monitör için belirtilen band genişliği miktarı, o monitörün maksimum kapasitesini belirtmez. Daha çok o monitörün ideal çalışma şartlarında eriştiği aralığı belirtir. Belirtilen band aralığı bir miktar aşıldığında ortaya çıkacak tek görünür etki, ekrandaki her piksel köşesinin biraz gevşemesi olacaktır.

Monitörün herhangi bir grafik standardını görüntülemesinde gerekli minimum band genişliğinin hesaplanması için bilinmesi gerekenler piksel sayısı ve o standardı yenileme hızıdır (refreshing rate); band genişliği yaklaşık olarak toplam piksel sayısı (Yatay piksel sayısı ile dikey piksel sayısının çarpımı) ile yenileme hızının çarpımına eşittir.

Yenileme hızının 60 Hz olduğu 800x600 grafik modunda, bu hesaplama yapılırsa, 28.8 Hz'lik bir band genişliği ortaya çıkar. Bu rakam gerçekten de düşük uygulamada yatay ve dikey taramalar (retrace devrelerin bir satırın sonundan bir sonraki satırın başına ya da görüntünün en alt kısmından tekrar en üst kısmına atlaması için geçen süre) için fazladan zaman kaybedilir. Bu süre de band genişliğine eklendiğinde 800x600'lük bir sistem için en azından 30 MHz'lik bir band genişliği gerekli olur.

* VGA: Video Grafik Dizisi (Video Graphic Array) IBM'in PS/2 serisiyle piyasaya girmiştir. 262.144 renkten oluşan bir palet sunmaktadır. Bu paletten seçilen herhangi 256 renk 320x200 çözünürlükte ya da 16 renk 640x480 çözünürlükte kullanılabilir.

VGA'nın 640x480 piksellik maximum çözünürlüğünün, EGA'nın 640x350 piksellik çözünürlüğünden çok fazla üstün olmadığı düşünülse de, VGA'nın esas güçlü yanı, sağladığı net görüntüdür. VGA şimdiye kadar görülmemiş netlikte ve renkte görüntüler sunmaktadır.



b) Nokta Uzaklığı (DOT PITCH)

Nokta uzaklığı, iki piksel arasındaki uzaklığın milimetre cinsinden ifadesidir.

Renkli bir ekranda pikseller, her biri üç ana renkten (kırmızı, yeşil, mavi) birini içeren nokta üçlüsünden oluşur. Elektron ışınlarını doğru noktaya yönlendirmek yeterli olmaz çünkü ışının bir kısmı dağılabilir ve üçlüdeki diğer noktalara çarpabilir. Bu taşmanın sonucunda renk berraklığı kaybolur; parlak renkler donuklaşır. Bu etkiyi önlemek için bütün renkli bilgisayar monitörlerinde ve TV'lerde, "gölgeleme kalıbı" (shadow mask) adı verilen üzerinde ince delikler bulunan metal levha kullanılır. Gölgeleme kalıbı, görüntü tüpünün içine fosfor kaplamanın hemen arkasına yerleştirilir.

Gölgeleme kalıbı ve ekran tüpündeki fosfor kaplama, elektron ışınının sadece bir renk fosfor noktasına çarpmasını sağlamak amacıyla özenle ayarlanır. Üçlüdeki diğer iki nokta, kalıbın gölgesi (koruması) altındadır ve elektron ışını tarafından görülemez.

Gölgeleme kalıbındaki delikler arasındaki uzaklık, büyük oranda ekrandaki görüntünün kalitesini belirler. Sistemin doğru çalışması için ekran tüpündeki fosfor noktaları, kalıptaki deliklerle aynı uzaklıkta yerleştirilmelidir. Böylece delik uzaklığı nokta uzaklığını belirlemiş olur. Bu nedenle nokta uzaklığı gölgeleme kalıbındaki deliklerin arasındaki uzaklıkla belirlenir.

Çoğu 304.8-355.8 mm (12-14 inch) monitörler, 0.30 ile 0.40 mm arasında değişen nokta uzaklıklarına sahiptir. Bir monitörün nokta uzaklığı küçüldükçe, verebileceği görüntü o kadar netleşir.

c) Yakınsaklık (Convergence)

Yakınsaklık, bir pikseldeki üç renkli noktanın her birinin diğer ikisine göre hangi doğrulukla yerleştirildiğinin ifadesidir. Teoride, monitördeki görüntüyü oluşturmak için ekran tüpündeki fosfor yüzeyi tarayan üç ayrı elektron ışını tek bir noktada birleşmelidir ama uygulamada birbirlerinden biraz ayrılırlar çünkü tübün üç fosfor rengi üstüste değil yan yana dizilmiştir.

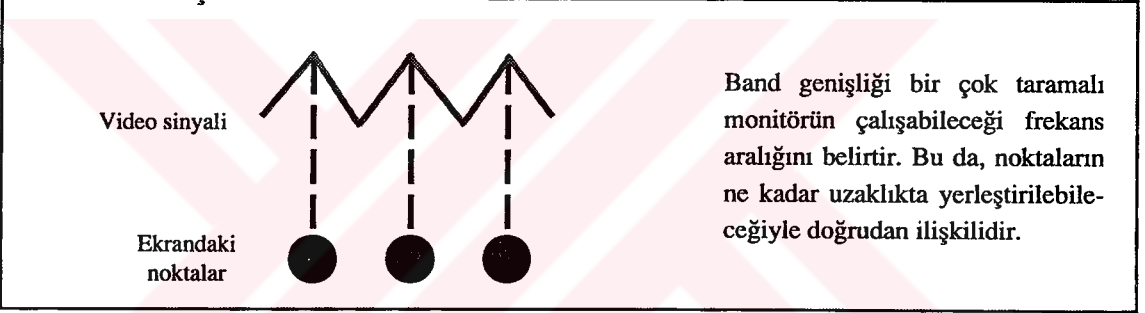
Mükemmel bir yakınsaklık sağlandığında ve üç elektron tabancası da bir fosforu harekete geçirdiğinde, sonuç bembeyaz bir piksel olacaktır. Ancak bu mükemmelliği bozan bazı faktörler vardır: her bir renk tabancasını kontrol eden elektronik devredeki küçük düzensizlikler, tabancaların ayarlanmasındaki küçük farklılıklar, elektron ışınlarını yönlendiren, manyetik alanlardaki varyasyonlar. Sonuç; piksellere iki veya üç renkliymiş gibi görüntü veren ideal pozisyonundan sapmış bir veya iki renk olacaktır. Nokta üçlüsünün ayrılmasından dolayı görüntü netlik ve çözünürlük kaybına uğrayacaktır.

Yakınsaklığın bozulması ekrandaki beyaz ve siyah renklerin doğallığını yitirmesine neden olacak böylece ekrandaki metin daha donuk görünecektir.

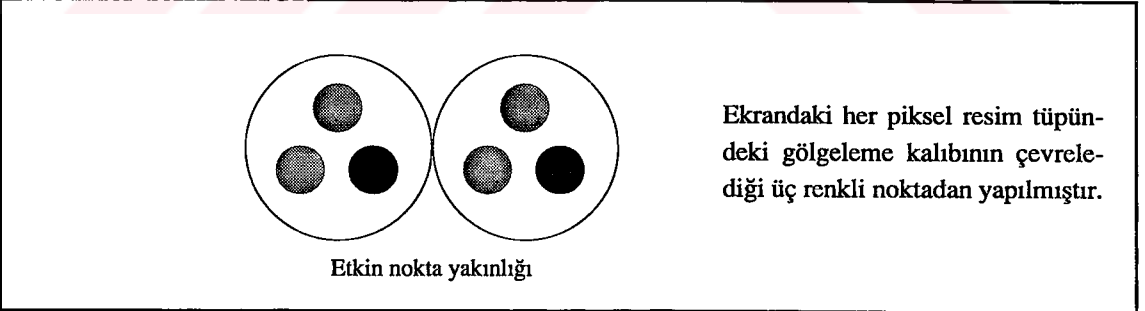
Yakınsaklık sorunları monitörün tasarımından kaynaklanmaz, daha çok uygulama kusurları olup bu nedenle aynı markanın aynı model iki monitörünün yakınsaklığı aynı olmayabilir. Yakınsaklık, ekranın bir bölümünden diğer bölümüne doğru dahi değişebilir (Elektron ışınlarını görüntünün köşelerinde kontrol etmek daha zor olduğundan, yakınsaklık sorunları daha çok bu bölgede oluşur).

Yakınsaklık hataları bir monitörün çözünürlüğünü kısıtlayan en önemli etkendir. Bazı monitörlerde yakınsaklık hatası 0.60 mm'ye kadar çıkabilir ki bu değer normal bir monitörün nokta uzaklığının yaklaşık iki katına eşittir. Bu da özellikle daha fazla bilginin ekrana gönderildiği yüksek çözümlemelerde kötü görüntü kalitesine neden olmaktadır.

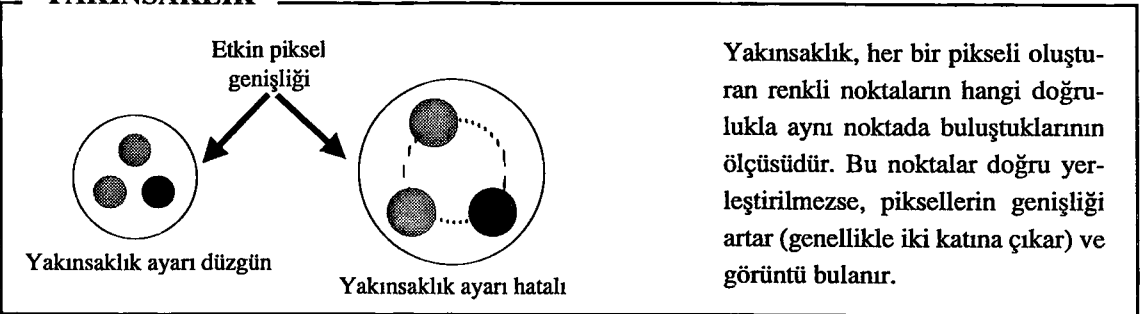
BAND GENİŞLİĞİ



NOKTA YAKINLIĞI



YAKINSAKLIK



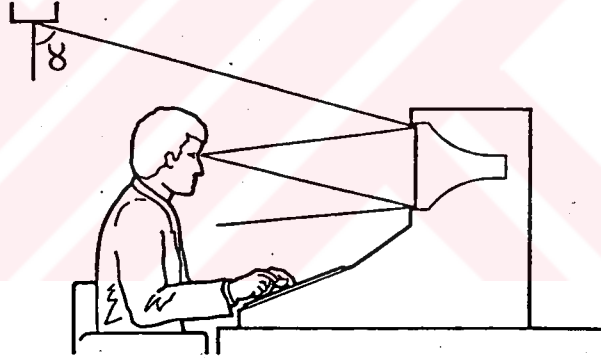
Şekil E.3

EK 3:

GÖZ-EKRAN-IŞIK KAYNAĞI GEOMETRİSİ

- Çalışma geometrisi

Kullanıcı, ekran ve dolaysız aydınlatma kaynağı arasındaki geometrik ilişkiyi örnekleyebilmek için en basit durumu incelemek gerekmektedir. Dikey olarak konmuş oldukça küçük, yassı ve merkezi göz seviyesinde olan bir ekran varsayalım. Şekil E.4'de görülebileceği gibi kullanıcı kendi yansıması ile aynı zamanda başının üstündeki belli bir alanın yansımasını da ekranda görecektir. Bununla birlikte bu olay ışık kaynaklarının tavan (çok arkada) ve büyük bir açıyla görüldüğü durumlarda oluşacaktır (Anon, 1989).



Şekil E.4- Dikey konumdaki ekranın üst yüzeyinden yansiyarak görülen uzaktaki ışık kaynağı (Anon, 1989)

Bu parametrelerin bir tanesi dahi değiştirildiği takdirde durum daha da kötüleşir. Ekranların çoğu hafifçe eğimli olup bu durumda ekranın üst tarafında daha büyük bir yansımaya açısına neden olmaktadır. Ekran arkaya doğru eğik olduğu zaman kullanıcının arkasındaki tavanın daha büyük bir bölümü ekrana girecektir. Oysa ekranın göz seviyesinin altında ve arkaya doğru eğimli olduğu durumda (bu bir insanın klavye ve ekranı kullanırken en rahat olduğu ergonomik durumdur) kullanıcının üstündeki tavanın görüntüsü daha da baskın olacaktır.

Yukarıdaki örneklerin hepsinde ekrandaki görüntü tavana monte edilen dolaysız aydınlatma kaynaklarına karşı olacaktır. Aynı zamanda ekranın üst tarafındaki yüksek görüş

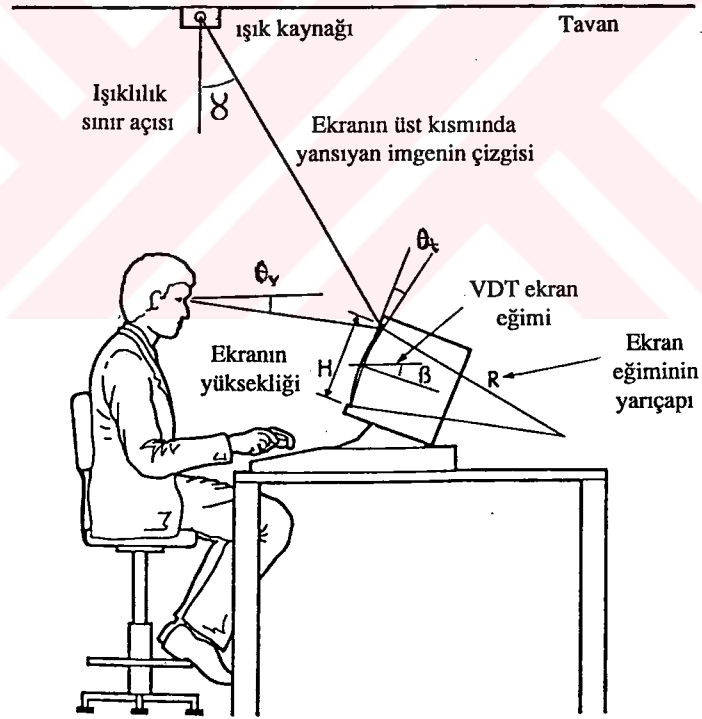


açılarındaki ortalama ışıklılığı 200 cd/m^2 'nin altında tek tek görülebilen ışık kaynaklarını bulmak çok zor olacağından bu aşamada alternatif aydınlatma düzenlerinin düşünülmesi gerekecektir.

- **Işık kaynağı sınıfının seçimi**

Bir dizi kullanıcı/ekran geometrisi biliniyor ya da var olduğunun varsayılması gerekiyorsa o zaman E.6'daki (Anon, 1989) nomograma bakarak doğru olan dolaysız aydınlatma kaynağının sınır açısı belirlenebilir. Daha sonra bu açılara karşılık gelen ışık kaynakları üretilen kaynaklar arasından seçilebilir.

Şekil E.5'de ekran eğimi dendiğinde ekranın ana yüzeyi düşünülmemekte olup tüpü oluşturan eğimler değil ekran camının arkaya doğru eğimi dikkate alınmaktadır. Eğer üreticiden bu ekran eğimi ile ilgili bilgi elde edilememişse o zaman ekranın merkezi ile ekranın üst yüzeyinin yaptığı açı ölçülebilmekte veya tahmin edilebilmektedir. Nomogramda (E.6) θ_t olarak gösterilen bu açıdır.



Şekil E.5- Göz, ekran ve kaynak için tipik geometri (Anon, 1989)

Bu nomogramda kullanılan ilk parametreler ekranın eğimi R ile ekranın yüksekliği H'dır. Bu iki etken ekranın üst yüzeyindeki gerçek eğim açısı θ_t 'yı belirler.

Bu nomogramın nasıl kullanıldığını göstermek üzere çeşitli ekranların sabit olarak bulunduğu bir çalışma masası örnek olarak alındığında normalde ekranların sürekli kullanıldığı böyle bir ofiste 1. sınıftan* ışık kaynaklarına gereksinim duyulacaktır. Bu örnekte ekranlar 310 mm yükseklikte olup 1.5 m yarıçap eğimleri bulunmaktadır. Bu da ekranın üst yüzey eğimi ile ekranın merkezi arasındaki açı 6° demektir.

Şimdi bu açı ekran eğim çizgileri ile çatıştırılsın. Bu örnekte bütün ekranlar masalara 10°'lik düşey açı ile yerleştirilmiştir. Bu kesişme noktasından yukarıya gözden ekranın üst yüzeyindeki θ_v açısı ile birleşecek bir çizgi çekilsin. Bu örnekte bu açı 10°'dir. Bu kesişme noktasından ışıklılık sınırı okunduğunda bu yaklaşık 68° olup 2. sınıfa* denk gelmektedir.

Işıklılık sınır açısı γ aşağıdaki eşitlikle belirlenebilir:

$$\gamma = 90 - [2(\beta + \theta_t) - \theta_v] \quad (E.1)$$

Burada β ekran eğim açısı: θ_t ekranın üst tarafında ekran yüzeyinin eğim açısı: ve θ_v yatayın altında görüş çizgisinin açısıdır. Tüm açılar derece ile ölçülmüştür.

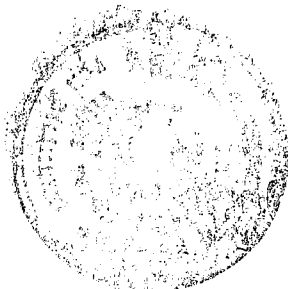
θ_t aşağıdaki eşitlikle belirlenir:

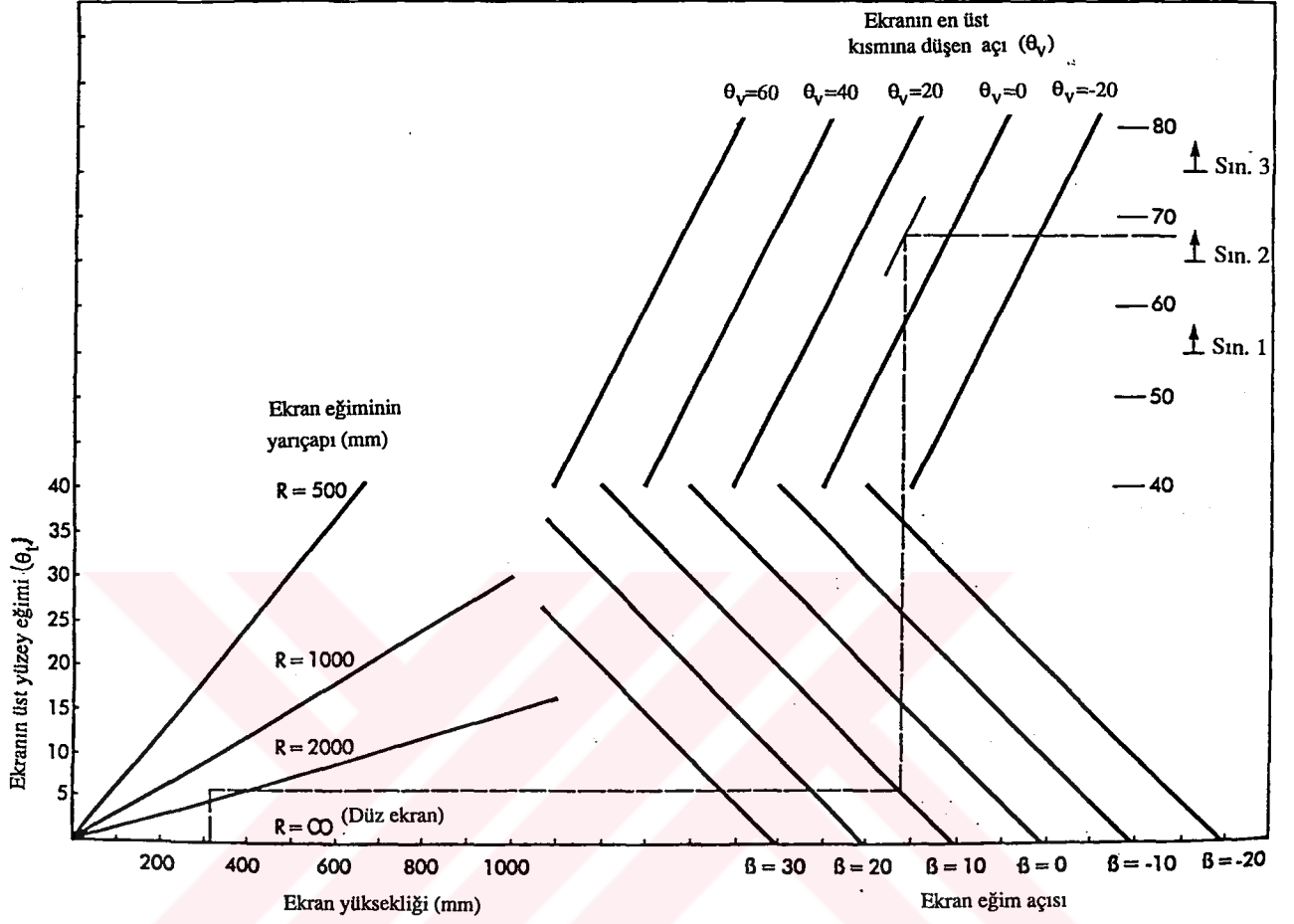
$$\theta_t = \sin^{-1} H/2R \quad (E.2)$$

Burada H ekranın yüksekliği; ve R yükseklikle aynı birimlerde ölçülmüş ekran eğiminin yarı çapıdır.

Bir başka önemli nokta da, ekran eğim açısında 5° lik bir değişim ışıklılık sınır açısında 10° lik bir değişime neden olur. Bu açıdan nomogram sadece tamamen sabit bir geometrisi olan düzenler için uygulanabilir.

(*) Sınıf 1 ve sınıf 2 ile ilgili gerekli bilgi 5.2.1 bölümünde yer almaktadır.





Şekil E.6- Herhangi bir VDT montajı için gerekli ışıklılık sınırını belirleyen nomogram (Anon, 1989)

- **Mevcut ışık kaynakları**

Burada zaten var olan kaynakların bulunduğu bir alanda hangi uygun VDT'nin kullanılacağına incelemek gerekmektedir.

Önce ışık kaynağı üreticilerinden VDT'lerin ışıklılık sınır açıları ile ilgili bilgi edinmek gerekmektedir. Eğer öyle bir bilgi elde edilemiyorsa bir örnek ışık kaynağı alınıp, ışık ölçme laboratuvarında incelenebilir.

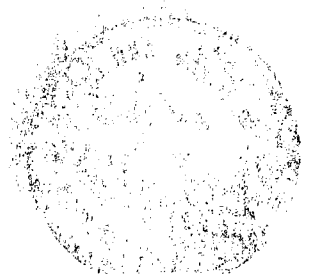
Işıklılık sınır açısı biliniyor ise nomogramda bu açıdan boydan boya bir çizgi, ekranın tipi de biliniyor ise nomogramın en alt kısmında ikinci bir çizgi çizilir. Böylelikle ekranın eğimi ve ekranın üst yüzey açısı ile ne gibi çeşitlemelerin olanaklı olabileceğini

görmek mümkündür. Bu nomogramın sağ kısmından dikey bir cetvel hareket ettirerek açı birleştirmeleri kontrol edilebilir.

Örnek olarak 1. sınıftan bir ışık kaynağı ile θ_t açısının 15° olduğu varsayılır. Dikey cetvel θ_t 'nin 15° olduğu çizgiye yerleştirildiğinde bu $\beta=0$ ekran eğim çizgisini keser ve böylece bir düşey ekranın konumunun nasıl olması gerektiği görülür. Cetvelin 1. sınıf (55°) çizgisini kestiği noktada ise ekranın göz yüksekliğinden 5° yukarıda olabileceğini görmek mümkündür ($\theta_v=-5^\circ$, eğer ekran düşey olsaydı).

Cetveli sola doğru hareket ettirerek ekranın göz yüksekliğinin altında 10° 'den düşük olduğunda arkaya doğru 7.5° 'lik eğim ile yatırılabilceği görülür.

Nomogramı bu şekilde kullanmak mevcut ışık kaynakları ile bilinen bir ekranın nasıl hareket ettirilebileceğini bilmek için yeterli olmayıp, aynı zamanda sabit bir ekran konumunda ekran eğiminin ne kadar olduğunu bilmek açısından da yararlıdır. 2. sınıftan VDT ışık kaynaklarının olduğu ve ekranların göz seviyesinin 20° altında 300 mm yükseklikte ve 15° eğim açısı olduğu varsayılırsa bu eğim yarı çapları 1.15 m'den az ve θ_t açısı 7.5° olan ekranların kullanılmaması demektir.



EK 4:

DOLAYLI AYDINLATMA AYGITLARI İÇİN AYDINLIK DÜZEYİ VE IŞIKLILIK HESAPLAMALARI

Dolaylı aydınlatma kararı alındıktan sonra çalışma düzlemi için gerekli aydınlık düzeyi ile tavan ve duvarlarda ortalama ve maximum ışıklılığı hesaplama gereği ortaya çıkmaktadır. Dolaylı aydınlatmada kamaşma indeksini dikkate almak gerekmemektedir. Normal görüş açısından aygıtın iç yüzeyinin görülmemesi için bir engel kullanarak konforsuzluk kamaşması denetlenebilir.

ÇALIŞMA DÜZLEMİNDE AYDINLIK DÜZEYİNİN HESAPLANMASI

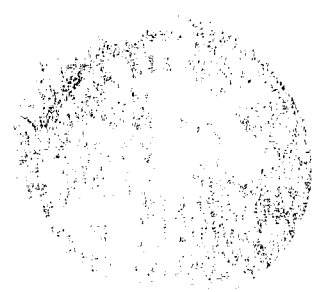
Çalışma düzlemindeki aydınlık düzeyi, gerekli aydınlığın düzgün yayılmışlığına bağlı olarak, üç değişik yöntemle hesaplanabilir. Son iki yöntem sadece dolaysız aydınlatmanın oluşturduğu aydınlık düzeyini hesaplamak için kullanılır. Ek olarak iç yansıma ve ya dolaylı aydınlatma sonucu oluşan aydınlık düzeyinin de hesaplanıp dolaysız aydınlık düzeyine eklenmesi gerekmektedir.

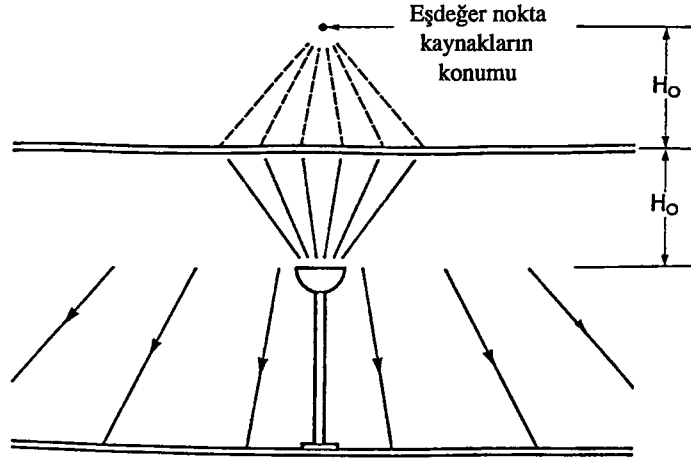
a) Kullanma çarpanı yöntemi

Genel aydınlatma açısından yatay bir çalışma düzleminde düzgün yayılmış bir aydınlık amaçlandığında kullanma çarpanı hesaplanması için bir neden bulunmamaktadır. Ayrıca bu kullanma çarpanı üreticiden elde edilebiliyorsa doğrudan lümen yöntemi kullanılabilir.

b) Sanal dolaysız aydınlatma aygıtı yöntemi

Bu yaklaşımdan tavanın üst kısmında dolaylı aydınlatma aygıtının aslı gibi bir donanımın olduğu varsayılmaktadır (Bkz. Şekil E.7). Bu yaklaşımı kullanmak için ya dolaylı aydınlatma aygıtı için ya isolux diyagram ya da dolaylı aydınlatma aygıtından uzaklığı gözönüne alarak aydınlık düzeyi/1000 lumenlik bir lamba geriveriminin aydınlık değişim eğrisi gerekmektedir.

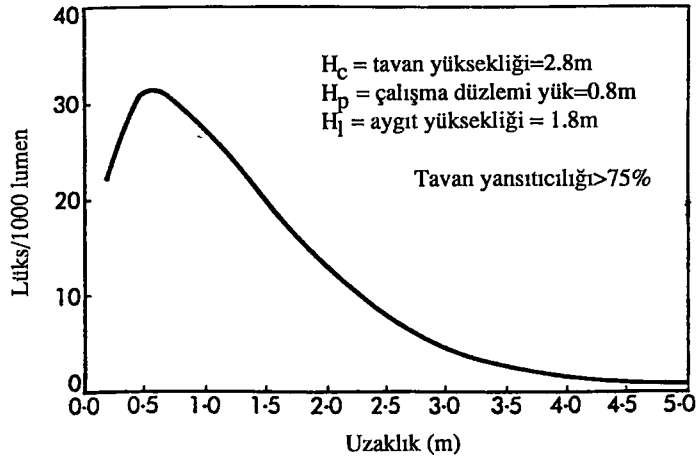




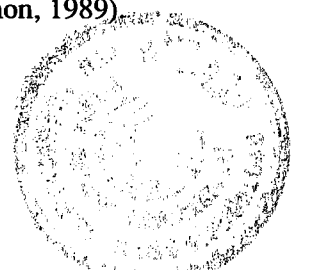
Şekil E.7- Dolaysız aydınlatma hesaplamasında sanal ışık kaynağı yöntemi. Işık kaynağı tavanda etkin bir biçimde yansıtılmaktadır (Anon, 1989).

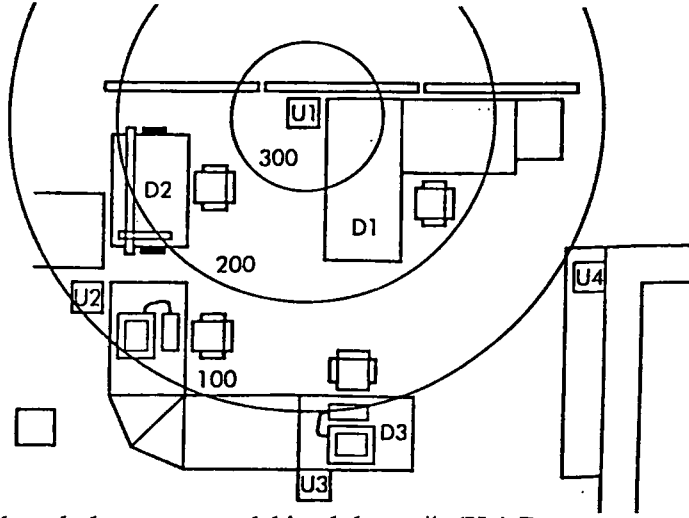
c) Aydınlığın dış çizgileri yöntemi

Çalışma düzleminde düzgün yayılmış olmayan bir aydınlık düzeyinin amaçlandığı bir bölgesel aydınlatma sisteminde her dolaylı aydınlatma aygıtı için aydınlığın dış çizgi yaklaşımını kullanmak mümkündür. Bazı üretici firmalar Şekil E.8'de gösterilen bir bilgi sunmaktadır. Bu eğriler belli bir yansıtıcılığı ve yüksekliği olan bir tavandaki dolaylı aydınlatma aygıtının çalışma düzleminde oluşturduğu dolaysız aydınlık/1000 lumen'lik lamba geriverimini vermektedir. Bu gibi diyagramlar yüksekliği bilinen bir tavandaki ışık kaynağının aydınlattığı alanın dış çizgilerini belirlemede kullanılabilir. Yine bu dış çizgiler ile her dolaylı aydınlatma aygıtını diyagramın merkezine yerleştirerek, bunun her masada oluşturduğu dolaysız aydınlık düzeyini hesaplamak mümkündür (Bkz. Şekil E.9). Aynı zamanda bu diyagramda masayı merkez alarak tüm kaynakların oluşturduğu aydınlık düzeylerinin toplamını hesaplamak da mümkün olmaktadır (Bkz. Şekil E.9).

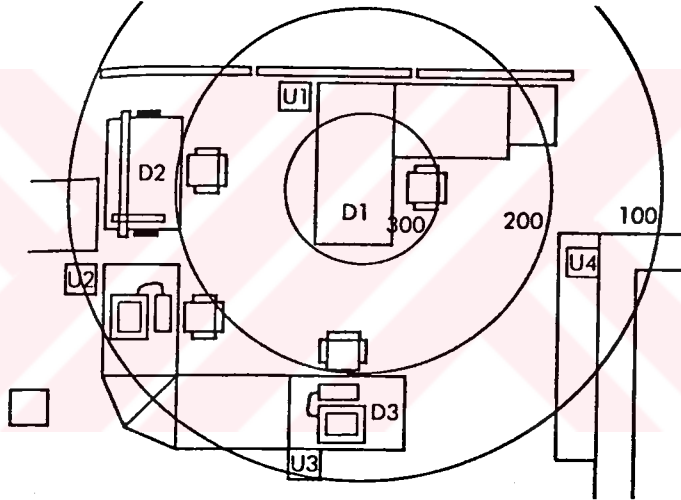


Şekil E.8- Simetrik bir dolaylı aydınlatma aygıtı için aydınlık düzeyi grafiği (Anon, 1989).





Şekil E.9- Dolaylı aydınlatma aygıtındaki ışık kaynağı (U₁) D₁ masasında 250 lüks, D₂ masasında 220 lüks ve D₃ masasında 100 lüks'ten az aydınlık düzeyi yaratmaktadır (Anon,1 989)

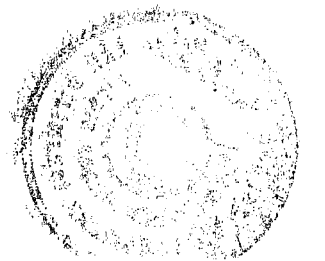


Şekil E.10- D₁ masasında ışık kaynağı U₁ tarafından 250 lüks, U₂ ve U₃'ten 100 lüks ve U₄ ten 170 lüks aydınlık düzeyi toplanmaktadır (Anon, 1989)

ORTALAMA TAVAN IŞIKLILIĞININ HESAPLANMASI

Bir dizi düzenli dolaylı aydınlatma aygıtının bulunduğu bir hacimde tavanın ortalama ışıklılığı aşağıdaki eşitlik ile hesaplanabilir.

$$L_t = \frac{N Fr UF_c}{A_c \pi} \quad (E.3)$$



Burada:

- L_t = Tavanın ortalama ışıklılığı (cd/m^2)
- N = Lamba sayısı
- F = Işık kaynağının ışık akısı (lumen)
- UF_c = Tavan için kullanma çarpanı (Bkz. Anon, 1981/TM5)
- r = Tavanın yansıtma çarpanı
- A_c = Tavanın alanı

Düzensiz aralıklarla dizilmiş dolaylı aydınlatma aygıtları söz konusu olduğunda ortalama ışıklılık, tavanda saptanacak düzenli noktaların ışıklılığı hesaplanarak tahmin edilir. Her noktadaki ışıklılığı aşağıdaki eşitliği kullanarak hesaplamak mümkündür.

$$L_t = \frac{I.r.\cos\theta}{d^2} \quad (E.4)$$

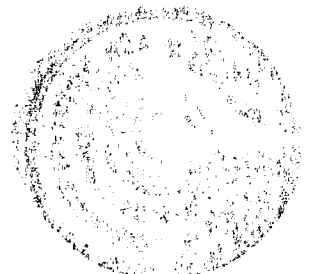
Burada:

- L_t = Tavanın belli bir noktasındaki ışıklılık (cd/m^2)
- I = Işık yeğinliği (cd)
- r = Tavanın yansıtma çarpanı
- d = Işık kaynağı ile tavandaki nokta arasındaki uzaklık (m)
- θ = Dolaylı aydınlatma aygıtını tavandaki nokta ile birleştiren çizgi ile normali arasındaki açı.

Yatay tavanlar için bir başka eşitlik de aşağıda verilmiştir:

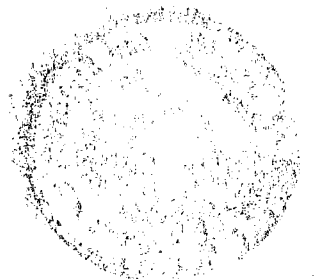
$$L_o = \frac{I.r.\cos^3\theta}{H_o^2} \quad (E.5)$$

burada H_o ışık kaynağının üzerindeki tavanın dikey yüksekliğidir (m).



MAKSİMUM İŞIKLILIĞIN HESAPLANMASI

Bir dolaylı aydınlatma sistemi ile elde edilecek maksimum ışıklılığı hesaplayabilmek için kaynağın ışık yeğirliğı ile yüzeyin yansıtma özelliklerinin bilinmesi gerekmektedir. Bu bilgiler sayesinde maksimum ışıklılığın nerede olacağı önceden bilinir. Bundan sonra yukarıdaki eşitlik ile oradaki ışıklılık hesaplanabilir. Genelde ışık kaynağının üstünde ışık yeğirliğinin maksimum olduğu nokta ile 5°'lik aralıklarda bulunan noktaların ışıklılıklarının denetlenmesi gerekmektedir.



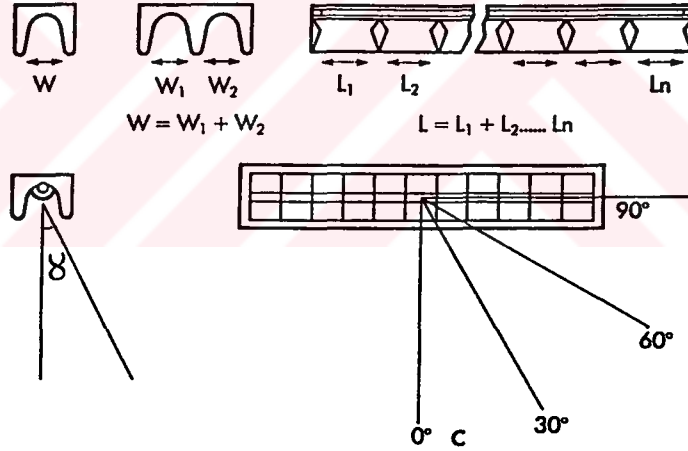
EK 5:

DOLAYSIZ AYDINLATMA AYGITI TASARIMI

HESAPLAMA YÖNTEMİ

- Işıklılık Sınırı

Aydınlatma aygıtının fotometrik ölçümlere uyması için ortalama ışıklılığın 200 cd/m^2 'yi geçmemesi sağlanmaktadır. Bu her azimut açısı için geçerli olmakla birlikte ölçme amacı açısından 0° , 30° , 60° ve 90° 'lık azimut düzlemlerine göre ölçülmektedir. Bu hesaplamalar için gerekli bilgiler palet/yansıtıcının düzlem alanı, $0/30/60/90$ azimut düzlemleri ve lamba/balast verileri için yükselti açısından sınırlılık açısının üstündeki ışık yeğirliğidir (Bkz. E.11).



Şekil E.11- Işıklı alanların hesaplanmasında kullanılan ölçütler. Azimut düzlem açılarının (C) çalışma noktasına dikkat edilmelidir (Anon, 1989).

Işık kaynağının simetrik bir dağılımı yoksa 120° ile 330° arasındaki her 30° 'lik azimut düzlemi için ışıklılığın kontrol edilmesi gerekmektedir. Verilen bir açıdaki ışıklılık aşağıdaki eşitlik ile bulunabilir:

$$L_a = \frac{\text{INFK}}{1000 \text{ DW} \cos \gamma} \quad (\text{E.6})$$



Burada:

$L_a = 0^\circ, 30^\circ, 60^\circ, 90^\circ$ derecede azimut düzlemlerindeki ışıklılık değeri (cd/m^2)

$I =$ Verilen azimut düzleminde γ açısında ışık yeğirliği (cd/1000 lm)

$N =$ Lamba sayısı

$F =$ Lamba geriverimi (lümen)

$D =$ Palet elemanlarının toplam uzunluğu (m)

$W =$ Palet elemanlarının toplam genişliği (m)

$\gamma =$ Işıklılık sınır açısı

$K =$ Ayarlanmış veya loşlaştırılmış balastlar kullanıldığında kısma oranını ya da standart çok yüksek frekanslı balastlarda yüksek verimi açıklayan çarpan.

Işıklılık sınırı hesaplamaları o lamba uzunluğu için normal olarak T8 kripton ile doldurulmuş içfosforlu standart verimli lambalar veya standart balastlar ile yapılmalıdır. Eğer ışık kaynağı daha düşük verimli bir lamba veya değişik bir balast ile sadece belli bir sınıf sınırını karşılıyorsa o zaman bunların ışık kaynakları ile ilgili verilerde belirtilmesi gerekmektedir.

Aynı zamanda ışık kaynaklarının palet uzunluğu boyunca yüksek ışıklılık noktaları yaratmadığı da denetlenmelidir.

Bu etki bilgisayar ekranına yansıdığında özellikle dikkat çekici olmaktadır. Bu parça ışıklılık, ışıklılık sınır açısının üstündeki herhangi bir açıda 500 cd/m^2 'yi geçmemelidir. Bunların $0^\circ, 30^\circ, 60^\circ$ ve 90° azimut düzlemlerinde kontrol edilmesi gerekmektedir. O zaman 2. sınıftan bir ışık kaynağındaki parça ışıklılığının bu dört azimut düzleminde 65° 'lik açısının üzerinde 50 cd/m^2 'yi geçmemelidir (Anon, 1989).

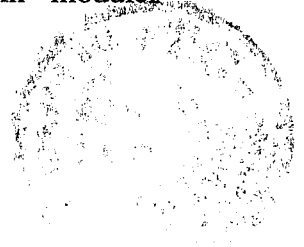
AYDINLATMA AYGITI TASARIMI

a) Yalın engelleme tekniği

Donuk, siyah paletlerin kullanıldığı yalın engelleme teknikleri sonucunda kötü ışık verimi oranı elde edildiğinden, bunların ısmarlama tasarımın gerektiği aşırı durumlarda kullanılması daha doğru olacaktır.

b) Küçük hücreli palet düzlemi

Genellikle ışık verimi oranının %35 olduğu gümüş veya altın metalize edilen plastik paneller kullanılmaktadır. Bunun en büyük yararı ışık kaynaklarının modüler



genişlikleri bakımından, lamba sayısından bağımsız olarak, aynı kalabilenleridir, örneğin 2 lamba 600 mm genişliğinde veya 1 lamba 300 mm genişliğinde kullanılabilir. Palet panellerini seçerken tedbirli olmak gerekmektedir. Çünkü bunların daha büyük örtülme açıları bulunmakta olup bu da ışıklılık denetimi açısından olumsuz bir etki yaratmaktadır.

c) Yansıtıcı/palet tasarımı

Her lamba en iyi durumda tasarlandığında LOR %60/70'e çıkmaktadır. Bu en verimli ve en etkili çözüm olduğundan önerilmektedir. Bununla birlikte yansıtıcı tasarımı seçimlerinde tasarımcının uzak kalması gereken çok şiddetli çelişkiler de olabilir.

d) Tavan modülleri

Yüksek verimli lambalar ve denetim mekanizmaları tek lambalı aygıtları çok yaygın bir çözüm haline getirmiştir. 300 mm genişliğindeki bir aygıtta tek bir lamba kullanmak son derece ciddi palet tasarımı sorunlarına yol açabilir. İyi bir ışıklılık denetimi için palet genişliğinin 200 mm'den az olması gerekmektedir. Bu aynı yorum 600 mm'lik ikiz lambalı aygıtlar için de geçerlidir.

e) Enine denetim

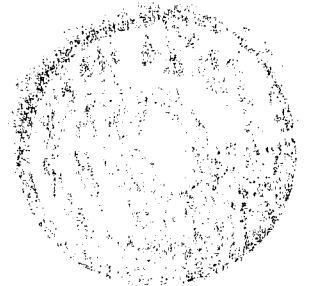
Bu denetim yansıtıcı açıklığı ile lamba konumunu içeren basit bir geometri olayıdır. Bununla birlikte yansıtıcının kendisi de önemli olmaktadır. Çünkü pek çok tasarımda içe doğru kıvrımlılık ilkesi kullanılarak ışığın düşeye yansması sağlanmaktadır. Yansıtıcının alt bölümü lambayı engelleyen açının üzerine çok önemli lamba imgelerini yansıtabilir. Bunun tersine ışığı dağıtan yansıtıcı kenarları ışık akışını aşağı doğru yönlendirerek aşağı doğru yönlendirerek engelleme açısının dışına imgelerin sarkmasını önleyebilir.

f) Eksenel denetim

30° düzlemleri ile eksenel düzlemler arasındaki azimut açılarında ışıklılık denetimini gerçekleştirmek en zor denetim şeklidir. Bu da 90°, 60° ve 30° düzlemlerinde ışıklılık denetlemek üzere profil öğelerin kullanılması ile gerçekleştirilebilir.

YANSITICI YÜZEYLERİ

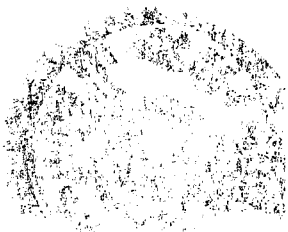
Yansıtıcı yüzeyleri parlak; yarı parlak; yarı donuk ve donuk olmak üzere dört gruba ayrılabilir.



İşıklılık sınırlaması için yansıtıcı/paletin alt bölümünün yüzey gerecini seçmek çok önemlidir çünkü bu bölüm ışığı daha yüksek açı ile yansıtma konusunda çok etkili olmaktadır.

Parlak yüzeyler doğru profiller ile kullanıldığında çok düşük ışıklılıklar oluşturabilir. Yarı parlak ile yarı donuk arasındaki çizgiyi belirlemek çok zordur. Yarı donuk yüzeyler monitörlerin kullanıldığı ortamlarda palet öğelerinin alt kısımlarında kesinlikle kullanılmamalıdır.

Yarı parlak yüzeyler görüntülerinin aydınlık ve kutuplayıcı özelliklerinin az keskin olması nedeniyle daha çok tercih edilmektedir. Ancak bunlar 1 ve 2. sınıf ışık kaynaklarında (Bkz. Bölüm 5.2.1.) kullanıldığında ışıklılık sınırlaması konusunda büyük zorluklar yaratmaktadır (Anon, 1989).



EK 6:

PARABOLİK PALETİN ÖRTÜLEME AÇISININ BELİRLENMESİ

Parabolik paletli ışık kaynakları, dikeyden istenen açıda ışık verimlerini kesmek amacıyla tasarımlanmış olabilir. Aslında, bu tür ışık kaynağı, VDT ekranında kendi yansımasının oluşturabileceği kamaşmayı önlemek üzere özel olarak seçilmiş bir örtüleme açısıyla tasarımlanmış olabilir.

Örtüleme açısının ne olacağını belirlemek için, bilgisayar kullanıcısının yansıtılmış tavan ışıklılığını nasıl gördüğü göz önüne alınmalıdır (Bkz. Şekil 7.5). Burada özellikle önemli olan, ekrandan tavana uzanan görüş çizgisi boyunca ortaya çıkması beklenen ve dikeyden ölçülen açılar dizisidir.

Şekil 7.5 incelendiğinde, VDT kullanıcısının ekranda hiç kamaşma görmemesi için, ışık kaynağı ışıklılığı örtüleme açısının θ_l görüş çizgisi açısına θ_s eşit ya da ondan küçük olması gerektiği görülecektir. Bu nedenle, görüş çizgisi boyunca sıralanan açılar bilindiğinde istenen ışık kaynağı ışıklılığı örtüleme açısı belirlenebilir. Bu açı, beklenen açı dizileri içindeki en küçük görüş çizgisi açısına eşit ya da ondan küçüktür.

Şekil 7.5'te gözden ekrana giden bakış açısı ve ekran eğim açısı görülmektedir. Bu iki açı birlikte, ekrandan tavana uzanan görüş çizgisinin dikeyinden alınan açıyı belirleyecektir. Şekil 7.5 üzerinde yapılan bir çözümleme, bu bağıntının şöyle olduğunu göstermektedir (Anon, 1997).

$$\theta_s = \theta_v + 90^\circ - 2\theta_l \quad (E.7)$$

Burada:

θ_s = ekranın üst kısmında tavana uzanan görüş çizgisinin dikeyinden alınan açı.

θ_v = gözden ekran yüzeyinin üst kısmına uzanan çizgide yataydan aşağıya doğru ölçülen bakış açısı.

θ_l = görüş çizgisinin ekran yüzeyinin üst kısmında ekranla kesiştiği noktaya dikeyden alınan ekran yüzeyi eğim açısı.

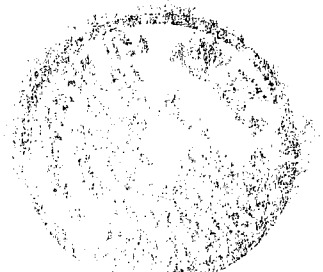


Bu denklem, Tablo E.1'de verilen çeşitli bakış ve ekran açıları için bakış çizgisi açılarının hesaplanmasında kullanılmaktadır. Tablo E.1'de gösterilen bakış ve ekran açılarının çoğu için görüş çizgisi açısı dikeyden 65° ya da daha fazladır. Buradan şu sonuç çıkmaktadır; dikeyden 65° 'lik bir ışıklılık örtüleme açısı bulunan bir ışık kaynağı, genelde VDT ekranında kamaşma yansımalarına yol açmayacaktır. Örneğin, Tablo E.1, 0° 'lik bir bakış açısıyla (yataydan) 15° 'lik bir ekran açısının dikeyden 60° 'lik bir görüş çizgisi açısına yol açacağını gösterir. Bu nedenle, 65° 'lik örtüleme açısı bulunan bir ışık kaynağı, görüş çizgisinin tavana değdiği noktaya rastlarsa kullanıcı, ışık kaynağının 60° 'deki yansımalarını ekranda parlak bir imge olarak görecektir. 5° 'lik bir bakış açısıyla görüş çizgisi 65° 'ye kayar; bu da, ışık kaynağının örtüleme açısına eşittir ve kullanıcı, düşük ışıklılık taşıyan bir yansımış imge görecektir. Tablo E.1'de gösterildiği gibi, dikeyden 65° ya da daha fazla derecedeki bir görüş çizgisi açısına yol açan her türlü bakış açısı ve ekran eğim açısı birleşimi için de aynı şey geçerlidir.

Tablo E.1- Bakış açısı θ_v ve ekran eğim açısı θ_t 'nin çeşitli birleşimleri için ekrandan tavana uzanan görüş çizgisi üzerinde dikeyden alınan açılar θ_s

θ_v Bakış Açısı (derece olarak)	θ_s Ekrandan tavana uzanan görüş çizgisi üzerinde dikeyden alınan açılar				
	Ekran eğim açıları θ_t için (derece olarak)				
	0	5	10	15	20
0	90	80	70	60	50
5	95	85	75	65	55
10	100	90	80	70	60
15	105	95	85	75	65
20	110	110	90	80	70

Burada, ekran yüzeyinin üst kesiminin görünüşünün en küçük görüş çizgisi açısını θ_s yarattığına, bunun da büyük olasılıkla kamaşmaya neden olacağına dikkat etmek gerekmektedir. Ekran eğim açısı θ_t , ekranın üst kesiminin yüzeyinden ölçülür. Eğimli ekranlarda bu, eksenin eğiminden büyük olacaktır (Anon, 1997).



EK 7:

VDU İLE ÇALIŞILAN ORTAMLARDA KULLANILACAK DENETLEME LİSTESİNİN ANKET SONUÇLARINI GÖSTEREN TABLOLAR VE GRAFİKLER

8. Bölümde sunulan VDU ile çalışılan ortamlarda kullanılacak denetleme listesinin anket araştırması yedi değişik hacimde uygulanmıştır. Bu ekte her hacim için elde edilen anket sonuçları tablo ve grafikler şeklinde değerlendirilmiştir. Anket araştırması her hacimde denetleme listesinin:

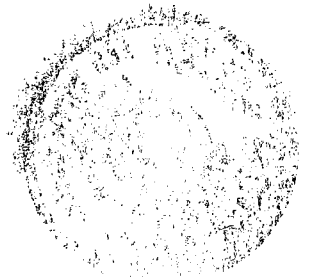
- VDU ekran,
- klavye,
- görsel çevre koşulları

için üç ayrı aşamada gerçekleştirilmiştir. Her koşul için sorulan sorulardan elde edilen olumlu ve olumsuz yanıtların sayıları ve bunların yüzde olarak değerleri tablolarda verilerek bunlara bağlı grafikler oluşturulmuştur.

Har hacmin koşulları ile ilgili ayrıntılı bilgilere yer verilmiştir. Ancak tüm hacimler için geçerli olan koşul pencereler ile ilgilidir. Araştırmanın gerçekleştirildiği tüm hacimlerde günışığı denetim altına alınmamış, pencerelerde yüksek ışıklılık yansımalarını engelleyecek stor, perde veya jaluzi kullanılmamıştır.

Bu araştırmada aynı zamanda aydınlık düzeyi ile ışıklılık ölçmeleri yapılmıştır.

Denetleme listesinin VDU ekranı koşulları ile ilgili bölümdeki beşinci ve altıncı numaralı sorular kullanılan ekranın pozitif veya negatif karşıtlık ekranı olmasına bağlı olarak ikisinden biri yani koşula uygun olanı seçilerek yanıtlanmıştır. Bu nedenle VDU ekranı ile ilgili yanıtların değerlendirildiği tablolarda beşinci ve altıncı sorulardan bir tanesi yanıtı bırakılmıştır.

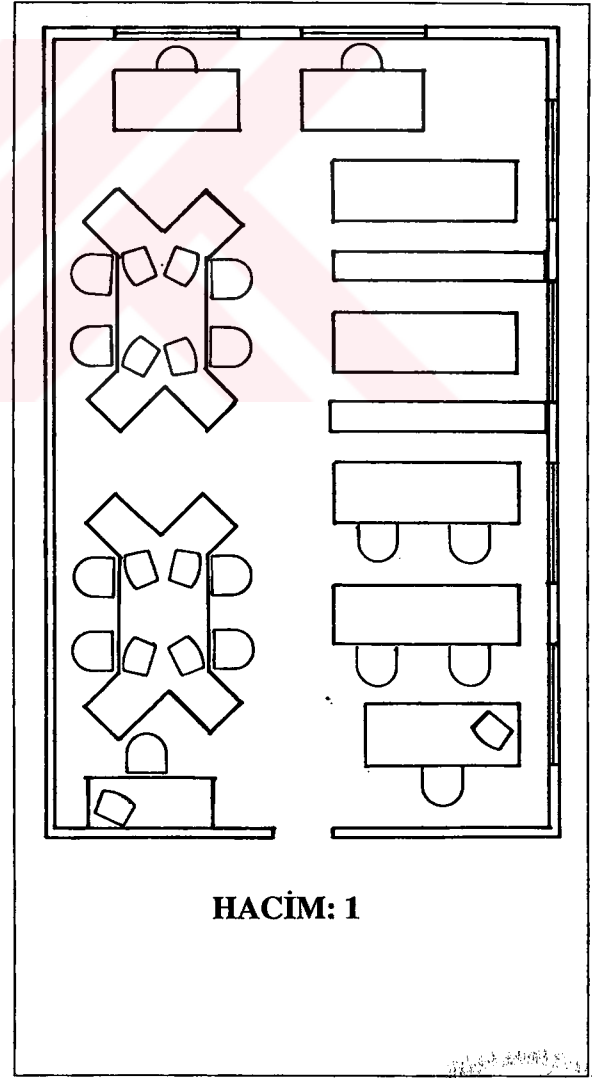


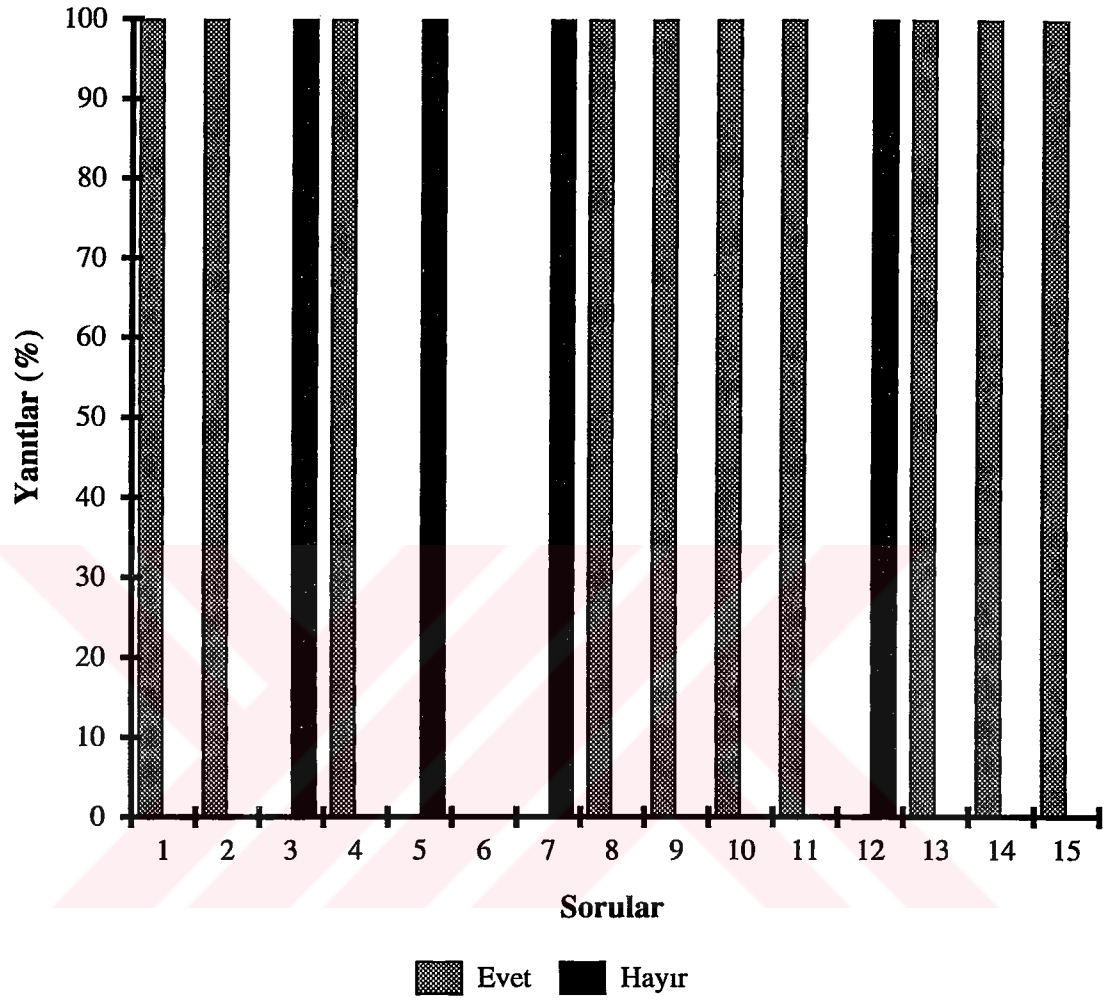
HACİM :1

Aydınlatma Biçimi	: Dolaysız Aydınlatma
Aygıt Tipi	: Izgaralı Aygıt
Lamba Tipi	: Flüoresan Lamba, TL 54, 32 Watt
İç Yüzeylerin Yansıtma Çarpanı	: $r_{tav} = 0.60$ $r_{duv} = 0.40$ $r_{döş} = 0.30$
Denek Sayısı	: 10 kişi (8 kadın, 2 erkek)
Yaş Ortalaması	: 30-35 yaş

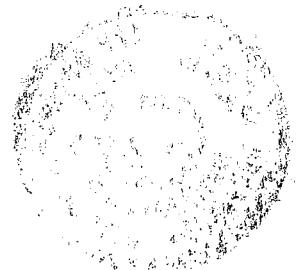
Tablo E.2- Hacim: 1 denetleme listesinin VDU Ekranı ile ilgili yanıtlarının % olarak değerlendirilmesi

SORU NO	YANITLAR		YANIT (%)	
	Evet	Hayır	Evet (%)	Hayır (%)
1	10	-	100	0
2	10	-	100	0
3	-	10	0	100
4	10	-	100	0
5	-	10	0	100
6	-	-	-	-
7	-	10	0	100
8	10	-	100	0
9	10	-	100	0
10	10	-	100	0
11	10	-	100	0
12	-	10	0	100
13	10	-	100	0
14	10	-	100	0
15	10	-	100	0



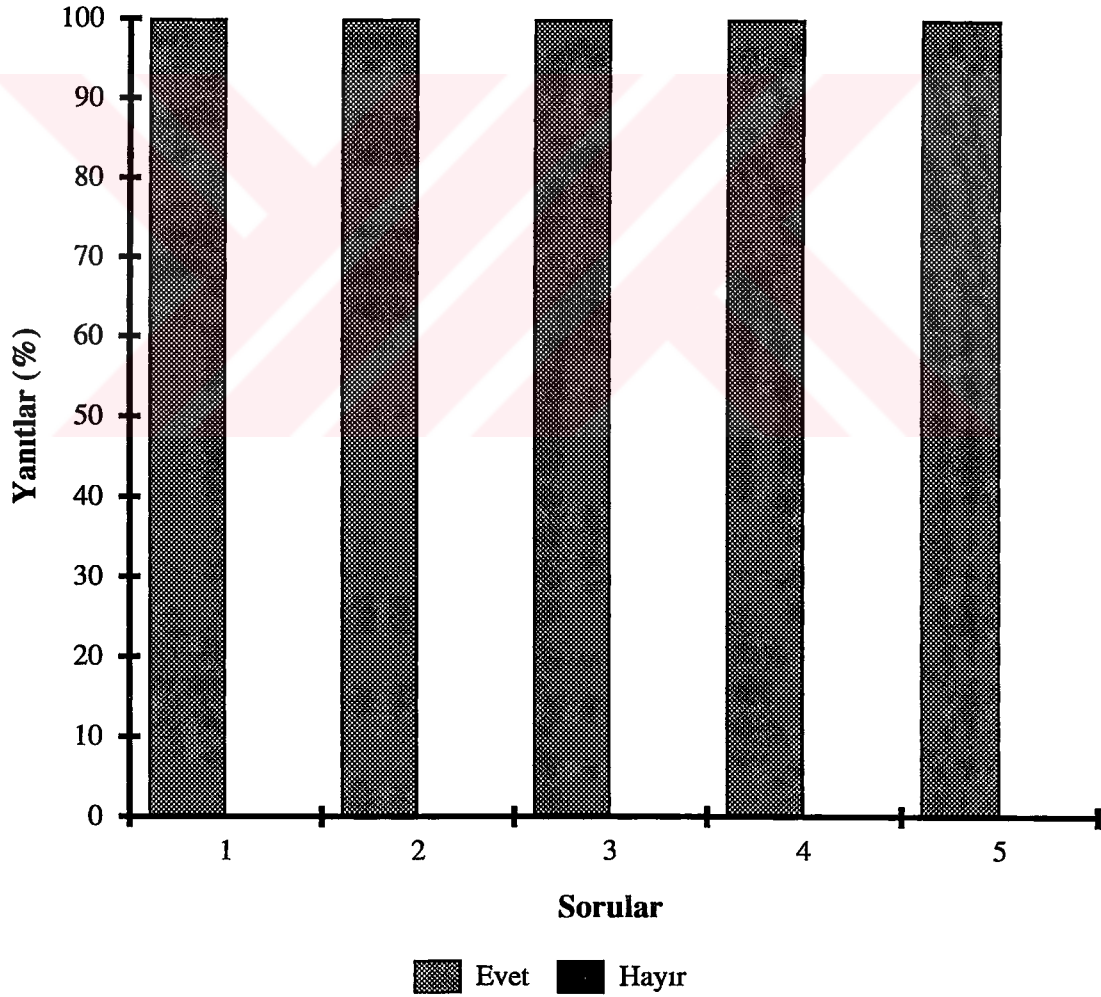


Şekil E.12- Hacim:1 denetleme listesinin VDU ekranı ile ilgili yanıtlarının % olarak değerlendirilmesini gösteren grafik

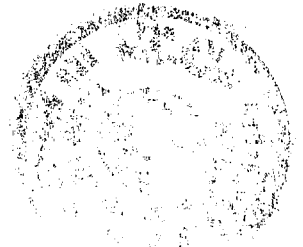


Tablo E.3- Hacim: 1 denetleme listesinin Klavye ile ilgili yanıtlarının % olarak değerlendirilmesi

SORU NO	YANITLAR		YANIT (%)	
	Evet	Hayır	Evet (%)	Hayır (%)
1	10	-	100	0
2	10	-	100	0
3	10	-	100	0
4	10	-	100	0
5	10	-	100	0

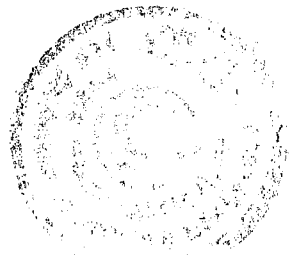


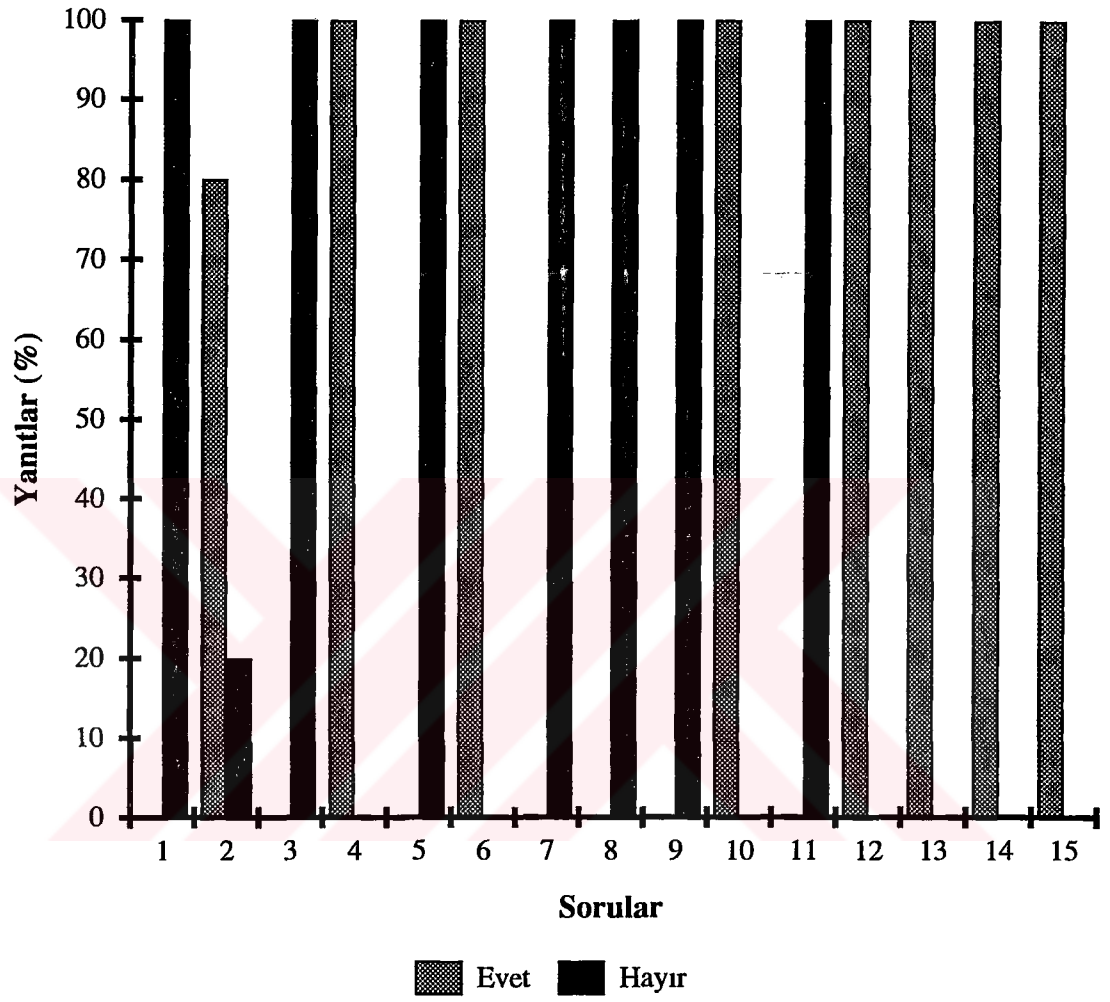
Şekil E.13- Hacim:1 denetleme listesinin Klavye ile ilgili yanıtlarının % olarak değerlendirilmesini gösteren grafik



Tablo E.4- Hacim: 1 denetleme listesinin Görsel Çevre ile ilgili yanıtlarının % olarak değerlendirilmesi

SORU NO	YANITLAR		YANIT (%)	
	Evet	Hayır	Evet (%)	Hayır (%)
1	-	10	0	100
2	8	2	80	20
3	-	10	0	100
4	10	-	100	0
5	-	10	0	100
6	10	-	100	0
7	-	10	0	100
8	-	10	0	100
9	-	10	0	100
10	10	-	100	0
11	-	10	0	100
12	10	-	100	0
13	10	-	100	0
14	10	-	100	0
15	10	-	100	0





Şekil E.14- Hacim:1 denetleme listesinin Görsel Çevre ile ilgili yanıtlarının % olarak değerlendirilmesini gösteren grafik

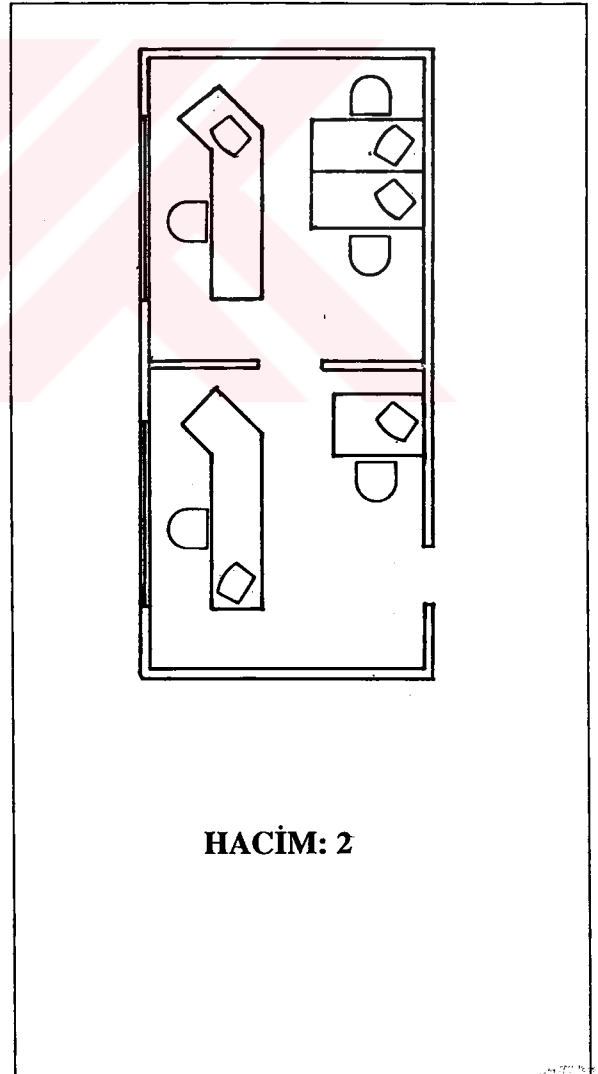


HACİM :2

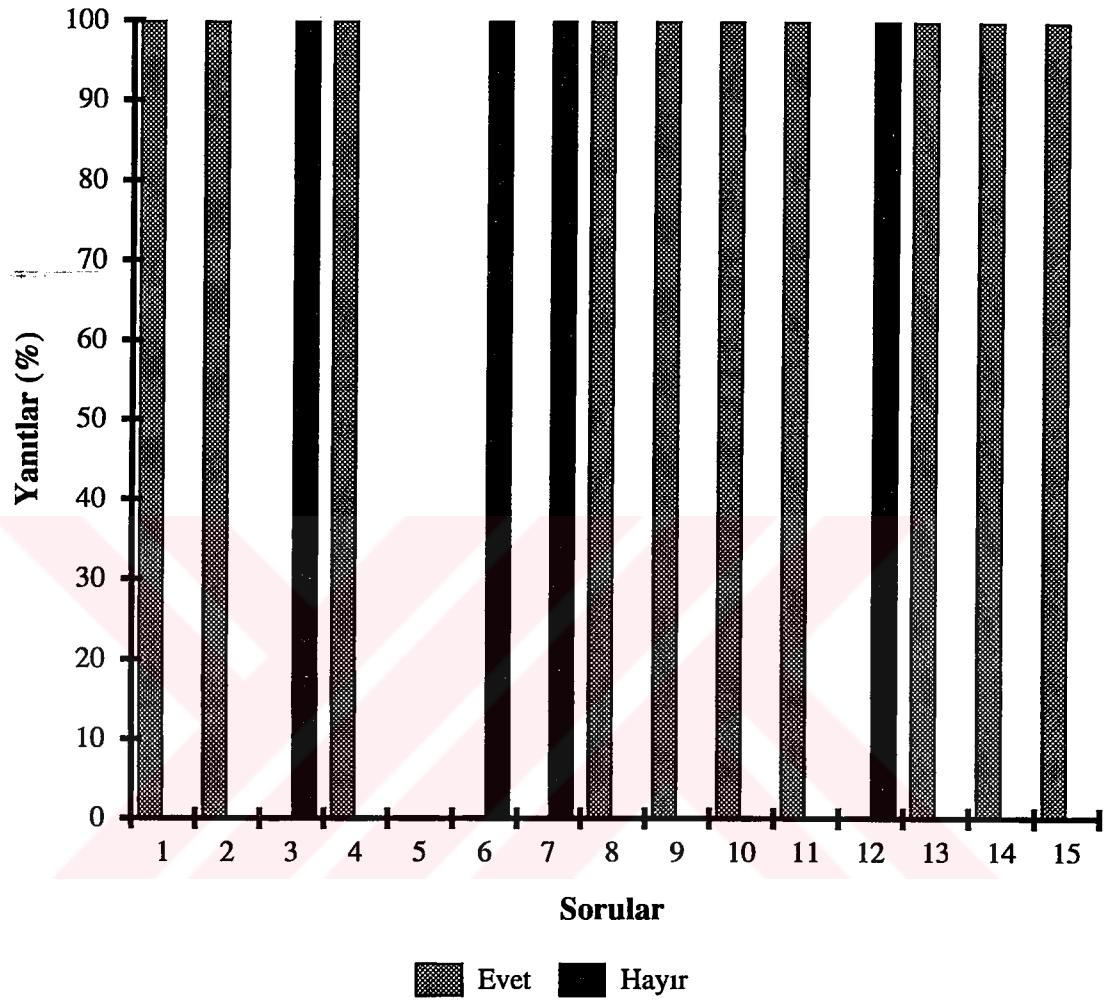
Aydınlatma Biçimi	: Dolaysız Aydınlatma
Aygıt Tipi	: Izgaralı Aygıt
Lamba Tipi	: Flüoresan Lamba, TL 54, 32 Watt
İç Yüzeylerin Yansıtma Çarpanı	: $r_{tav} = 0.70$ $r_{duv} = 0.60$ $r_{döş} = 0.30$
Denek Sayısı	: 5 kişi (4 kadın, 1 erkek)
Yaş Ortalaması	: 35-40 yaş

Tablo E.5- Hacim:2 denetleme listesinin VDU ekranı ile ilgili yanıtlarının % olarak değerlendirilmesi

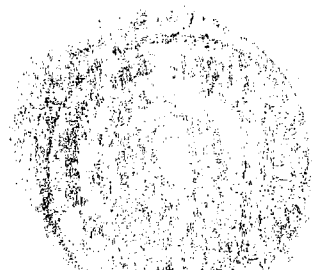
SORU NO	YANITLAR		YANIT (%)	
	Evet	Hayır	Evet (%)	Hayır (%)
1	5	-	100	0
2	5	-	100	0
3	-	5	0	100
4	5	-	100	0
5	-	-	-	-
6	-	5	0	100
7	-	5	0	100
8	5	-	100	0
9	5	-	100	0
10	5	-	100	0
11	5	-	100	0
12	-	5	0	100
13	5	-	100	0
14	5	-	100	0
15	5	-	100	0



HACİM: 2

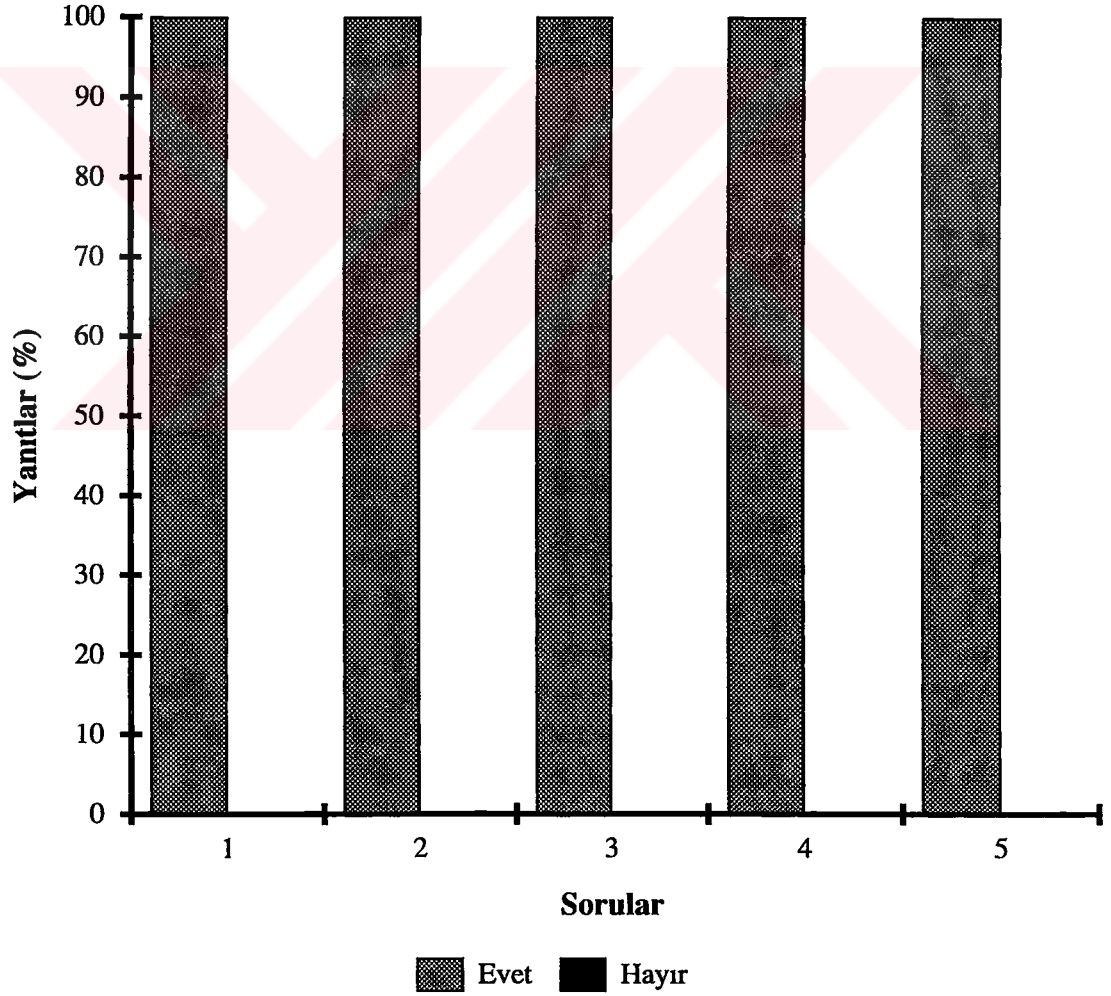


Şekil E.15- Hacim: 2 denetleme listesinin VDU ekranı ile ilgili yanıtlarının % olarak değerlendirilmesini gösteren grafik

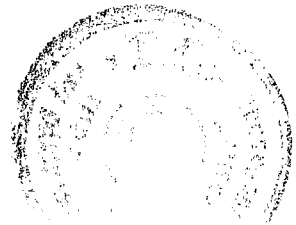


Tablo E.6- Hacim: 2 denetleme listesinin Klavye ile ilgili yanıtlarının % olarak değerlendirilmesi

SORU NO	YANITLAR		YANIT (%)	
	Evet	Hayır	Evet (%)	Hayır (%)
1	5	-	100	0
2	5	-	100	0
3	5	-	100	0
4	5	-	100	0
5	5	-	100	0

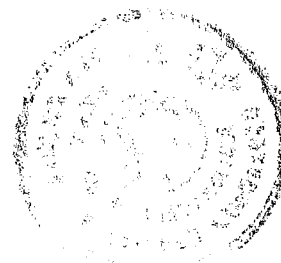


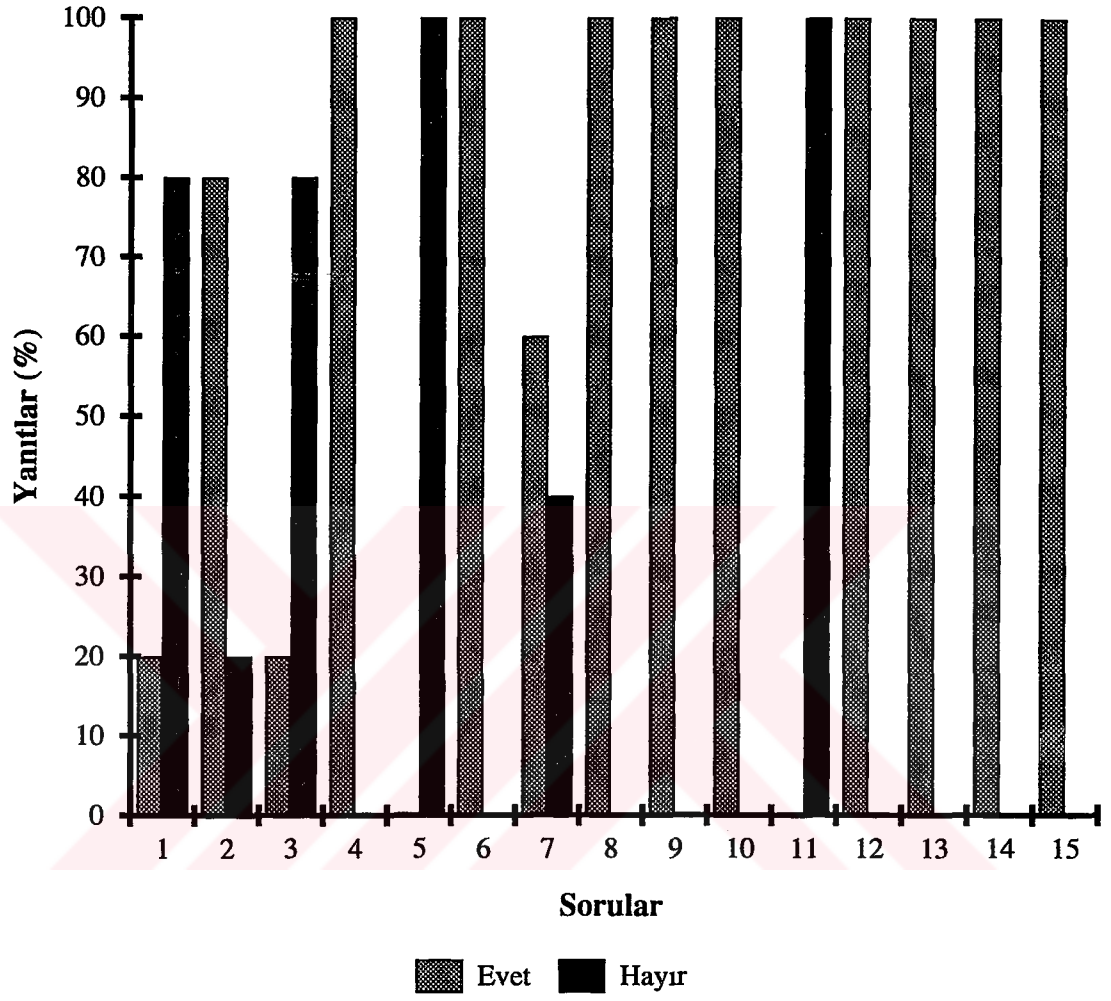
Şekil E.16- Hacim: 2 denetleme listesinin Klavye ile ilgili yanıtlarının % olarak değerlendirilmesini gösteren grafik



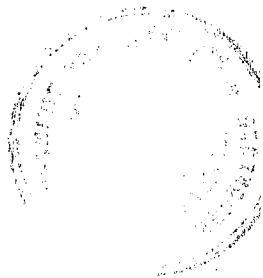
Tablo E.7- Hacim: 2 denetleme listesinin Görsel Çevre ile ilgili yanıtlarının % olarak değerlendirilmesi

SORU NO	YANITLAR		YANIT (%)	
	Evet	Hayır	Evet (%)	Hayır (%)
1	1	4	20	80
2	4	1	80	20
3	1	4	20	80
4	5	-	100	0
5	-	5	0	100
6	5	-	100	0
7	3	2	60	40
8	5	-	100	0
9	5	-	100	0
10	5	-	100	0
11	-	5	0	100
12	5	-	100	0
13	5	-	100	0
14	5	-	100	0
15	5	-	100	0





Şekil E.17- Hacim: 2 denetleme listesinin Görsel Çevre ile ilgili yanıtlarının % olarak değerlendirilmesini gösteren grafik

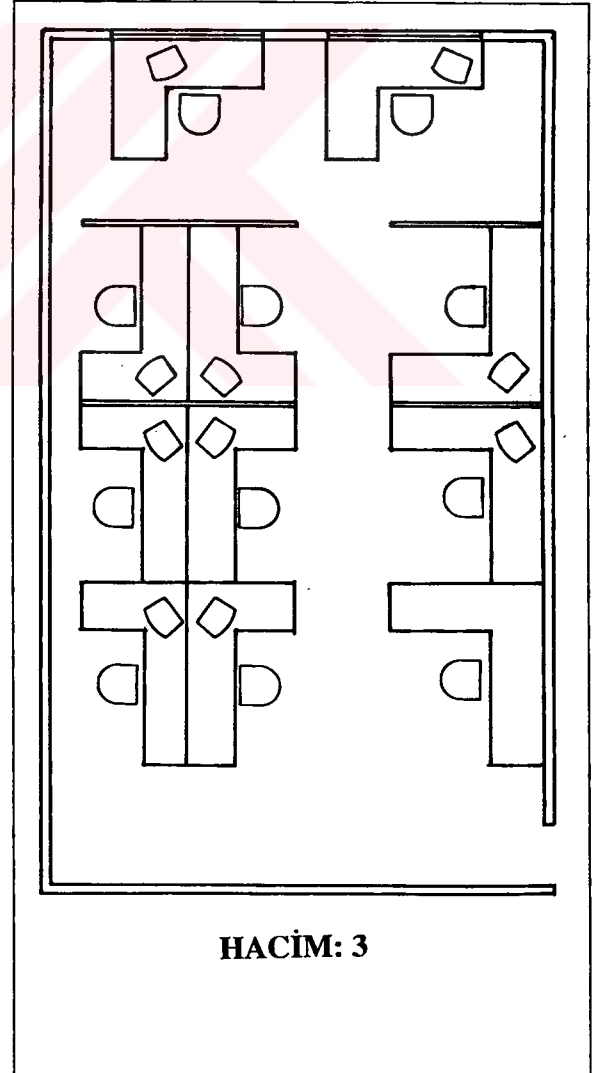


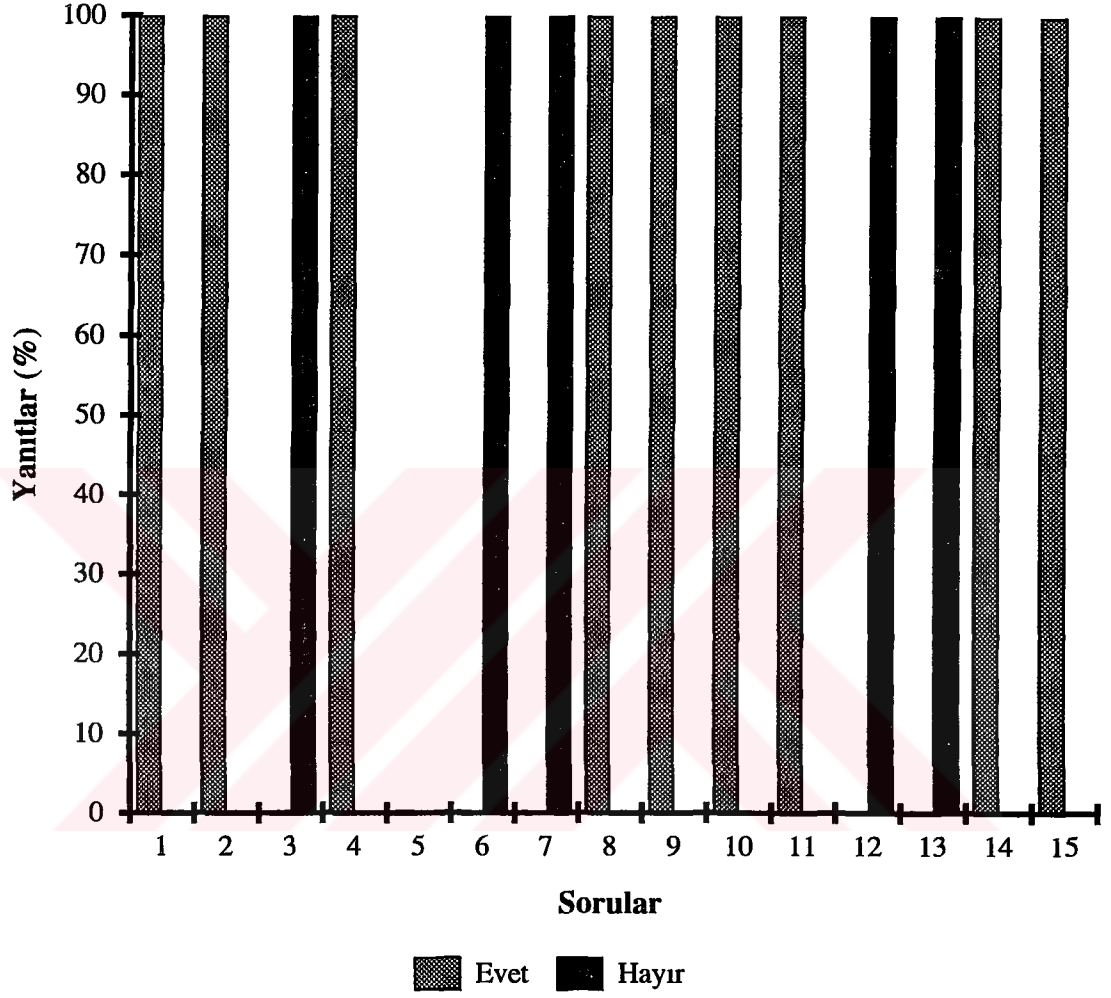
HACİM :3

Aydınlatma Biçimi	: Dolaysız Aydınlatma
Aygıt Tipi	: Izgaralı Aygıt
Lamba Tipi	: Flüoresan Lamba, TL 54, 32 Watt
İç Yüzeylerin Yansıtma Çarpanı	: $r_{tav} = 0.8$ $r_{duv} = 0.7$ $r_{döş} = 0.3$
Denek Sayısı	: 10 kişi (6 kadın, 4 erkek)
Yaş Ortalaması	: 30-35 yaş

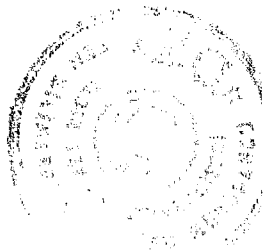
Tablo E.8- Hacim: 3 denetleme listesinin VDU ekranı ile ilgili yanıtlarının % olarak değerlendirilmesi

SORU NO	YANITLAR		YANIT (%)	
	Evet	Hayır	Evet (%)	Hayır (%)
1	10	-	100	0
2	10	-	100	0
3	0	10	0	100
4	10	-	100	0
5	-	-	-	-
6	-	10	0	100
7	-	10	0	100
8	10	-	100	0
9	10	-	100	0
10	10	-	100	0
11	10	-	100	0
12	-	10	0	100
13	-	10	0	100
14	10	-	100	0
15	10	-	100	0



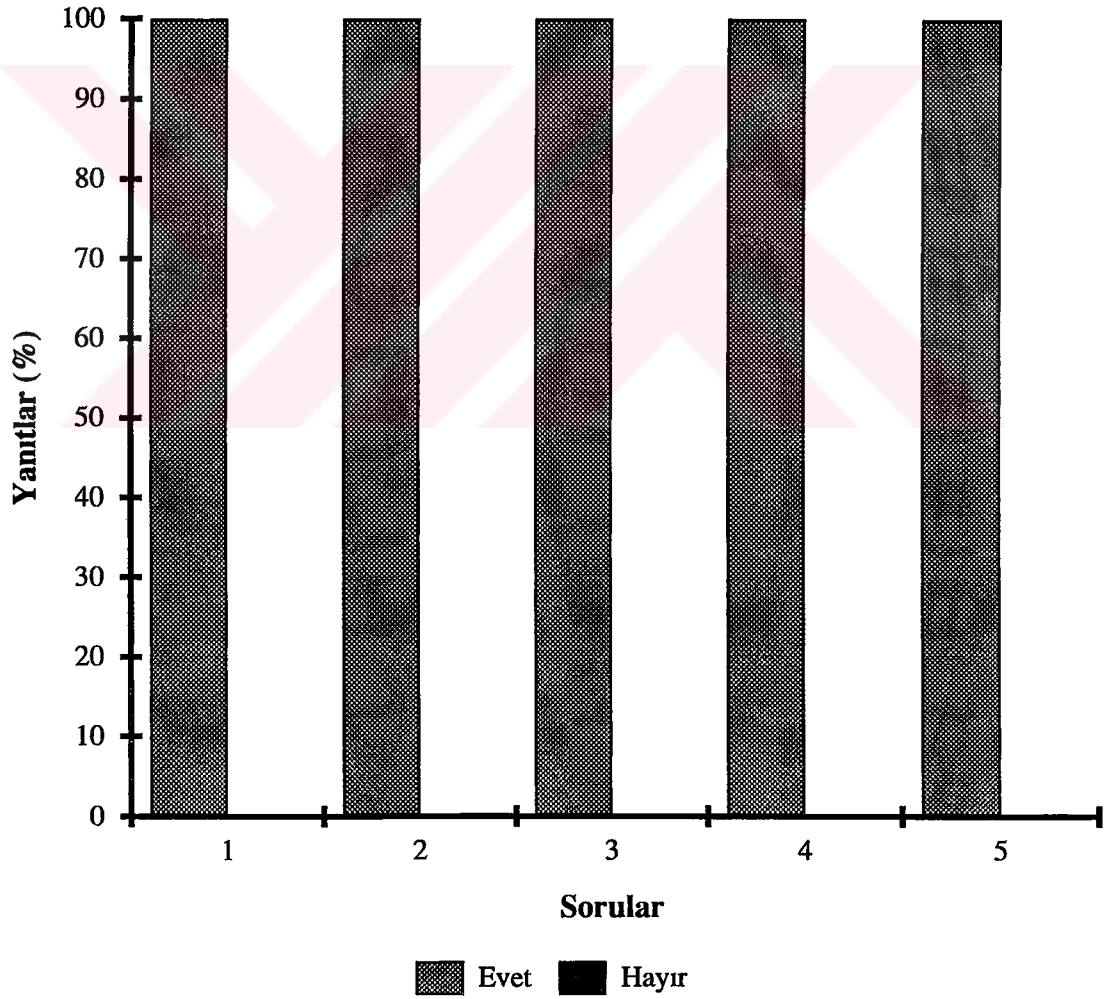


Şekil E.18- Hacim: 3 denetleme listesinin VDU Ekranı ile ilgili yanıtlarının % olarak değerlendirilmesini gösteren grafik

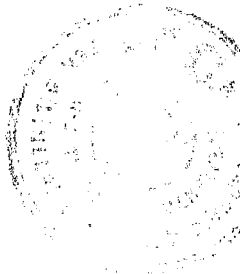


Tablo E.9- Hacim: 3 denetleme listesinin Klavye ile ilgili yanıtlarının % olarak değerlendirilmesi

SORU NO	YANITLAR		YANIT (%)	
	Evet	Hayır	Evet (%)	Hayır (%)
1	10	-	100	0
2	10	-	100	0
3	10	-	100	0
4	10	-	100	0
5	10	-	100	0



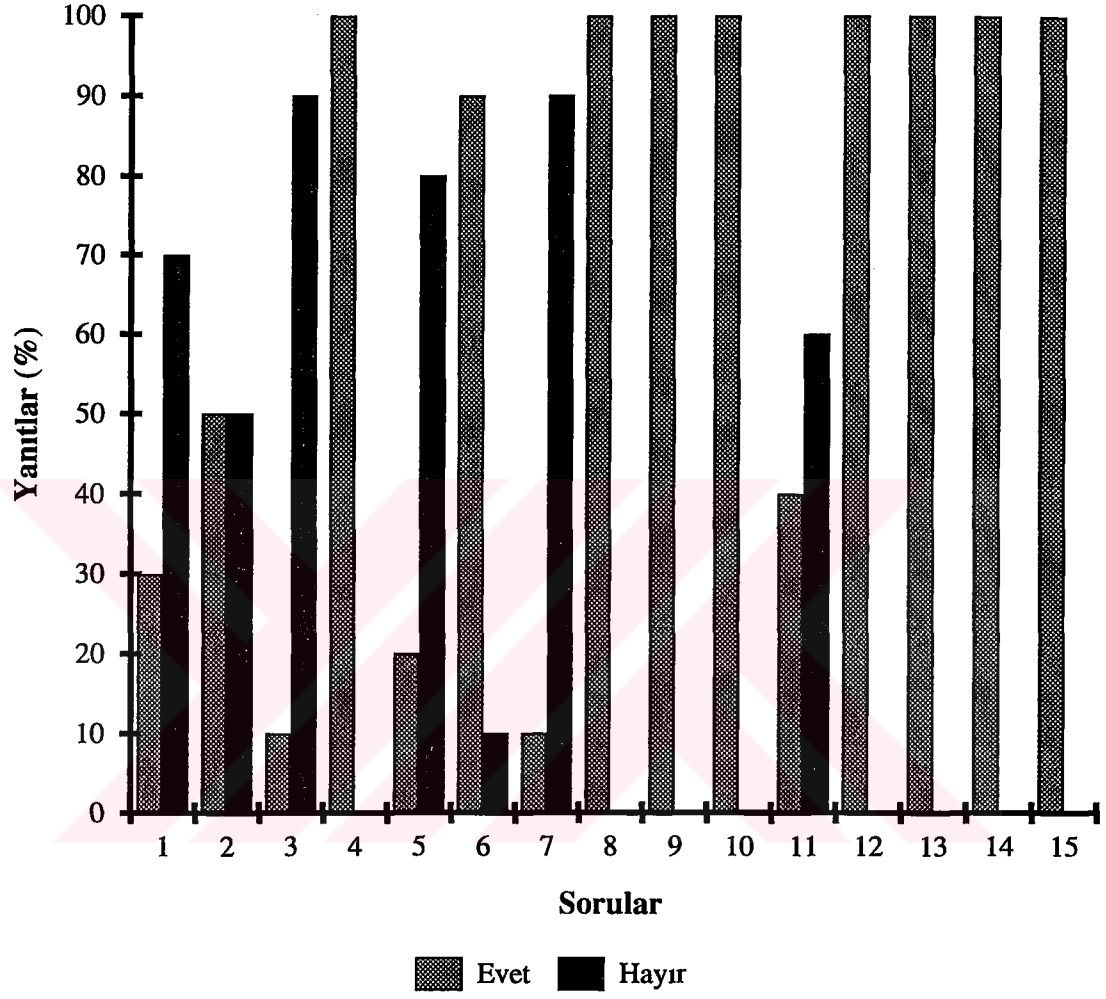
Şekil E.19- Hacim: 3 denetleme listesinin Klavye ile ilgili yanıtlarının % olarak değerlendirilmesini gösteren grafik



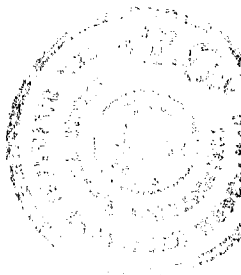
Tablo E.10- Hacim: 3 denetleme listesinin Görsel Çevre ile ilgili yanıtlarının % olarak değerlendirilmesi

SORU NO	YANITLAR		YANIT (%)	
	Evet	Hayır	Evet (%)	Hayır (%)
1	3	7	30	70
2	5	5	50	50
3	1	9	10	90
4	10	-	100	0
5	2	8	20	80
6	9	1	90	10
7	1	9	10	90
8	10	-	100	0
9	10	-	100	0
10	10	-	100	0
11	4	6	40	60
12	10	-	100	0
13	10	-	100	0
14	10	-	100	0
15	10	-	100	0





Şekil E.20- Hacim: 3 denetleme listesinin Görsel Çevre ile ilgili yanıtlarının % olarak değerlendirilmesini gösteren grafik

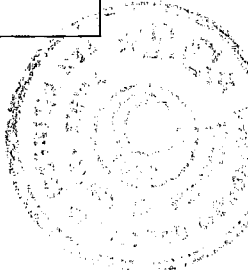
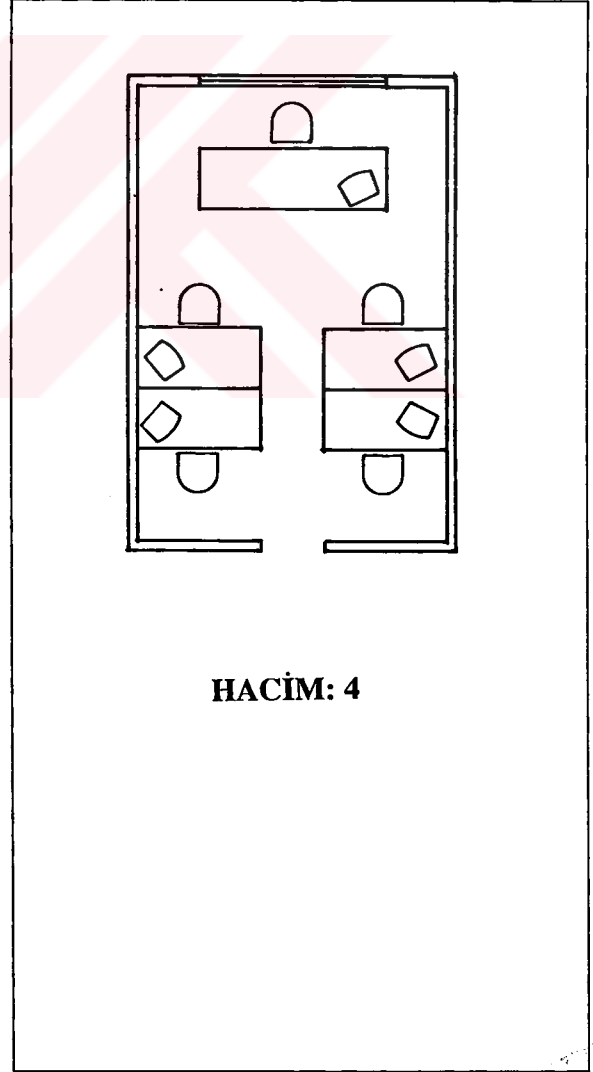


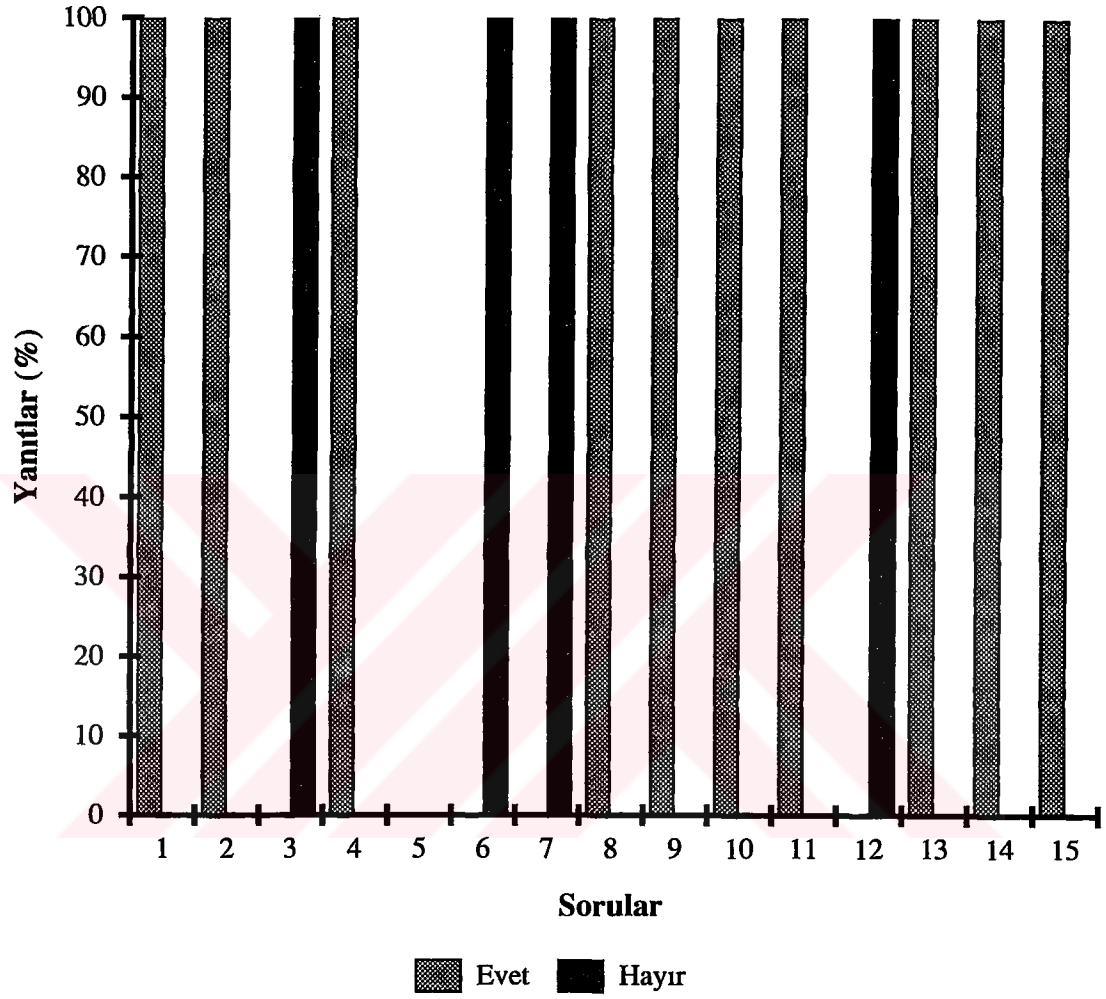
HACİM :4

Aydınlatma Biçimi	:	Dolaylı Aydınlatma
Aygıt Tipi	:	Ayaklı Aygıt
Lamba Tipi	:	Çubuk Halojen, OSRAM Haloline UV-Stop, 100 Watt
İç Yüzeylerin Yansıtma Çarpanı	:	$r_{tav} = 0.60$ $r_{duv} = 0.40$ $r_{döş} = 0.30$
Denek Sayısı	:	5 kişi (Hepsi kadın)
Yaş Ortalaması	:	30-35 yaş

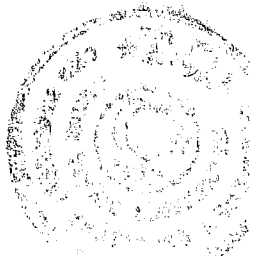
Tablo E.11- Hacim: 4 denetleme listesinin VDU Ekranı ile ilgili yanıtlarının % olarak değerlendirilmesi

SORU NO	YANITLAR		YANIT (%)	
	Evet	Hayır	Evet (%)	Hayır (%)
1	5	-	100	0
2	5	-	100	0
3	-	5	0	100
4	5	-	100	0
5	-	-	-	-
6	-	5	0	100
7	0	5	0	100
8	5	-	100	-
9	5	-	100	-
10	5	-	100	-
11	5	-	100	-
12	-	5	0	100
13	5	-	100	0
14	5	-	100	0
15	5	-	100	0



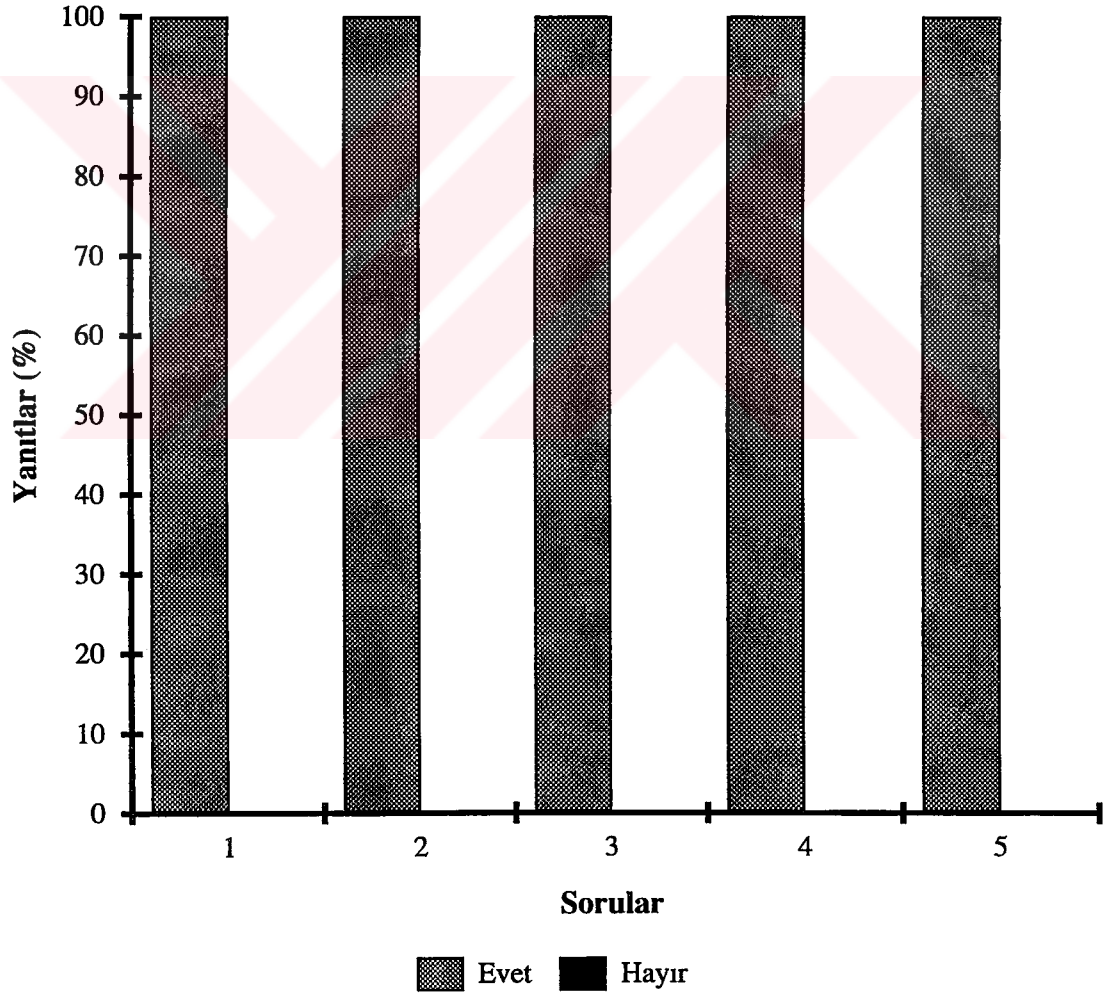


Şekil E.21- Hacim: 4 denetleme listesinin VDU Ekranı ile ilgili yanıtlarının % olarak değerlendirilmesini gösteren grafik

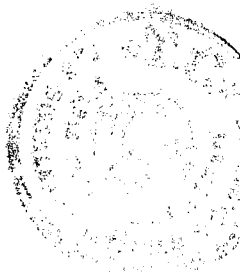


Tablo E.12- Hacim: 4 denetleme listesinin Klavye ile ilgili yanıtlarının % olarak değerlendirilmesi

SORU NO	YANITLAR		YANIT (%)	
	Evet	Hayır	Evet (%)	Hayır (%)
1	5	-	100	0
2	5	-	100	0
3	5	-	100	0
4	5	-	100	0
5	5	-	100	0

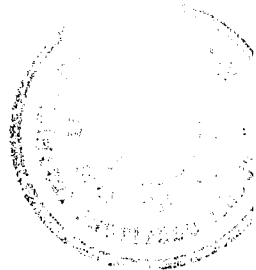


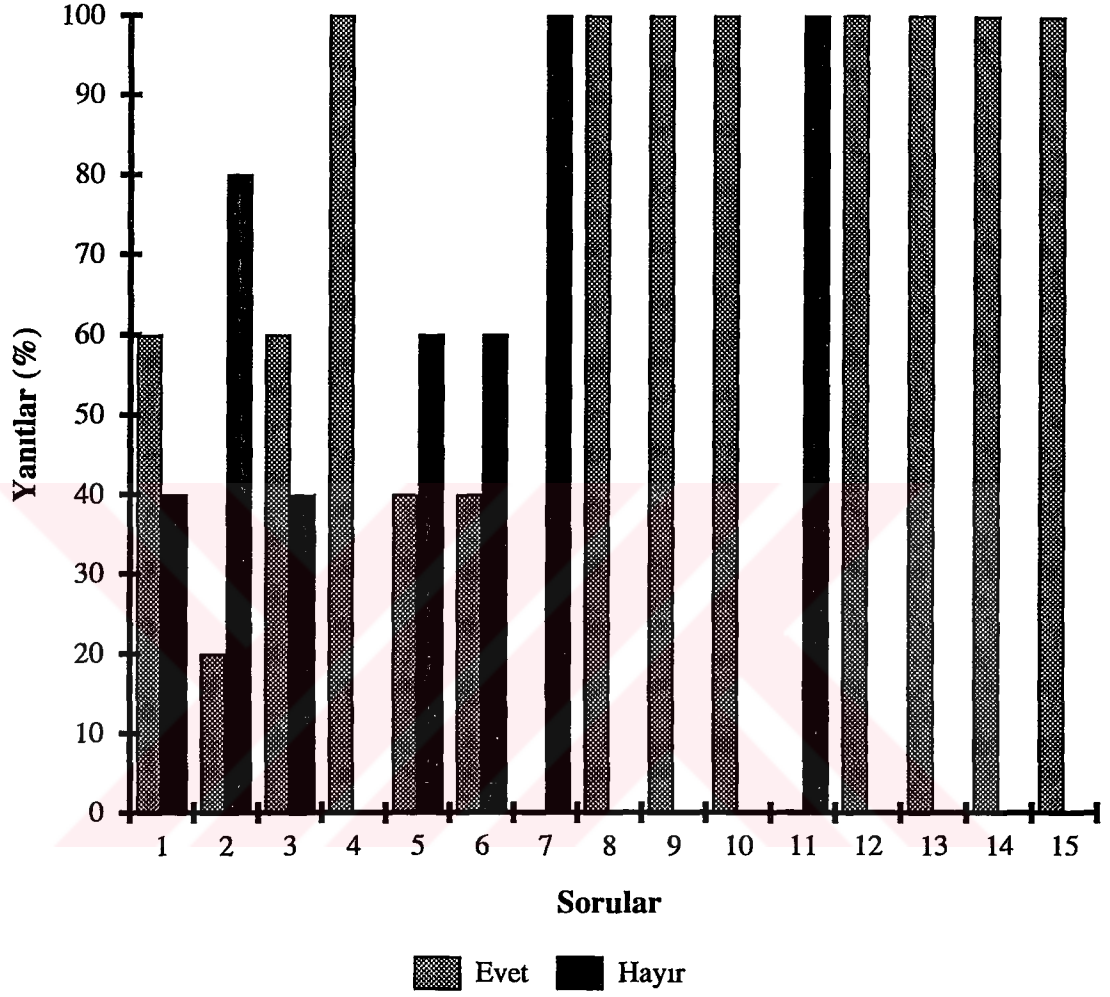
Şekil E.22- Hacim: 4 denetleme listesinin Klavye ile ilgili yanıtlarının % olarak değerlendirilmesini gösteren grafik



Tablo E.13- Hacim: 4 denetleme listesinin Görsel Çevre ile ilgili yanıtlarının % olarak değerlendirilmesi

SORU NO	YANITLAR		YANIT (%)	
	Evet	Hayır	Evet (%)	Hayır (%)
1	3	2	60	40
2	1	4	20	80
3	3	2	60	40
4	5	-	100	0
5	2	3	40	60
6	2	3	40	60
7	-	5	0	100
8	5	-	100	0
9	5	-	100	0
10	5	-	100	0
11	-	5	0	100
12	5	-	100	0
13	5	-	100	0
14	5	-	100	0
15	5	-	100	0





Şekil E.23- Hacim: 4 denetleme listesinin Görsel Çevre ile ilgili yanıtlarının % olarak değerlendirilmesini gösteren grafik

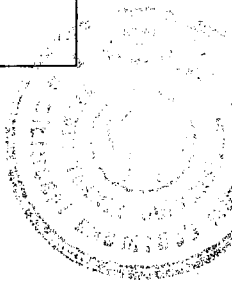
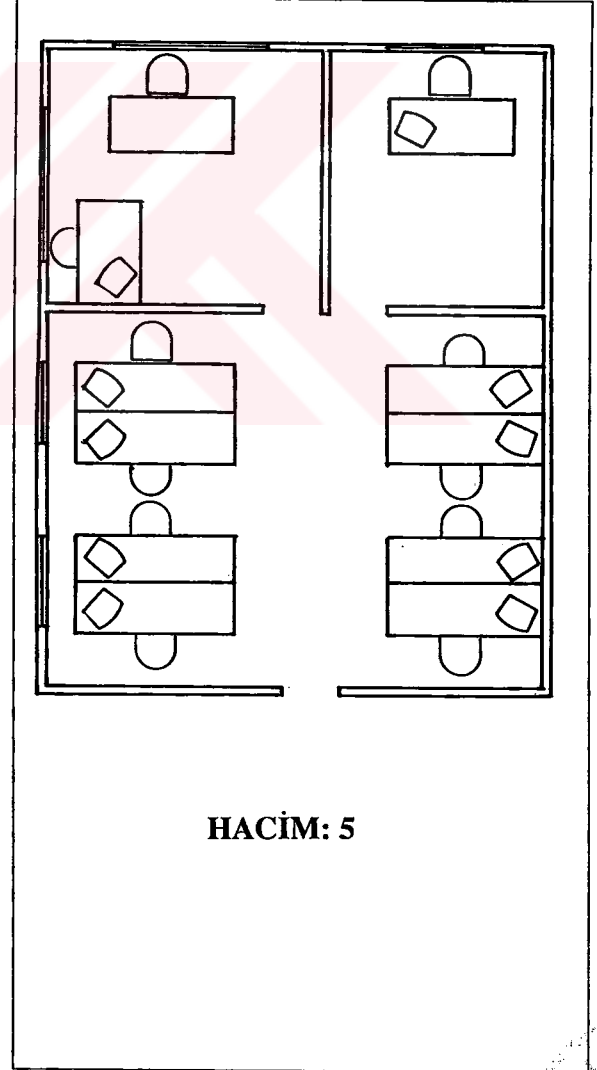


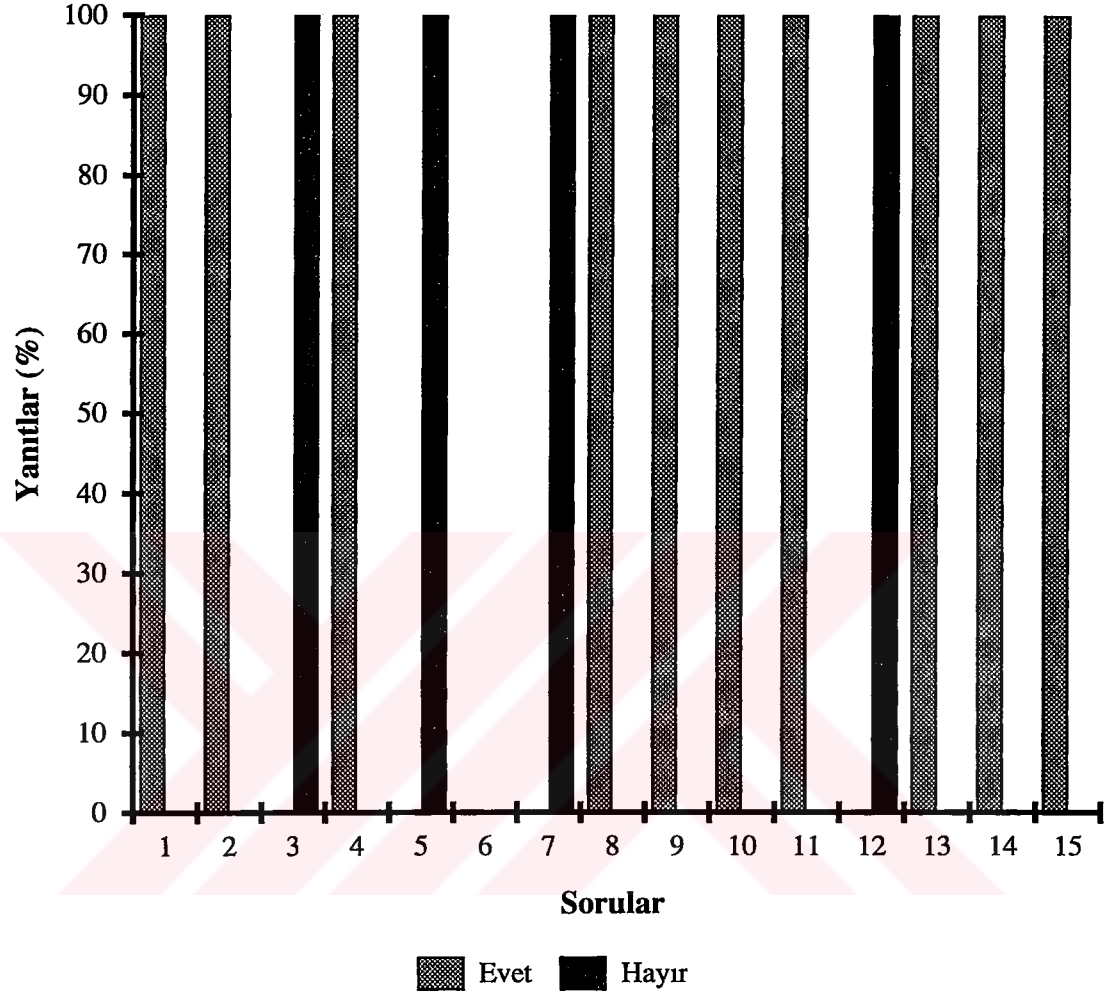
HACİM :5

Aydınlatma Biçimi	: Dolaysız Aydınlatma
Aygıt Tipi	: Izgaralı Aygıt
Lamba Tipi	: Flüoresan Lamba, TL 54, 32 Watt
İç Yüzeylerin Yansıtma Çarpanı	: $r_{tav} = 0.8$ $r_{duv} = 0.7$ $r_{döş} = 0.3$
Denek Sayısı	: 10 kişi (7 kadın, 3 erkek)
Yaş Ortalaması	: 30-35 yaş

Tablo E.14- Hacim: 5 denetleme listesinin VDU Ekranı ile ilgili yanıtlarının % olarak değerlendirilmesi

SORU	YANITLAR		YANIT (%)	
	Evet	Hayır	Evet (%)	Hayır (%)
1	10	-	100	0
2	10	-	100	0
3	-	10	0	100
4	10	-	100	0
5	-	10	0	100
6	-	-	-	-
7	-	10	0	100
8	10	-	100	0
9	10	-	100	0
10	10	-	100	0
11	10	-	100	0
12	-	10	0	100
13	10	-	100	0
14	10	-	100	0
15	10	-	100	0



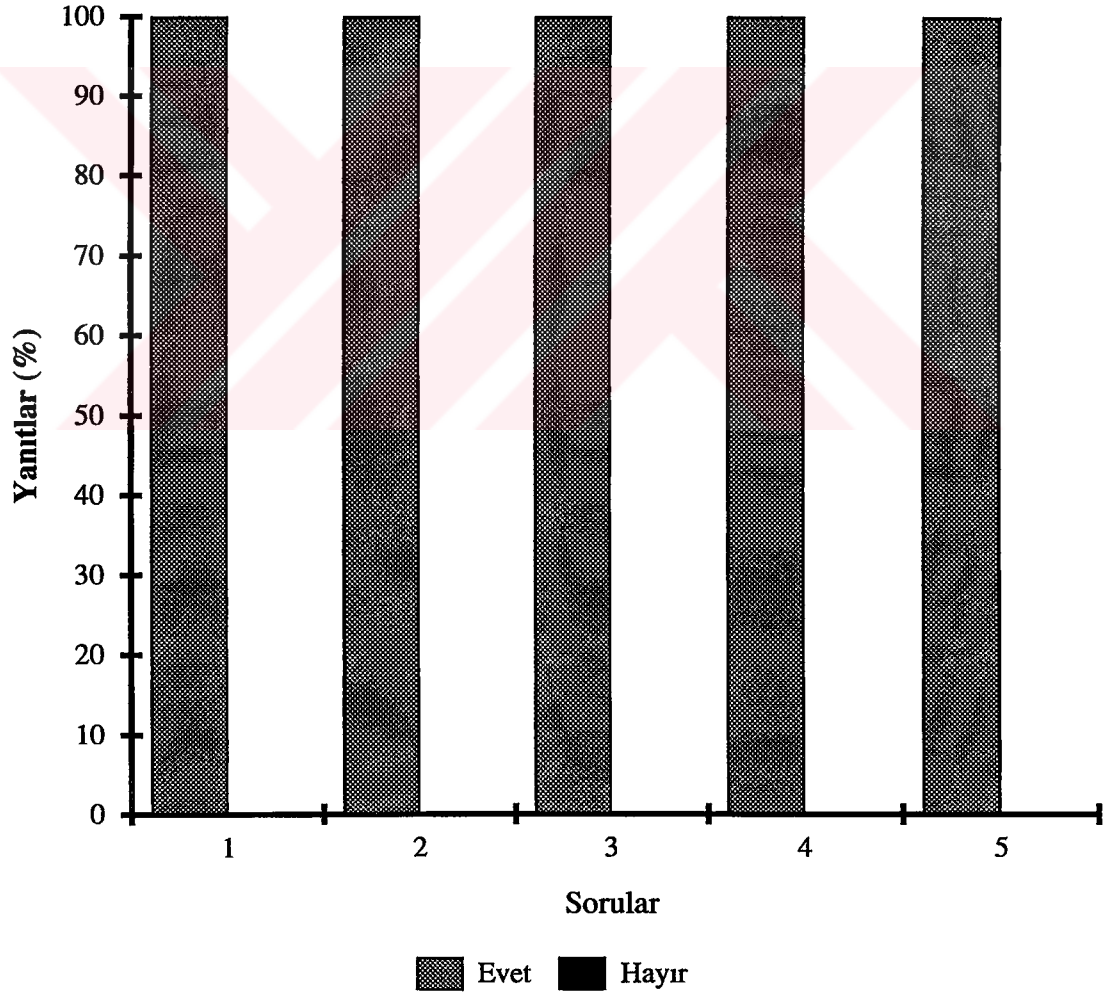


Şekil E.24- Hacim:5 denetleme listesinin VDU ekranı ile ilgili yanıtlarının % olarak değerlendirilmesini gösteren grafik

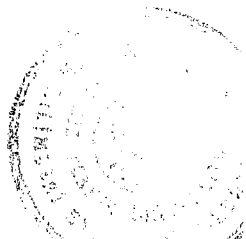


Tablo E.15- Hacim:5 Denetleme listesinin Klavye ile ilgili yanıtlarının % olarak değerlendirilmesi

SORU NO	YANITLAR		YANIT (%)	
	Evet	Hayır	Evet (%)	Hayır (%)
1	10	-	100	0
2	10	-	100	0
3	10	-	100	0
4	10	-	100	0
5	10	-	100	0

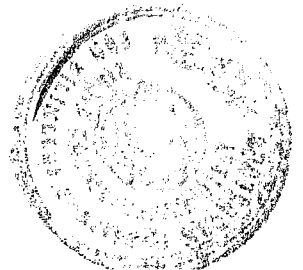


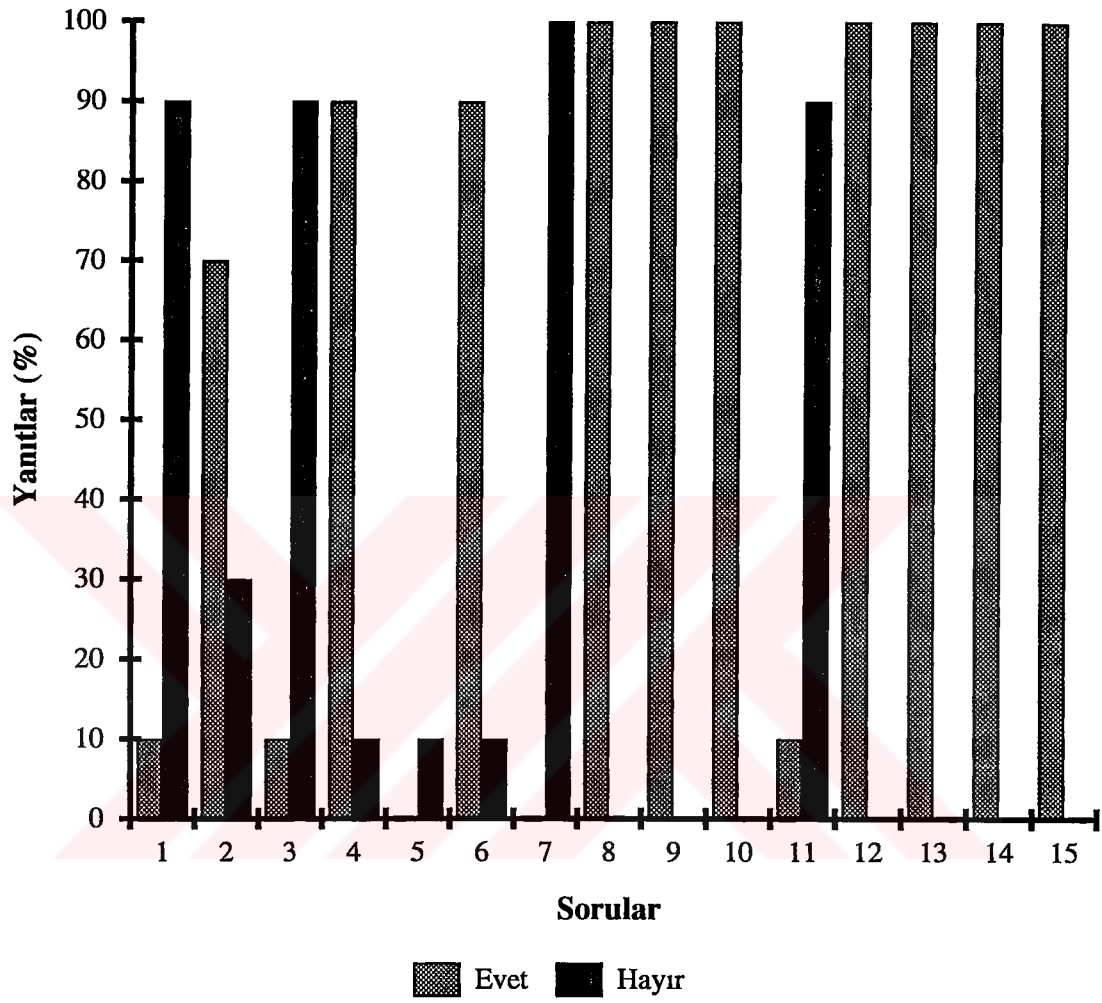
Şekil E.25- Hacim:5 denetleme listesinin Klavye ile ilgili yanıtlarının % olarak değerlendirilmesini gösteren grafik



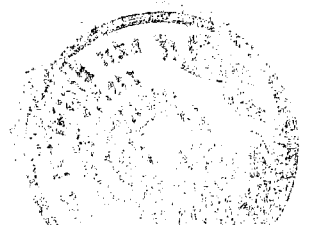
Tablo E.16- Hacim:5 Denetleme listesinin Görsel Çevre ile ilgili yanıtlarının % olarak değerlendirilmesi

SORU NO	YANITLAR		YANIT (%)	
	Evet	Hayır	Evet (%)	Hayır (%)
1	1	9	10	90
2	7	3	70	30
3	1	9	10	90
4	9	1	90	10
5	-	10	0	100
6	9	1	90	10
7	-	10	0	100
8	10	-	100	0
9	10	-	100	0
10	10	-	100	0
11	1	9	10	90
12	10	-	100	0
13	10	-	100	0
14	10	-	100	0
15	10	-	100	0





Şekil E.26- Hacim:5 denetleme listesinin Görsel Çevre ile ilgili yanıtlarının % olarak değerlendirilmesini gösteren grafik

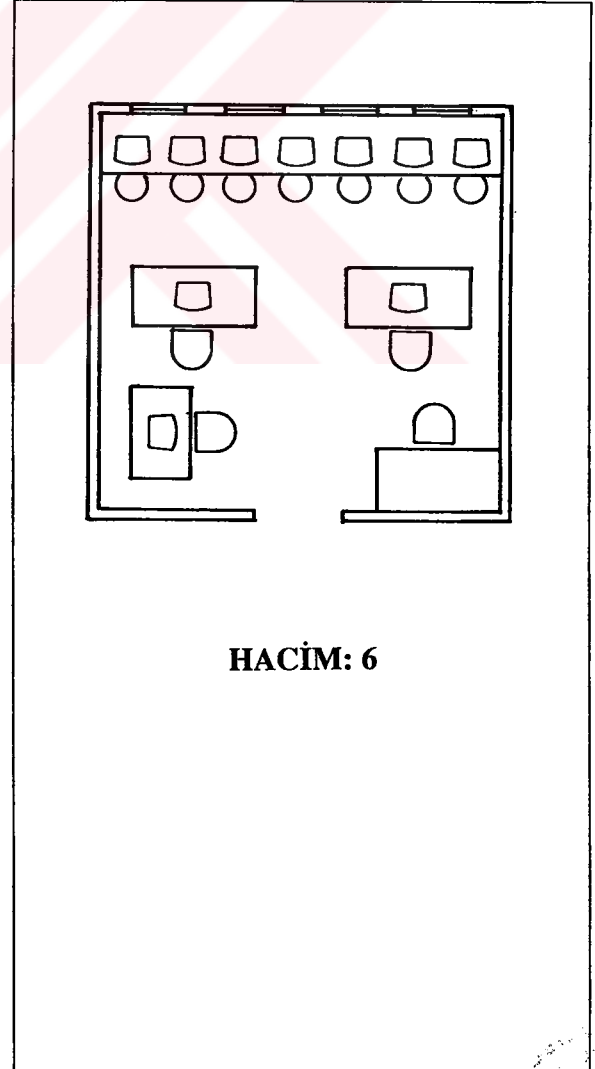


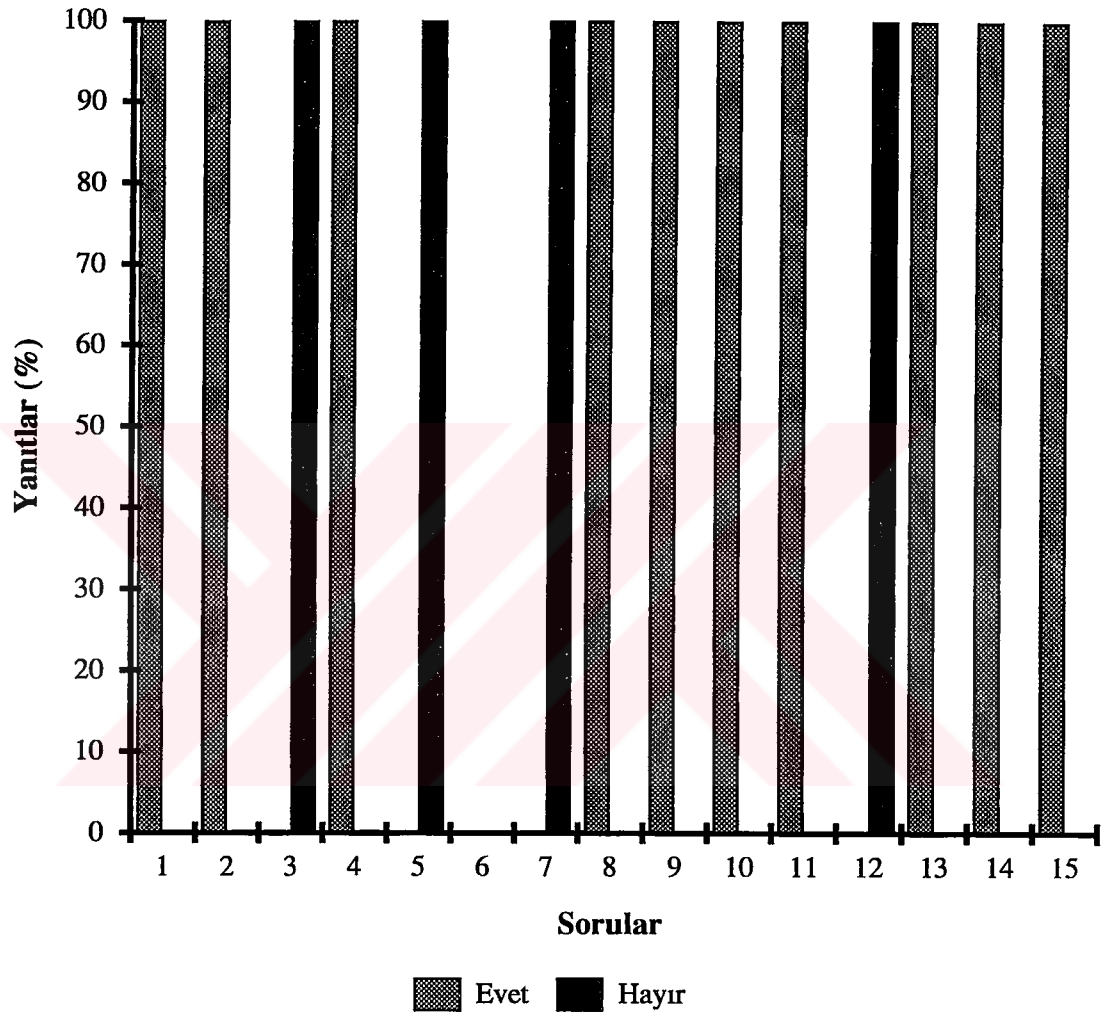
HACİM :6

Aydınlatma Biçimi	: Dolaysız Aydınlatma
Aygıt Tipi	: Çıplak flüoresan
Lamba Tipi	: Flüoresan Lamba, TL 54, 32 Watt
İç Yüzeylerin Yansıtma Çarpanı	: $r_{tav} = 0.7$ $r_{duv} = 0.7$ $r_{döş} = 0.3$
Denek Sayısı	: 5 kişi (3 kadın, 2 erkek)
Yaş Ortalaması	: 20-25 yaş

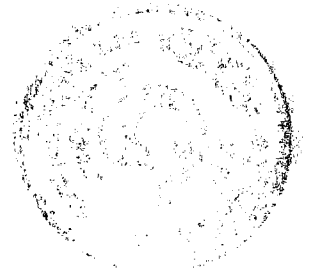
Tablo E.17- Hacim:6 denetleme listesinin VDU ekranı ile ilgili yanıtlarının % olarak değerlendirilmesi

SORU NO	YANITLAR		YANIT (%)	
	Evet	Hayır	Evet (%)	Hayır (%)
1	5	-	100	0
2	5	-	100	0
3	-	5	0	100
4	5	-	0	0
5	-	5	100	100
6	-	-	-	-
7	-	5	-	100
8	5	-	100	0
9	5	-	100	0
10	5	-	100	0
11	5	-	100	0
12	-	5	0	100
13	5	-	100	0
14	5	-	100	0
15	5	-	100	0



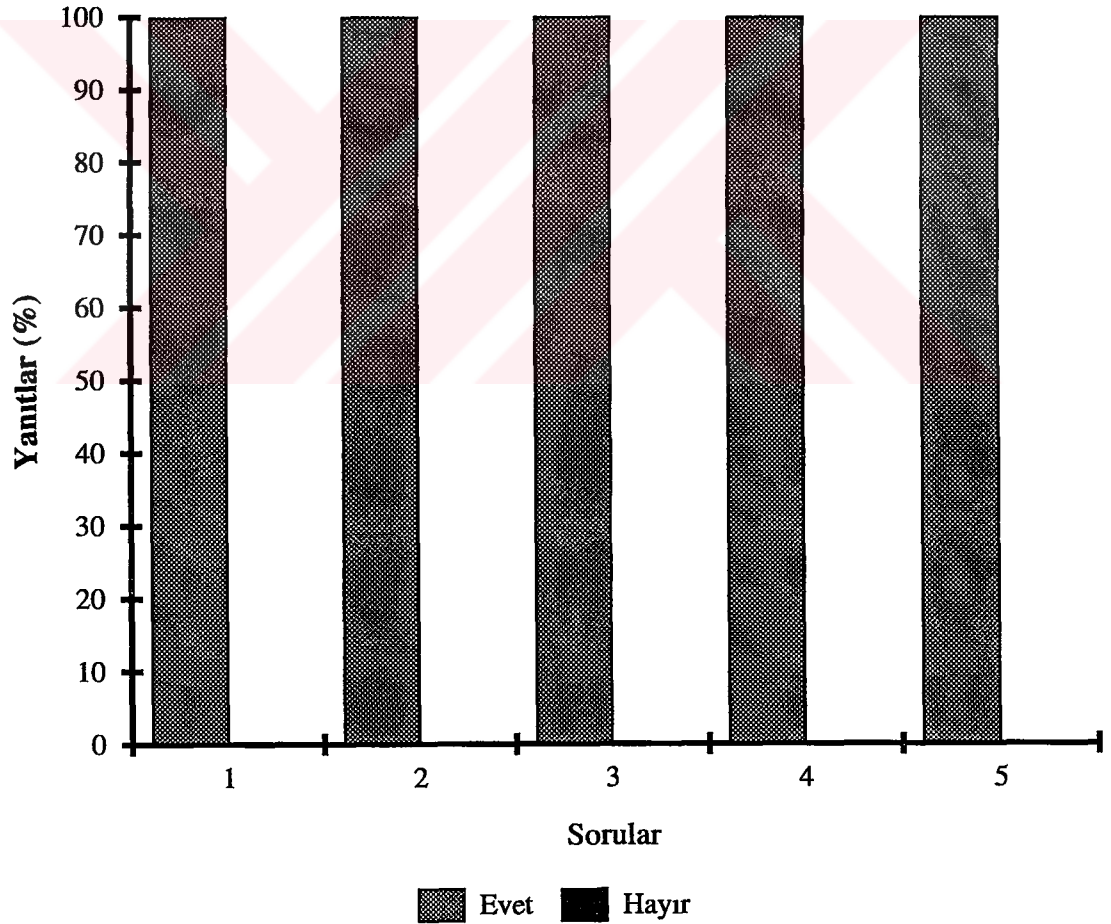


Şekil E.27- Hacim:6 denetleme listesinin VDU ekranı ile ilgili yanıtlarının % olarak değerlendirilmesini gösteren grafik



Tablo E.18- Hacim:6 Denetleme listesinin Klavye ile ilgili yanıtlarının % olarak değerlendirilmesi

SORU NO	YANITLAR		YANIT (%)	
	Evet	Hayır	Evet (%)	Hayır (%)
1	5	-	100	0
2	5	-	100	0
3	5	-	100	0
4	5	-	100	0
5	5	-	100	0

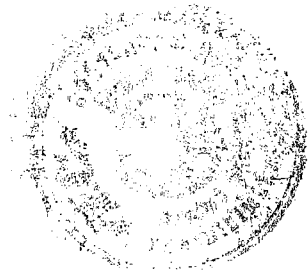


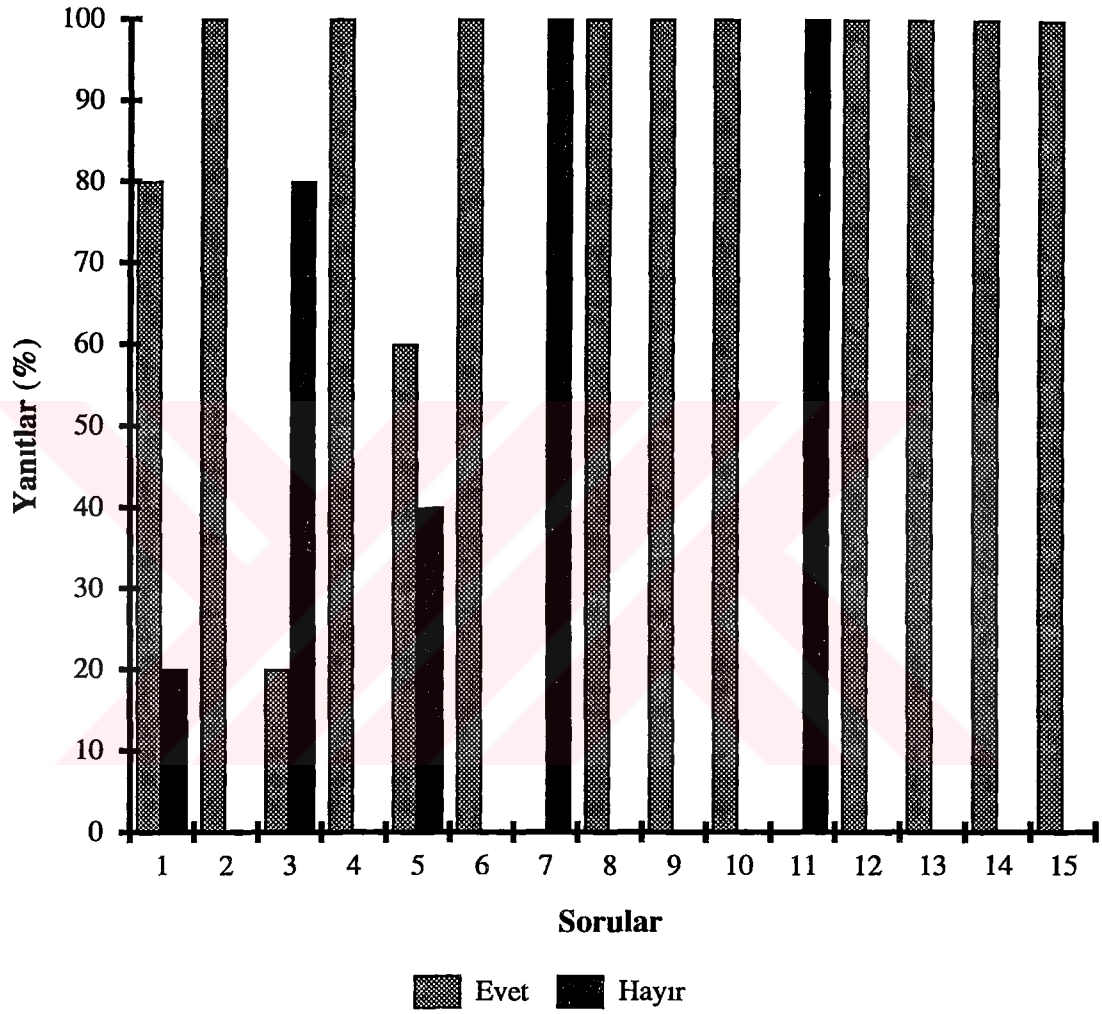
Şekil E.28- Hacim:6 denetleme listesinin Klavye ile ilgili yanıtlarının % olarak değerlendirilmesini gösteren grafik



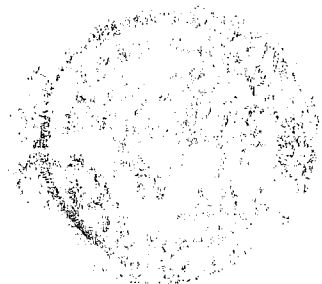
Tablo E.19- Hacim:6 Denetleme listesinin Görsel Çevre ile ilgili yanıtlarının % olarak değerlendirilmesi

SORU NO	YANITLAR		YANIT (%)	
	Evet	Hayır	Evet (%)	Hayır (%)
1	4	1	80	20
2	5	-	100	0
3	1	4	20	80
4	5	-	100	0
5	3	2	60	40
6	5	-	100	0
7	-	5	0	100
8	5	-	100	0
9	5	-	100	0
10	5	-	100	0
11	-	5	0	100
12	5	-	100	0
13	5	-	100	0
14	5	-	100	0
15	5	-	100	0





Şekil E.29- Hacim: 6 denetleme listesinin Görsel Çevre ile ilgili yanıtlarının % olarak değerlendirilmesini gösteren grafik

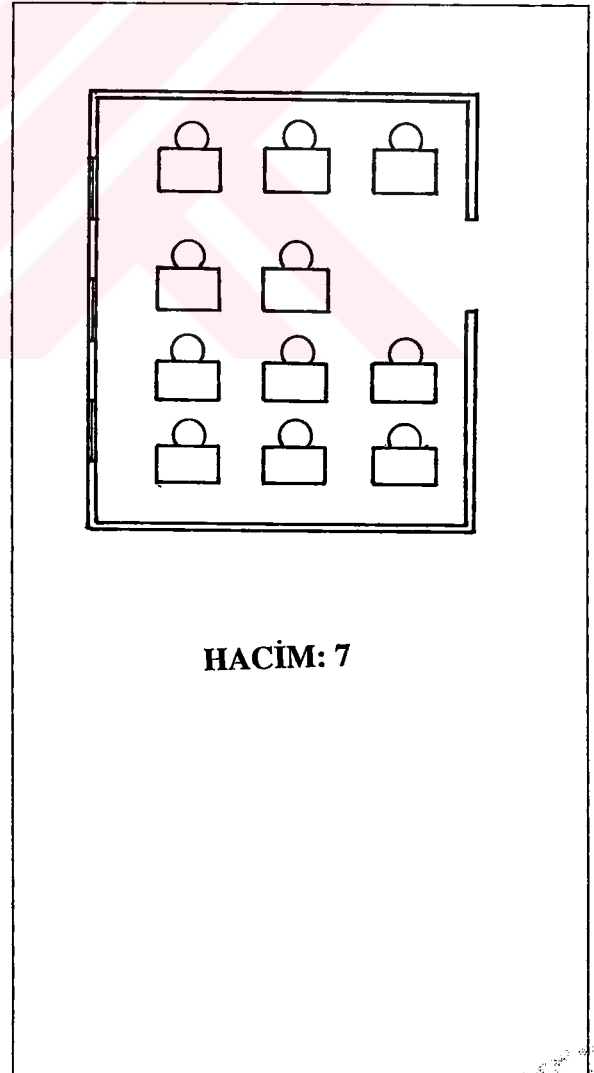


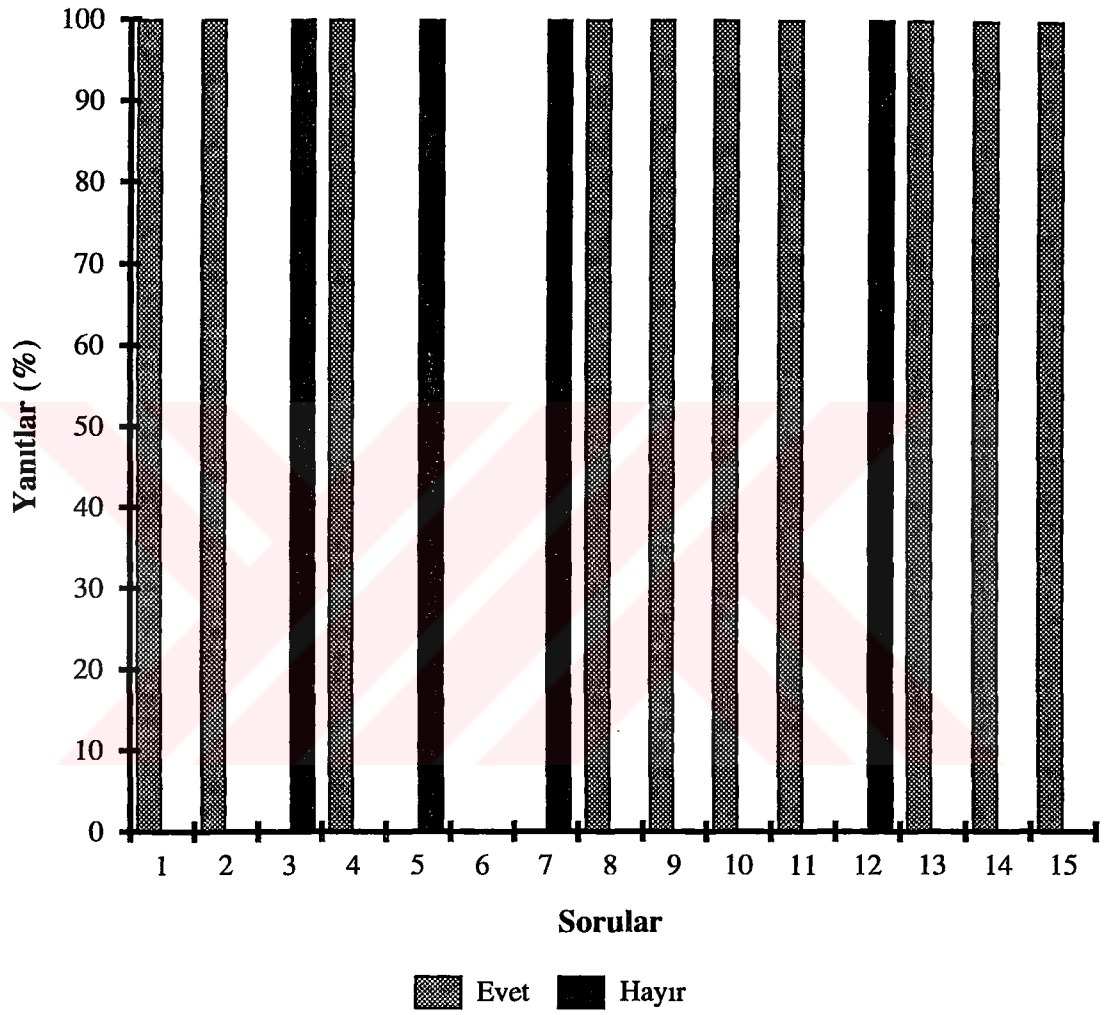
HACİM :7

Aydınlatma Biçimi	:	Dolaysız Aydınlatma
Aygıt Tipi	:	Çıplak flüoresan
Lamba Tipi	:	Simit flüoresan (Circular fluorescent) OSRAM, 32 watt
İç Yüzeylerin Yansıtma Çarpanı	:	$r_{tav} = 0.7$ $r_{duv} = 0.7$ $r_{döş} = 0.3$
Denek Sayısı	:	10 kişi (Hepsi kadın)
Yaş Ortalaması	:	20-25 yaş

Tablo E.20- Hacim:7 denetleme listesinin VDU ekranı ile ilgili yanıtlarının % olarak değerlendirilmesi

SORU NO	YANITLAR		YANIT (%)	
	Evet	Hayır	Evet (%)	Hayır (%)
1	10	-	100	0
2	10	-	100	0
3	-	10	0	100
4	10	-	100	0
5	-	10	0	100
6	-	-	-	-
7	-	10	0	100
8	10	-	100	0
9	10	-	100	0
10	10	-	100	0
11	10	-	100	0
12	-	10	0	100
13	10	-	100	0
14	10	-	100	0
15	10	-	100	0



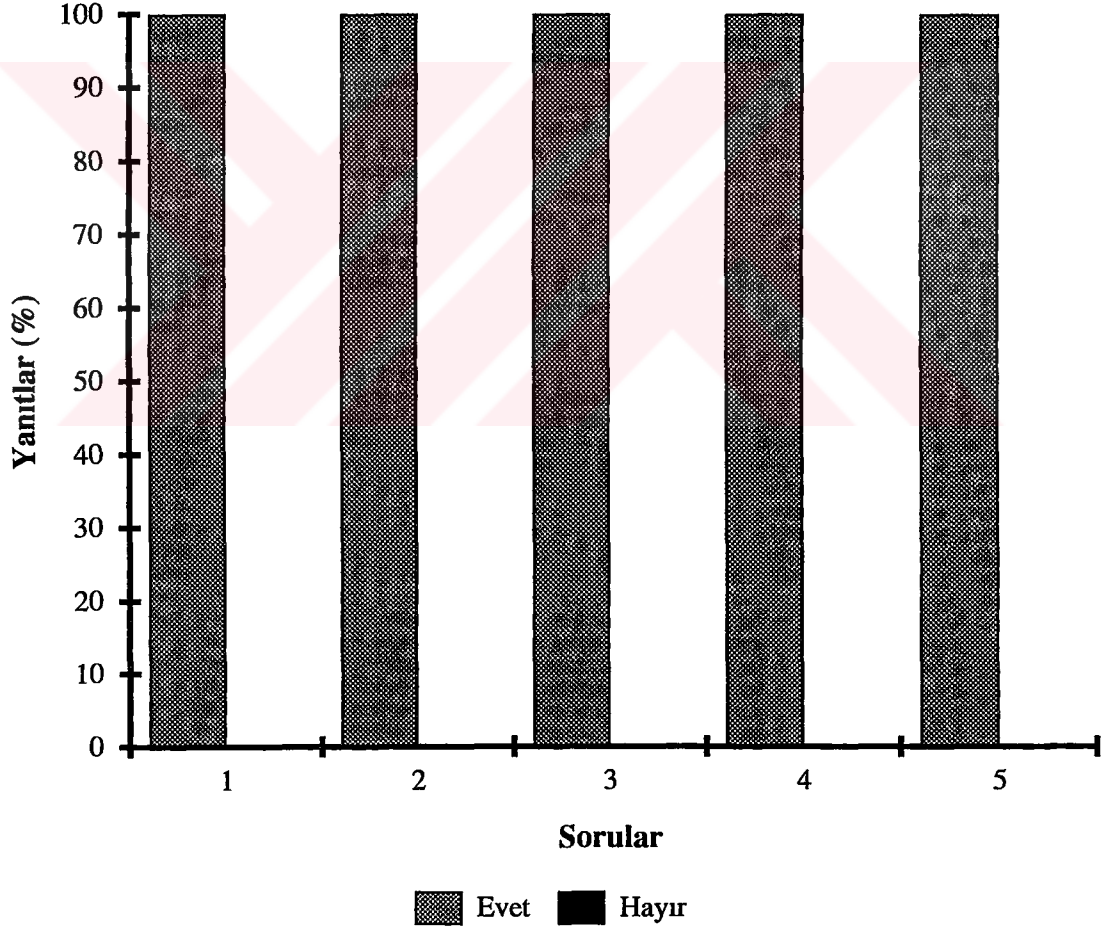


ŞEKİL E.30-Hacim: 7 denetleme listesinin VDU ekranı ile ilgili yanıtlarının % olarak değerlendirilmesini gösteren grafik

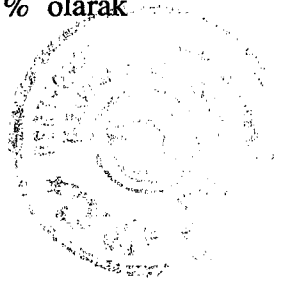


Tablo E.21- Hacim:7 Denetleme listesinin Klavye ile ilgili yanıtlarının % olarak değerlendirilmesi

SORU NO	YANITLAR		YANIT (%)	
	Evet	Hayır	Evet (%)	Hayır (%)
1	10	-	100	0
2	10	-	100	0
3	10	-	100	0
4	10	-	100	0
5	10	-	100	0

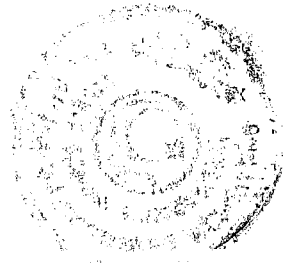


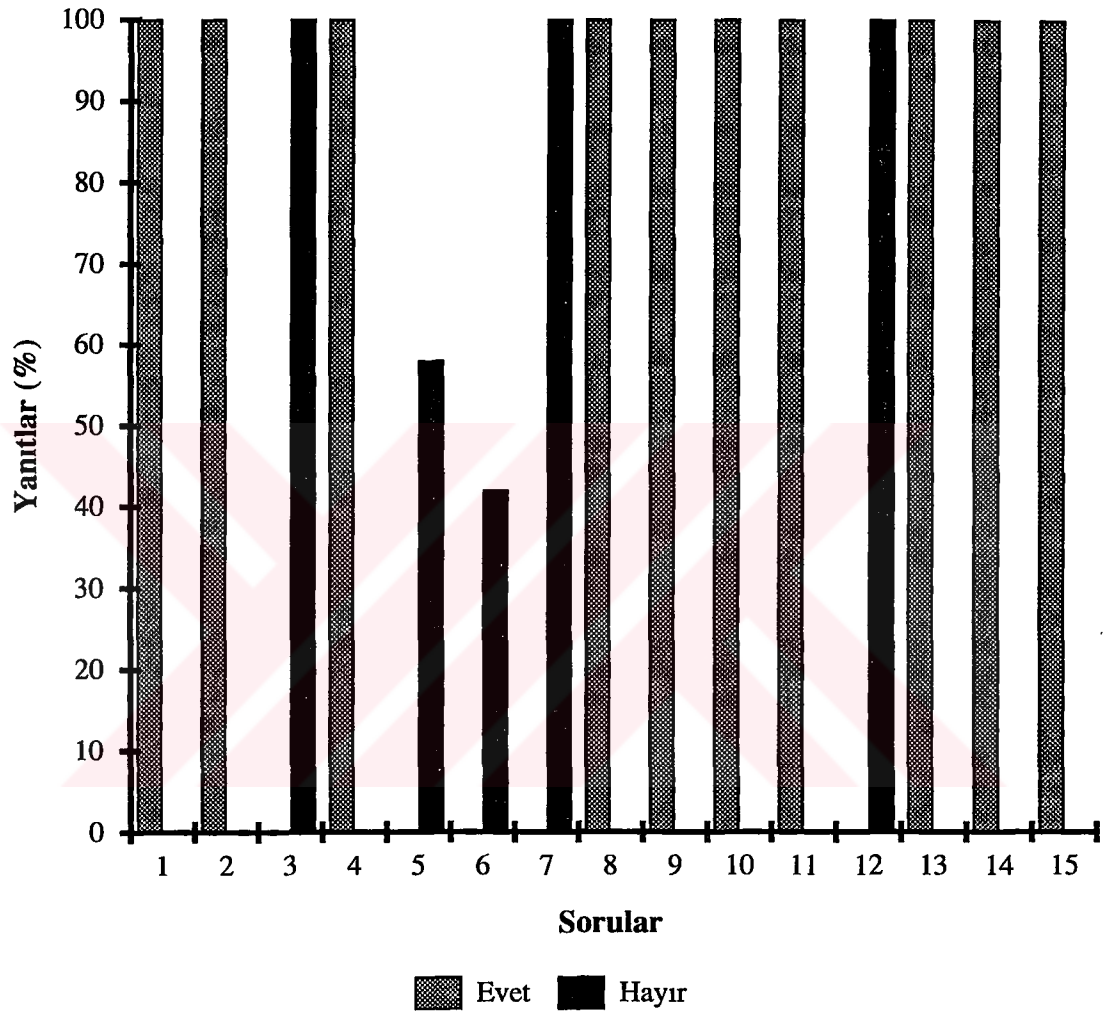
Şekil E.31- Hacim: 7 denetleme listesinin Klavye ile ilgili yanıtlarının % olarak değerlendirilmesini gösteren grafik



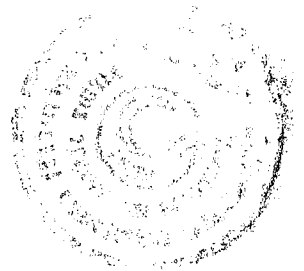
Tablo E.22- Hacim:7 Denetleme listesinin Görsel Çevre ile ilgili yanıtlarının % olarak değerlendirilmesi

SORU NO	YANITLAR		YANIT (%)	
	Evet	Hayır	Evet (%)	Hayır (%)
1	1	9	10	90
2	10	-	100	0
3	-	10	0	100
4	10	-	100	0
5	-	10	0	100
6	9	1	90	10
7	-	10	0	100
8	10	-	100	0
9	10	-	100	0
10	10	-	100	0
11	2	8	20	80
12	10	-	100	0
13	10	-	100	0
14	10	-	100	0
15	10	-	100	0





Şekil E.32- Hacim: 7 denetleme listesinin Görsel Çevre ile ilgili yanıtlarının % olarak değerlendirilmesini gösteren grafik



ÖZGEÇMİŞ

Doğum tarihi : 23 Ocak 1966

Doğum yeri : İstanbul

Eğitim : • 1972-1978 Büyükkada İlkokulu,
• 1978-1984 Özel Zapyon Kız Lisesi,
• 1984-1988 Yıldız Üniversitesi Mimarlık Fakültesi, Lisans
• 1988-1990 Yıldız Üniversitesi Mimarlık Fakültesi, Yapı Fiziği
Bilim Dalı, Yüksek Lisans.

Öğrenim sırası : • 1994-1997 İtalyan Kültür Merkezi Dil Bölümü'nden mezuniyet.
• 1995-1997 eski eser restorasyonu uygulama projelerine yardım.

Yabancı dil : • İngilizce
• İtalyanca

