

Yerleşim Yerlerinde Işıklandırma ve Yıldızlı Gökyüzü Işık Kirliliği



İnsanlığın mutluluğu için gelişen uygarlık, bir çelişki olarak, çevre sorunlarını da birlikte getirdi. Son yıllarda ülkemizde çevre ve doğa bilinci gelişti, yaygınlaşıp kökleşti. Kimi zaman, termik santrallerde olduğu gibi, enerji gereksinmemizi karşılamak için seçilen yöntemler, ve çevrecilerimizi destekleyen kamuoyu karşı çıktı. Çevreciler tarafından tanınan çevre kirliliği çeşitleri arasında, bildiğimiz kadarıyla, ışık kirliliğine pek değinilmez. Işık kirlenmesi, yanlış yerde ve yanlış zamanda yanlış miktarda ve yönde ışık kullanılmasıdır; bunun sonucu olarak göğün doğal fon parlaklığı artar, yollarda göz kamaşması nedeniyle görüş bozulur; ışığı üretmek için harcanan enerjinin önemli bir kısmı boşa gider.

HALLEY Kuyruklu yıldızı, 76 yıllık bir aradan sonra, 1985-1986'da yeniden bizi ziyarete geldiği günlerde, Ankara Üniversitesi ve Ege Üniversitesi Astronomi Bölümleri, meraklı Ankara ve İzmir halkını -bu arada Hüseyin Rahmi'nin ünlü "Kuyruklu Yıldız Altında İzdivaç" adlı romanını okuyanları- otobüslerle kent dışındaki gözlemlerine taşıdılar. Birçok insan böylece teleskopla bile, yıldızları daha iyi izlemek için kentlerden uzak, karanlık bölgelere gitme gereğini öğrendiler. Bu kadar uzağa gitme nedeninin yalnız teleskopla bakma zorunluluğu değil, Ankara'nın ve İzmir'in göğü aydınlatan ışıklarından uzaklaşmak olduğunu anladılar.

Köy ilkokullarında okuyan öğrencilerimiz, öteki köylüler gibi, Sabah Yıldızı'nı, Akşam Yıldızı'nı ve Samanyolu'nu tanırlar. Kayan yıldız görünce "işte birinin yıldızı daha kaydı" derler (inanışa göre, her faninin gökte bir yıldızı vardı; yıldız kayınca kendisi de bu dünyadan geçerdi!). Kentlerde yapay aydınlatma o kadar gelişmiştir ki, bugün, en parlak birkaç yıldız ve gezegen dışında gökte bir şey görmek olanaksızdır. Bugünün kentlisi, eğer kitaplardan öğrenmediyse, eski insanlar kadar ya da bugünün köylüsü kadar Samanyolu'nu ya da bir kayan yıldız tanımaz, onları belki de hiç görmemiştir.

Eski Mezopotamya halkları, Babilliler, Araplar göğü iyi tanıyorlardı. Takımyıldızlara adlarını onlar verdiler, tek tek parlak yıldızlara ad taktılar; masallar, mitolojik öyküler geliştirdiler. Her kültürde olduğu gibi bizim kültürümüzde de -şarkılarımızda, türkülerimizde, şiir-

lerimizde- yıldızların önemli yeri vardır. Kent ışıklarından uzaklaşmayan bugünün insanının bu kültüre katkıda bulunması olanaksızdır.

Işık kirlenmesi doğal hayatı da etkilemektedir. Örneğin, gece uçan göçmen kuşlar yollarını şaşırılmaktadır. Aşırı ve kötü aydınlatılmış gökdelenlere, kulelere çarpan göçmen kuşlardan tek bir gecede aynı yerde binlercesinin ölebildiği bilinen bir gerçektir.

Çevreci, bir dünya vatandaşıdır; çünkü öteki ülkelerdeki kirlenme kendi ülkesini de etkiler. Çevresine duyarlı, fakat kendisini Dünya ile sınırlandırmış bir insan için ışık kirliliği belki de bir kirlenme değildir. Fakat Dünya'mız evrenin bir parçasıdır. Çevremizde olup bitenler, içinde yaşadığımız evrenin görünümünü etkiliyorsa, o konuda da duyarlı olmak, insan olmanın gereğidir.

Işık Kirliliği ve Gökbilim

Işık, foton denen küçük, enerjili parçacıklardan oluşmuş kabul edilebilir. Gökbilimciler en az sayıda fotondan en çok bilgiyi elde etmede uzmanlaşmışlardır. Çağdaş teleskoplarla algılanan her foton çok pahalıya mal olmaktadır. Işık kirlenmesinin neden olduğu yapay gök parlaklığı, her gözlemevini olumsuz etkilemektedir. Fotoğraflarda kararma olmakta, ışık sönük gök cisimlerinin gözlenmesini zorlaştırmakta; gök cisimlerinin parlaklık ölçümlerine karışmakta ve tayfını yani renklerini çarpıtmaktadır.

Bugünün gökbilim gözlemevleri, ışıklı kentlerden uzak, havası açık ve temiz yerlerde kuruluyor. Hava ve ışık kirliliği nedeniyle böyle yerlerin sayısı, bizim ülkemizde de, gittikçe azalmaktadır. Altı yıllık bir yer seçimi çalışması sonunda, Antalya sınırları içinde Bey Dağları'nda 2550 m yükseklikteki Bakırlitepe'yi "Ulusal Gözlemevi" yeri olarak seçtik. Takiyüddin Efendi, gözlemevini İstanbul'a kurmuştu, biz Bey Dağları'nda kurduk. Çevredeki kent ve kasabaların göğü aydınlatması sürerse, oradan nereye gideceğiz acaba?

İkinci Dünya Savaşı sırasında, kurtarma uygulamasından yararlanan Walter Baade, aynasının çapı 2,5 m olan Mount Wilson Teleskopu'nun gücünün sınırını zorlayarak, 2 milyon ışık yılı ötedeki Andromeda Galaksisi'ni yıldızlarına ayırtırmayı başardı. Aynı teleskop 1920'lerde evrenin genişlemesini keş-



"Gece karanlığında kent ışıklarının yarattığı ışık kirliliğinin uzaydan görünüşü."

fetmişti. Bu teleskobun bulunduğu gözlemevi, Los Angeles şehrinin ışıkları göğü 6 kez daha parlak yaptığı için, 1985 yılında kapandı.

Yerleşim yerlerinin gelişigüzel aydınlatılmasının, genel olarak herkesi ve gökyüzünü özel araçlarla izlemeyi seven amatör astronomları da etkilemektedir; fakat profesyonel gökbilime etkisi bir başka olmaktadır. İçinde yaşadığımız evrenin kökenini, yaşını ve yapısını anlamak; evrenin derinliklerine, yani ışığının bize ulaşması milyarlarca yıl alan gökadalara bakmayı gerektirir. Güneş Sistemi'mizin yaşının 2-3 katı kadar zamandır yolda olan fotonun tam bize ulaşacakken kent ışıklarında kaybolması ne yazık ki gözlemevleri, -kentlerden yüzlerce kilometre uzakta olsalar bile- bu sorunla karşı karşıyadır. Kötü aydınlatmadan zarar görenler yalnız devlet bütçesi ya da gece gökyüzünü izlemek isteyenler değildir. Yukarıda değinildiği gi-

bi, doğal hayat da etkilenmektedir.

Gökbilimciler gece aydınlatmasına karşı değillerdir. Onlar da herkes gibi, nitelikli aydınlatmaya gereksinime duyarlar. Onların istediği, göğü aydınlatmada, iyi düşünülmüş ışıklandırma kurallarının uygulanması ve ışığın gerektiği yerde kullanılmasıdır. Gözlemevleri için iyi olan bu çeşit aydınlatma, sokak-cadde aydınlatmasından yararlananlar için de, devlet bütçesi için de iyidir.

TÜBİTAK Ulusal Gözlemevi (TUG) ve Işık Kirliliği

1979-1986 yıllarını kapsayan yer seçimi çalışması sonunda TUG yeri olarak 2550 m yükseklikteki Bakırlitepe'de karar kılındığı zaman, Antalya'dan kaynaklanan ışık kirliliği yok denecek kadar azdı. Ancak geçen zaman içinde Antalya çok büyüdü ve sokak-cadde aydınlatmaları çok arttı. Bugün yaptığımız ölçümlere göre, Bakırlitepe'den bakıldığında ufukun 450 üstündeki gök parlaklığı doğal gök parlaklığına göre %27 daha fazladır. Antalya ve çevresinde 27 kentleşme sürüyor. Gelecekte ışık kirliliğinin daha büyük boyutlara ulaşmasından kaygılıyız. Bu kaygımızı Antalya Belediye Başkanı Hasan Subaşı'na iletilmiş ve beklenenin üstünde ilgi gördü: Antalya'nın bu konuda iyi bir örnek oluşturacağını umuyoruz.

Işık Kirliliğinin Kaynakları

Işık kirlenmesinin esas kaynağı, cadde-sokak aydınlatmasıdır; buna dış aydınlatma diyebiliriz. Dış aydınlatma, ge-

Uluslararası Karanlık Gökyüzü Birliği'nin Etkili Dış Aydınlatma İçin Tavsiyeleri

Gökbiliminde, uzayla ilgili optik ve diğer bazı araştırmalarda gece gökyüzünün karanlık olması bir zorunluluktur. Yapay ışıklandırma, ister doğrudan ister yansıma ile olsun, gece gökyüzü arkaalanını (fonunu) parlatmak eğilimindedir. Bu yapay parlaklık, hem amatör gökbilimciler açısından, hem de genel halk açısından gökyüzünün görünümünü aşırı derecede bozar. Çok sayıda insan, diğer ilginç gök cisimleri bir yana, Samanyolu'nu bile görmemiştir. Gece dış aydınlatmada kullanılacak lambalar bu bakımdan çok önemlidir. En tercih edileni düşük basınçlı sodyum lambalarıdır. Uluslararası Karanlık Gökyüzü Birliği'nin tavsiyeleri şöyledir:

Düşük Basınçlı Sodyum Lambaları: Yollar, yürüyüş alanları, park yerleri güvenlik nedeniyle ışıklandırılması gereken yerler. Renk farkının kritik öneminin bulunmadığı yerler.

Yüksek Basınçlı Sodyum Lambaları: Spor alanları, renk ayırmanın kritik olmadığı güvenlik bölgeleri.

Metal Tuzlu Lambalar: Renk ayırmanın kritik olduğu gösteri ışıklandırması, spor alanlarının ışıklandırılması.

Civa Buharı Lambaları: Verimli bir ışıklandırma kaynağı değildir; iyi örtülmüş eski lambalar yerinde kalabilir.

Akkor Lambaları: Verimli bir ışık kaynağı değildir. Düşük güçlü uygulamalarda (örneğin evlerin girişlerinin aydınlatılmasında) iyi perdelenmek koşuluyla kullanılabilir.

Dış aydınlatma lambaları, hiç değilse lambanın bulunduğu yerden geçen yatay düzlemde daha yukarıya ışık gitmeyecek şekilde perdelenmelidir. Lambadan çıkan ışığın lamba direği ile yaptığı açıya 90° olan ışınları yere paralel gider, 90° ile 180° arasında açıyla çıkan ışınların hepsi göğe gider. 70° ile 90° açılarda altından yayılan ışığın yeri aydınlatmada bir yarar yoktur; çünkü, yeri çok uzaklarda, ve zayıflamış olarak ulaşır. Böyle ışıklandırma, kent ve kentlerarası yolda göz kamaştırır ve görüşü engeller.



1. Armatürü iyi tasarlanmış düşük basınçlı sodyum lambası. 2. Yanlış ışıklandırma. İstenmeyen yerin aydınlatılması. 3. İyi güvenlik aydınlatması. (Düşük basınçlı sodyum lambaları kullanılmıştır.) 4. Tucson'dan (ABD) bir görüntü. İyi aydınlatılmış caddede, ışık gözü kamaştırmıyor. Ayrıca, biri iyi biri de kötü aydınlatılmış iki spor salonu görülmüyor.

lişmiş ülkelerin ardından, ülkemizde de hızla yaygınlaşmaktadır. Bir Amerikalı gökbilimci "eğer kentlerimizin bugünkü aydınlatma hızı böyle sürerse, 20-30 yıl içinde Ay'daki bir gözlemci büyük kentlerimizi çıplak gözle görebilecektir" demiştir.

Elbette caddeleri, sokakları, evlerimizin çevresini aydınlatacağız. Buna hiç kimse karşı değildir. Sorun aydınlatmada değil, kötü ve savurgan aydınlatmadadır,

sokak lambaları armatürlerinin niteliksiz olmasında ve kötü yerleştirilmesindedir. İlk fırsatta çevrenizdeki sokak lambalarına bir bakın: Birçoğu, gereken yeri yani hemen altındaki yolu değil, yanları ve göğü aydınlatır. Yüksek direk üstüne tünemiş kimi lambanın ışığı yere ulaşmaz bile.

Kentlerin, örneğin Ankara'nın, Antalya'nın üstünde uçaktan gece aşağı bakmış olanlar savurgan aydınlatmayı

kolayca fark etmişlerdir: Yanlış yönlendirilmiş sokak ve cadde lambaları, ilanlar, reklamlar, Ö Yüzeyin yansıtma oranı, kar örtüsü hariç, genelde %15'in altındadır. Dolayısıyla, uçaktan görünen ışık denizi, çoğunlukla yukarı yönlendirilmiş ışıktır; bu savurulmuş ışıktır, boşa giden enerjidir, boşa giden yakıt kaynaklarıdır, boşa giden vergidir, boşa giden paradır ve boşa giden karanlık gökyüzüdür.

Nasıl Bir Aydınlatma Gerekli?

Gece güvenliğinden ve aydınlatmanın işlevselliğinden ödün vermeden ışıklandırmada enerji tasarrufu nasıl sağlanabilir ve aynı zamanda ışık kirliliği en aza nasıl indirilebilir? Göğü aydınlatmanın bir yararı yoktur; güvenliğe de katkı sağlamadığı ABD gibi ışık kirliliğinin fazla olduğu ülkelerde yapılan araştırmalardan anlaşılmaktadır: Işıklıdırma suç işlemeyi engellemiyor, suçun nedeni ışık ya da karanlık değildir. Suçluları da gökte aramamalıdır! Dahası, ışık kirliliği kaynak savurganlığına da neden olur. O halde, ilke olarak, izlenecek yol şudur: (1) ışığın göğe yönelmesini kesmek ve aydınlatılacak yere daha doğru şekilde yönelmek, (2) birim enerji başına daha çok ışık veren kaynakları kullanmak ve (3) zamanlayıcılar kullanarak, gereksiz aydınlatmaları -örneğin, reklam ve

Türkiye'de Kullanılan Elektrikli Lamba Çeşitleri

Akkor Lambalar

Evlerde, ticari kuruluşlarda yaygın olarak kullanılan lambalarda ince bir tel, flamanı içinden geçen elektrik akımı ile yüksek bir sıcaklığa kadar ısıtılır. Tel akkor hale gelir ve geniş tayflı bir ışınım sağlar. Böyle bir lambanın ışığı prizmadan geçirilirse sürekli bir tayf elde edilir -gökkuşağında olduğu gibi- yayılmış ışık oluşur. Astronomlar için, sönük yıldızlardan ve galaksilerden gelen ışığı etkileyen, onunla kaşınan en kötü ışıklandırma biçimi budur. Kullandığı enerjinin %95'i ısıya, yalnız %5'i ışığa dönüşür.

Dejarj Lambaları

İçinde gaz olan kapalı bir hacim içinden elektrik akımı geçirildiği zaman, gazın atomları tek renkte ya da tek renk bantlarında kendine özgü ışık salırlar. Böyle bir ışık prizmadan geçirilince tayf elde edilmez, yalnız özel birkaç renkte çizgi veya bant elde edilir. Kullanıldığı alan, özellikleri farklı birkaç örnek şöyledir:

Civa Buhan Lambaları

Yüksek şiddetli bu bu deşarj lambasında kullanılan gaz civa buhandır. Çıkan görünür ışık mavimsi-beyazdır; etrafında eflatun taç oluşur. Bu lambalarda kullanılan enerjinin önemli bir kısmı morötesi ışık üretmek için harcanır; bunu

insan gözü göremez ve dolayısıyla boşa gider (üstelik bunlar zararlıdır ve filtrelenmelidir). Saf civa buhan birkaç başka dalga boyunda (yani renkte) ışık salar. Fakat bunlar çoğu zaman fosforlu maddelerle görünür ışığa dönüştürülür; bu ışık da gökten gelen ışığı keser.

Metal Tuzlan Lambaları

Bu deşarj lambalarında elektrik akımı buharlaştırılmış buhar tuzundan geçirilir. Civa buhari lambalarından daha verimlidir. Kimi birkaç renkte, kimi beyaz ışıkta ışık salar.

Yüksek Basınçlı Sodyum Lambaları

Bu lambalarda elektrik akımı, görelî olarak yüksek basınçta tutulan sodyum buhanından geçirilir. Karakteristik olarak pembe renk algılanır. Fakat çok çeşitli renklerde ışık verir ve gök cisimlerinden gelen görsel ışığın %40'dan fazlasını etkiler.

Düşük Basınçlı Sodyum Lambaları

Bu deşarj lambasında sodyum buhan düşük basınçta tutulur, saldırdığı ışık kendine özgü san-turuncu renktedir. Böyle kaynaklara tek renk (monokromatik) kaynak denir. Çünkü, yalnız tayfin tek bir renk bandını etkiler. Böyle lambalar kullanıldığı zaman uzaydan gelen ışığın %99'u hâlâ doğru olarak kirlenmeden görülebilir.

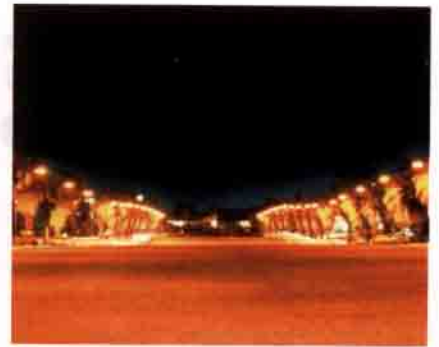
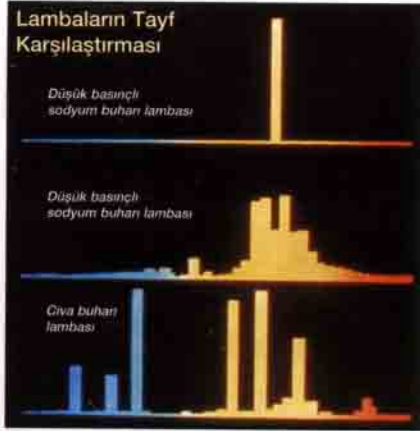
Bunlar dışında; vitrinlerde, ofislerde, ticari kuruluşlarda ve halka açık binalarda yaygın olarak kullanılan floresan lamba çeşitleri de vardır. Akkor lambalara göre çok daha ekonomik olan ve giderek evlerde de yaygın olarak kullanılan bu tür lambalar gökbilimciler için akkor lambalar kadar kötüdür.

Lambaların Verimliliği

Lamba verimi harcanan birim elektrik enerjisi bazında lambadan elde edilen görünür ışık enerjisidir. Bir lambadan aldığımız ışık miktarı lümen, lambanın harcadığı elektrik ise Watt ile ölçülür. Böylece bir lambanın verimi, Watt başına ne kadar lümen ürettiği ile ifade edilebilir. Çeşitli lambalar için ortalama değerler şöyledir:

Lamba çeşidi	Watt başına lümen	Ekonomik ömür (saat)
Akkor	6-15	750-1000
Civa buhan	19-63	12000-24000
Metal tuzu	68-100	3500-20000
Yüksek basınçlı sodyum	66-140	14000-55000
Düşük basınçlı sodyum	100-198	16000

Açıkça en verimli lambalar düşük basınçlı sodyum lambalarıdır. Bunlar aynı zamanda, gök cisimlerinden gelen ışığın tayfını en az kirlen lambalarıdır. Yüksek basınçlı sodyum lambası daha uzun ömürlü olmasına karşın işletimi daha pahalıdır.



Yukarıdaki fotoğraflar, Arizona Üniversitesi'nde aynı yerden çekilmiştir. İlk çekilen fotoğrafta lambalar civa buharlı. İkinci fotoğrafta, bu lambalar sodyum buharlı lambalarla değiştirildikten sonra çekilmiştir.

ilan ışıklandırılmalarını- gece yarısından sonra kapatmak.

Burada bunların ayrıntılarına girmeden Uluslararası Karanlık Gökyüzü Birliği'nin önerilerini vermekle yetineceğiz:

Genel olarak dış aydınlatma lambalarını, lambaların bulunduğu yerden geçen yatay düzlemden daha yukarıya gitmeyecek şekilde perdelenmelidir. Böylece istenmeyen yer aydınlatılmaz; ışığın gözü kamaştırıp görmeyi olumsuz etkilemesi ve ışık kirliliği en küçük, enerji tasarrufu en büyük olur.

Aydınlatmada kullanılan lambalar elektrik enerjisi harcadığına göre elektrik gücünü ışık gücüne çevirmede en verimli lamba tercih edilmelidir. Mevcut en verimli kaynak düşük basınçlı sodyum buharı lambasıdır. Bunun verdiği ışık kendine özgü sarı-turuncu renktedir. Böyle lambalar kullanıldığı zaman

uzaydan gelen ışığın %99'u hâlâ görülebilir. Rastlantı olarak bu sarımsı ışık gözün en duyarlı olduğu renktir, görmemizde en etkili olanıdır.

O halde enerji tasarrufunun önemli olduğu her yerde, renk ayırmasının önemsiz olduğu her yerde, sodyum lambaları, özellikle düşük basınçlı sodyum lambaları kullanılmalıdır. Örneğin, yollar, caddeleler, park yerleri, güvenlik nedeniyle ışıklandırılması gereken yerler, renk farkının kritik olmadığı yerler gibi. Civa buharı ve akkor lambaları verimli ışıklandırma kaynakları değildirler; ancak, düşük güçteki uygulamalarda -örneğin evlerin önünü aydınlatmada- iyi perdelenmek koşuluyla kullanılabilir. Düşük basınçlı sodyum lambası harcanan enerji başına en az 3 kat daha fazla ışık ürettiğine göre, bu yolla %30'un üstünde enerji tasarrufu mümkündür.

Alınabilecek Önlemler

Işık kirliliğini en aza indirme önerileri, aynı zamanda tasarruf önlemleri oldukları için, TEK yetkililerinin üzerinde durduğu konulardır. Temennimiz, her geçen gün artan aydınlanma nedeniyle, artan aydınlanma giderlerini en aza indirmede ışık kirliliğinin de bir etken olarak ele alınması, TSE standartlarının yeniden belirlenmesi ve üretilecek yeni lamba ve armatürlere uygulanmasıdır. Hangi çeşit lambaların nerelerde kullanılabileceği kurallara bağlanmalı, bu konuda yerel yönetimlere yardımcı olacak yasal önlemler alınmalıdır.

Çevre kirlenmesini gelişmiş ülkeler -Avrupa ve Kuzey Amerika- başlatmıştır. Çevreye karşı duyarlılık da önce o toplumlarda gelişmiştir. Işık kirlenmesinde de durum aynıdır. Örneğin ABD'de Tucson, Chicago gibi büyük kentler dahil 50'den fazla yerel yönetim, ışıklandırma için yeni yasalar ve yönetmelikler çıkartmış ve yukarıdakilere benzer önlemlerle başarılı sonuçlar almıştır. Bu kervana Kanada, Avustralya, Yeni Zelanda, İngiltere, Japonya gibi birçok ülke de katılmıştır. Macaristan, ışık kirliliğine karşı eğitime ilkokuldan başlamıştır. Etkili aydınlatma için armatürlerde uzmanlaşan firma sayısı giderek artmaktadır. Gerektiğinde eski civa buharlı lambaları yeni armatürlü düşük basınçlı sodyum lambaları ile değiştirilmektedir. Bu konuda en yaygın uygulamayı Kanarya Adalarında İspanya gerçekleştirmiştir. Bu değişikliğin maliyetini ilk 3-5 yıldaki enerji tasarrufunun karşılayabileceği hesaplanmaktadır.

Zeki Aslan

Prof.Dr., Akdeniz Üniversitesi Fizik Bölümü ve TÜBİTAK Ulusal Gözlemevi



Solda: Düşük basınçlı sodyum lambası kullanıldığında gökyüzünün görünüşü. Sağda: Aynı bölgenin sodyum filtresi takıldıktan sonra çekilen fotoğrafı. Bu lambaların ışığının etkisi bir filtre ile düzeltilebiliyor.

Kaynaklar:

Garstang R. H., "Night-Sky Brightness at Observatories and Sites" Astrophysical Society of Pacific No. 101, 306 - 329, 1989
Uluslararası Karanlık Gökyüzü Birliği'nin yayımları
Spektrum: GE Aydınlatma ürünleri kataloğu: 1997/98