

## GÖLGE ELEMANI TASARIMINA BİR YAKLAŞIM VE ADANA ÖRNEĞİ

Nilgün Sultan YÜCEER

**Alındı:** 19.08.2008, **Son Metin:** 02.02.2010

**Anahtar Sözcükler:** gölge elemanı; edilgen sistemler; enerji verimliliği; ısasal konfor; bilgisayar destekli tasarım.

Enerji etkin bina tasarımının bir parçası olan dış gölge elemanları, pencerenin konumuna göre, iç mekanlardaki güneş ışınımını istenen zamana bağlı olarak denetleyen bir yapma çevre değişkenidir. Gölge elemanı tasarımda, pencere ölçüleri, güneş geometrisi ve iklim verileri gibi bir çok değişken bir arada değerlendirilir. Bu araştırmada Adana'da ve 37° enlemde yer alan binalara uygulanabilecek gölge elemanları incelenmiştir.

Çalışmada dış gölge elemanı tasarımını kolaylaştıran bir yaklaşım önerilmiştir. Bu amaçla, gölge elemanı tasarım ilkeleri Adana'nın konumu ve iklim verileri doğrultusunda önceliklerine göre sınıflandırılmıştır. The solar tool programı ile yapılan analizlerde Adana'nın bulunduğu 37° enlemde, yatay gölge elemanının güneşin taradığı bütün yönlerde istenmeyen ısı artışına karşı etkili olduğu tespit edilmiştir. Yatay tipteki gölge elemanı, Adana'da bir "P" penceresine uygulanarak, çalışma alanının bulunduğu 37° enlemde uygulanabilecek yatay gölge elemanı boyut seçenekleri ve davranışları belirlenmiştir. Böylece analizlerde izlenen "gölge elemanı tasarım ilkeleri" herhangi bir yerleşime de uygulanabilecektir.

### GİRİŞ

Yapı düzeyinde çok yönlü çözümleri olan güneş ışınımından korunma, cam, duvar, çatı gibi yapı elemanları veya bitki ile sağlandığı gibi, bir yapı bileşeni olarak tasarlanan dış gölge elemanları aracılığıyla da sağlanır (Wachberger, 1988). Enerji etkin bina tasarımının bir parçası olan dış gölge elemanları, pencerenin konumuna göre, iç mekanlardaki güneş ışınımını istenen zamana bağlı olarak denetleyen bir yapma çevre değişkenidir (Olgyay, 1956; Szokolay 1980; Arumi, 1996; Yener, 1996; Nicoletti, 1998; Capeluto 2003).

İç mekanda ısasal ve görsel konforun sağlanması ve bu yolla elde edilen enerji verimliliği, gölge elemanı tasarımının temel ilkesidir (Miguel, 2008).

Özellikle saçak, teras, söve ve revak (arkad) gibi yatay yapı elemanlarının bina yüzeylerine attığı gölgeler, iklimlendirme sistemlerinin yükünü belirler (Soler, 1997; Ralegaonkar, 2005). Binaya doğru uygulanmış bir gölge elemanı, iklimlendirme sistemlerinin yükünü %50-79 oranında indirebilmektedir (Sciuto, 1998). Bu ise, gölge elemanı tasarımında, uygun boyut ve biçim belirlenmesi ile olanaklı olabilir. Pencere ölçüleri, güneş geometrisi ve iklim verileri gibi bir çok değişkeninin bir arada değerlendirildiği dış gölge elemanı tasarlanması çizgisel, deneysel, ve sayısal yollarla gerçekleştirilir (Olgyay, 1956). Gölge elemanı tasarım yöntemlerinde, güneşin azimut ve yükseklik açıları ile pencere ve gölge elemanı ölçüleri arasında kurulan trigonometrik bağlantılar ve güneş diagramları temel alınır (Olgyay, 1956; Szokolay, 1980). **Resim 1a'** da güneşin bir yıllık devinimi ile elde edilen saat, ay ve mevsimlerin yörüngeleri görülmektedir. **Resim 1b'** de güneşin bir yıllık deviniminde enleme bağlı olarak yer düzlemi ile yaptığı açılarının ve yörüngelerin stereografik olarak yer düzlemine yatırıldığı bir güneş diyagramı görülmektedir. **Resim 1c'** de yatay ve düşey biçimdeki gölge elemanlarının taradığı gölgelik alanlar stereografik diyagramlar üzerinde gösterilmiştir. **Resim 1d** ise güneşin bir yıllık deviniminde saatlere, aylara ve mevsimlere göre güneşin yer düzlemi ile yaptığı açılar verilmiştir.

**Resim 1a-d'** de verilmiş olan bu açı ve diyagramlar esas alınarak, 'gölge elemanı' tasarımı konusu 3 temel başlıkta toplanmıştır.

**A. Güneş geometrisi:** Güneşin bir yıllık deviniminde yer düzlemi ile yaptığı açılar ve formüller (Ramsey and Sleeper, 1994),

\*HSA=AZI-ORI **Resim 1a, 1b, 1d.**

HSA : Düşey gölge açısı (*Horizontal shadow angle*)

AZI : Azimut açısı (*Azimuth of the sun*)

ORI : Konum (*Orientation*)

\*VSA=arc tan (tanALT / cosHSA)

VSA : Düşey gölge açısı (*Vertical shadow angle*)

ALT : Yükseklik açısı (*Altitude angle*)

\*INC=arc cos(sinALT)=90-ZEN

INC : Geliş açısı (*Angle of incidence*)

ZEN : Zenit açısı (*Zenith angle of the sun*)

\*Güneş diyagramları (Stereografik, ortografik) **Resim 1b, 1c.**

**B. Pencere ve gölge elemanı boyut, tip ve kullanım seçenekleri:** Pencere ve gölge elemanın en, boy ölçülerini ve tiplerini hesaplamak için kullanılan bağlantılar (Olgyay, 1956),

Gölge derinliği,  $D = h / \tan VSA$  (yatay gölge elemanı) **Resim 1d, 1c.**

Gölge kalınlığı,  $w = D * \tan HSA$  (düşey gölge elemanı) **Resim 1d, 1c.**

D: Yatay gölge derinliği

w: Düşey gölge kalınlığı

h: Pencerenin yüksekliği

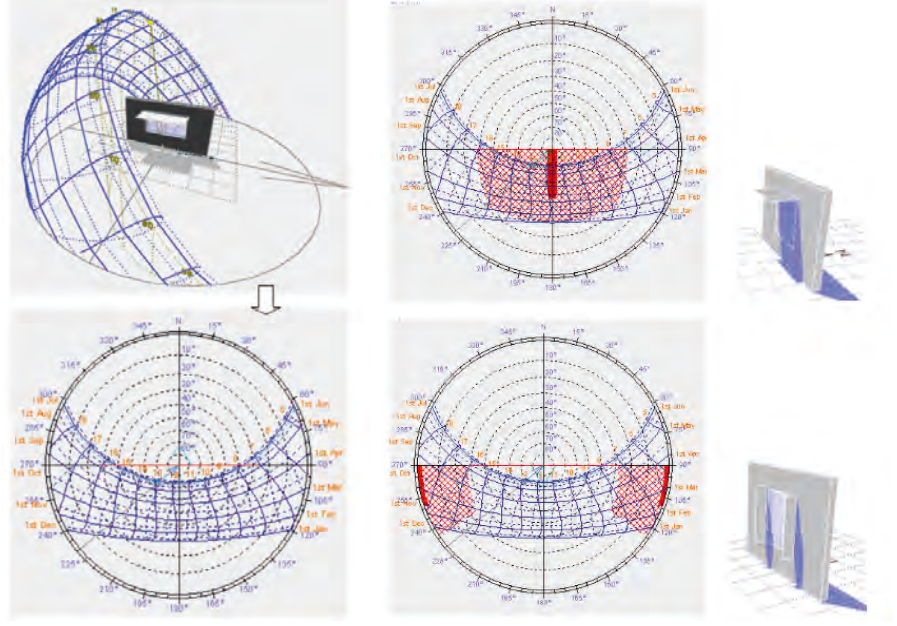
**C. Coğrafi konum ve iklim verileri:** İklimsel veriler ve bu doğrultuda çıkarılan konfor grafikleri (Olgyay, 1956; Szokolay, 1980).

\*enlem, boylam

\*İklim grafikleri **Çizelge 1**

\*biyoklimatik grafik

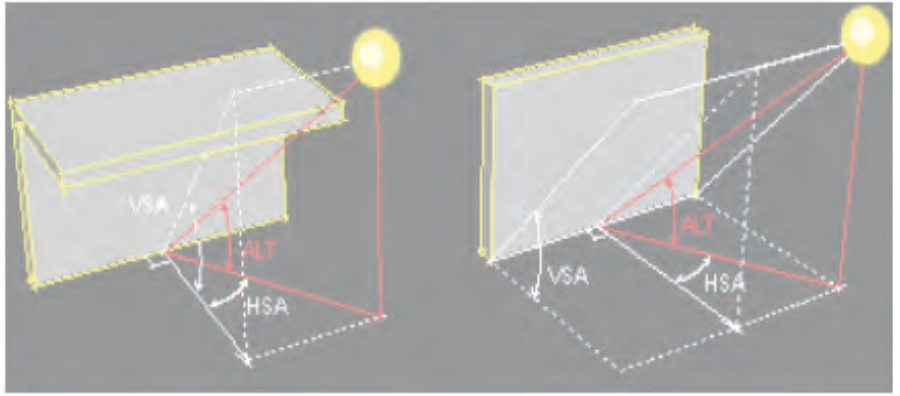
\*psikometri



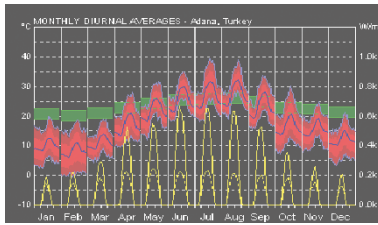
**Resim 1a.** Güneşin bir yıllık devinimi ile elde edilen saat, ay ve mevsimlerin yer düzlemindeki yörüngeleri.

**Resim 1b.** Güneşin bir yıllık deviniminde yaptığı açıların enleme bağlı olarak yer düzlemine yatırılması ile elde edilen Stereografik diyagram.

**Resim 1c.** Yatay ve düşey konumdaki gölge elemanlarının taradığı gölgelik alanlar ( $VSA=\beta$ ,  $HSA=\Phi$ ) Stereografik diyagram üzerinde taradığı gölgelik.



**Resim 1d.** Güneşin bir yıllık deviniminde saatlere, aylara ve mevsimlere göre güneşin yer düzlemi ile yaptığı açılar



**Çizelge 1.** Adana İklim Çizelgesi. Coğrafi konum: Adana/Turkey, Enlem: 37.00. North, Boylam: 35.00, Yükselti: 50.00 m., İklim: Akdeniz iklimi (Mild mid-latitude / Csa, Csb, a; Köppen system)

Araştırma alanı Adana'nın iklim ve konfor grafiği **Çizelge 1**'de görülmektedir. Çizelge'de eğrisel kırmızı bant 1 yıllık ortalama sıcaklığı göstermektedir. Düz yeşil olarak ifade edilmiş bant ise; insanın rahat bir şekilde yaşayabildiği fiziksel ortam olarak tanımlanan "konfor ortamı" sıcaklığını ifade etmektedir. Bu durumda Adana'da kış aylarında ısıtma, yaz aylarında ise soğutma gerekmektedir. Ancak, **Çizelge 1**'de izlendiği gibi Adana'da yaz aylarında ortalama sıcaklık değerleri yeşil ile ifade edilen konfor kuşağının üstünde seyretmektedir. Bunu yanı sıra bahar aylarında sıcaklık değerleri ise konfor kuşağı ile aynı seyretmektedir.

Yukarıda açıklanan gölge elemanı tasarımında; pencere ölçüsü ve konumu gibi binaya özel verilerin yanı sıra iklim, enlem ve tarih gibi yerel öğelerin değerlendirilmesi, boyut ve ölçülendirme kararlarını yöresel veya özgün kılmaktadır. Bu açıdan, gölge elemanı tasarım ilkeleri Adana'nın konumu ve iklim verileri doğrultusunda belirlenmiştir.

## MATERYAL

Araştırma alanı Adana, 'ılıman iklim kuşağında' yer almaktadır. Genel olarak 30. ve 40. enlemler arasında yer alan bölgelerde, ılıman iklim kuşağının bir alt grubu olan 'Akdeniz iklim kuşağı' hakimdir (**Çizelge 1**).

Adana kentinde rüzgar, ısı ve nem etkileri, binalarda konforun sağlanması açısından çok önemli olmasına rağmen, bina tasarımında yeteri kadar dikkate alınmamaktadır. Bu açıdan kentte güneşin ısıtma etkisinden olumsuz yönde etkilenen geniş yerleşim alanları oluşmaktadır (Yüceer, 2004). Hatalı olarak planlanmış ve halen planlanmakta olan bu bölgelerde, yaz aylarında iç konforu sağlamak amacı ile uygulanan iklimlendirme düzenekleri, önemli ölçüde enerji tüketimine neden olmaktadır. Adana'nın sıcak ve nemli ikliminden dolayı iç mekanların soğutulması, ısıtılmasından çok daha fazla önem kazanmaktadır. Bu durumda, Güneş kontrol elemanlarının biçim ve yeterliliği enerji tüketimi ve iç konforu belirleyen önemli etkenler olmaktadır. Bunun yanı sıra, Adana'da yaz aylarında yaşanan aşırı sıcaktan korunmak için kullanıcıların binaya uyguladığı gölge elemanları; tip ve boyut itibari ile uygun olmadığı için beklenen verimi sağlanamamaktadır.

## YÖNTEM

Gölge elemanı tasarımında en önemli nokta, gölge elemanı veriminin, güneşin bir yıllık devinimine bağlı olarak değişkenlik göstermesidir (Berköz, 1983; Ramsey and Sleeper, 1994). Bu doğrultuda, gölge elemanı tasarımının geleneksel hesaplarla yapılması, güneşin 1 yıllık hareketine bağlı olarak çıkarılan çok sayıda çizim ve denklemin birbiriyle karşılaştırılmasını gerektirmektedir. Yukarıda sözü edilen geleneksel hesaplamaların bilgisayar destekli olarak yapılması, simülasyon yapma, çok sayıda sayısal ve grafiksel seçeneği bir arada sunma açısından tasarımcıya katkı sağlayarak tasarım sürecini kısaltarak kolaylaştırmaktadır (Kabre, 1999). Bu makalede gölge elemanlarının boyut ve biçim analizlerini yapmak için Solar Tool isimli simülasyon yapan bir paket programdan yararlanılmıştır. *Solar Tool* programının algoritmi **Resim 1a-d'**de sözü edilen güneş geometrisi çerçevesinde ele alınmıştır.

### Solar Tool v2

Bu makalede kullanılan Solar Tool programı 3 temel menüden oluşmaktadır (Marsh, 2008).

- \* Konum (*location*) Menüsü: Binanın yer aldığı enlem, boylam ay gün ve saat verileri girilmektedir.
- \* Güneş diyagramı (*sun path*) Menüsü: Bu menüde yer alan Stereografik ve orthografik grafikler üzerinde güneşin günlük ve mevsimlik konumları ve gölge alanları izlenmektedir
- \* Pencere (*Window*) Menüsü: Pencere ile ilgili boyut alternatiflerini içerir.

Bilgisayar teknolojisi, sonsuz sayıda grafik, gölge elemanı tip ve boyut alternatifleri sunmakla birlikte, bu çözümlerin seçimi tasarımcıya aittir. Bu makalede, dış gölge elemanı tasarımı konusu "tasarım kriterlerini önceliklerine göre sınıflama ve eleme" mantığı çerçevesinde ele alınmıştır.

**Resim 1a-d'**de görünen ve yukarıda açıklanan gölge elemanı tasarımı ile ilgili bağlantılar belirli bir yerleşime uygulandığında, coğrafi konum ve iklim verileri sabit iken, güneş geometrisi ile ilgili veriler değişkendir. Bunun yanı sıra pencere ve gölge elemanı boyut ve tip seçenekleri de bina ve konumuna göre değişebilen verilerdir. Bu doğrultuda, gölge elemanının veriminin izlendiği stereografik diyagram ile ısısal konforu saptamak için kullanılan iklim ve konfor grafikleri, gölge elemanın uygun

boyut ve biçimini belirlemek ve sınırlandırmak için birer araç olarak değerlendirilmiştir.

## GÖLGE ELEMANI TASARIMINA BİR YAKLAŞIM

Pencere ve gölge elemanı biçim ve ölçüleri ile ilgi değişkenler, iç mekanda ısısal ve görsel konforu sağlama yönünde kesinleşebilir. Ancak bina tasarımında, ısısal konfor ve gün ışığının niteliğini belirleyen pencere ve gölge elemanı ölçü seçenekleri çoğu zaman birbirine zıt olarak gelişir. Örneğin bir yıl boyunca istenen gölgelemeyi yapabilen bir gölge elemanı, gün ışığını engelleyebilir veya havalanmayı kesebilir (Yener, 1996; Al-Sareef, 2001). Diğer taraftan, yaz aylarında gölgeleme sağlayan bir gölge elemanı ölçüsü, kış aylarında da aynı gölgelemeyi yaparak, iç mekandaki ısısal konforu düşürebilir (Atabek, 1996; Arumi, 1996). Bunun yanı sıra pencere ve gölge elemanının malzeme, kullanım, ekonomi ve uygulama detayları gibi tasarım seçenekleri de gölge elemanı boyutunu etkiler (Rich, 1999; İnanıcı, 2000). Yapı malzemelerine uygulanan renkler gün ışığını yansıtma ve soğurma açısından farklı davranış gösterirler (Demir, 1983). Güneş ısını soğuran bir malzemeden üretilmiş bir gölge elemanı, yaz aylarında gölgeleme yaptığı halde, iç mekanda ısı artışına neden olabilir (Kristl, 2008). Bu açıdan, pencere ve gölge elemanı tasarımı ile ilgili öğelerin tasarımcı tarafından öncelik sırasına konulması, tasarımı netleştirip kolaylaştırır. Tasarım önceliklerini belirlemek, sıralamak veya elemek tasarımcının en uygun gölge elemanı boyutundan ne beklediğine bağlıdır. Örneğin sıcak iklim kuşaklarında, iç mekanda doğal olarak sağlanabilen ısısal konfor, öncelikli bir gölge elemanı tasarımı öğesi olabilir (Mcmullan, 1990; Van Moeseke, 2007). Bunun yanı sıra, soğuk iklim kuşaklarında, gölge elemanı gerekmez. Bu açıdan, gölge elemanı tasarımında 'gereklik' ve 'gerekli olan boyutun belirlenmesi' öncelikli bir tasarım konusudur. Konuya bu mantık çerçevesinde bakıldığında, malzeme, renk, işçilik ve detay seçenekleri ve bunlara bağlı maliyet ve ekonomi; ancak gerekçeleri, boyut ve biçimi belirlenmemiş bir gölge elemanına uygulanabilir. Bu açıdan çalışmada seçilmiş olan bir yerleşim için gölge elemanı gerekliliği ve boyut analizleri yapılmıştır. Bu durumda gölge elemanı tasarım kriterleri aşağıdaki önceliklere göre sıralanmıştır.

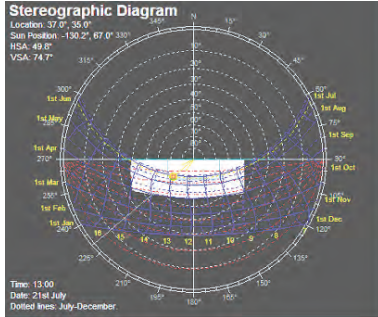
### Gereklik ve Öncelik

**Çizelge 1'**deki Adana iklim verilerinde, 6., 7. ve 8. aylarda sarı çizgi ile belirtilen güneşlenme süreleri oldukça yüksektir. Bu aylarda yüzeylerin aldığı saatlik solar ısı kazançları ise 600 ve 900 W/m<sup>2</sup> dir. Bu durumda, haziran, temmuz, ağustos ve eylül aylarında saat 9.00'dan 15.00'e kadar kazanılan güneş ışımasını iç konforu olumsuz yönde etkileyebilecek düzeydedir. Bu saatler arasında güneş güney yüzeylere düşmektedir. Bunun yanı sıra, kasım, aralık, ocak ve şubat aylarında kazanılan güneş ışımasını iç konfor için gereklidir. Diğer bir deyişle gölge elemanının kışın, <%40 gölgelik ve yazın ise >%70 gölgelik alan değerlerini sağlanması uygun bir çözüm olarak kabul edilmektedir (Datta, 2001). Çünkü pencere yüzeylerindeki ışıma, gölgelik alanın %35'in altında kalması durumunda gerçekleşmektedir (Kabre, 1999).

Adana iklimi için en sıcak ve en soğuk günler, yazın, 21 temmuz, kışın ise 21 ocak olarak belirlenmiştir. Bu günler ve güney cephe, gölge elemanı tasarımında esas alınarak **Resim 2'**de verilmiş olan stereografik diyagram çıkarılmıştır. Adana'da gölgeleme yapılması gereken tarihler diyagram üzerinde beyaz tonlama ile gösterilmiştir. Bu doğrultuda çıkarılan **Çizelge**

**Çizelge 2.** Adana'da gölgeleme yapılması gereken tarihler ve yönler

<b>Gölgeleme gerektirmeyen aylar</b>	Ekim, Kasım, Aralık, Ocak, Şubat, Mart, Nisan, Mayıs
<b>Gölgeleme yapılması gereken aylar</b>	Haziran, Temmuz, Ağustos, Eylül
<b>YÖNLER</b>	SAAT
Kuzey 0°	gölge elemanı gerekmemektedir.
Güney 180°	9.00-15.00
Doğu 90°	Güneşin doğuşundan- 12.00'a kadar
Batı 270°	Saat 12.00'dan güneşin batışına kadar



**Resim 2.** Adana'da gölgeleme yapılması gereken tarihler.

2'de belirtildiği gibi gölge elemanın bir yılda taradığı gölgelik alan, haziran, temmuz, ağustos ve eylül ayları ve 9.00-15.00 saatleri arasında kalmalıdır. **Resim 2'**de stereografik diyagram üzerinde beyaz ile taranmış alanı yatay biçimdeki gölge elemanının verdiği . **Resim 1c'**de açıklanmıştır. Bu durumda Adana'da öncelikli ve gerekli gölge elemanı biçimi yatay olmalı ve güney yüzeylere uygulanmalıdır.

### Gerekli Boyutun Belirlenmesi

Yatay gölge elemanlarının ölçüsünü incelemek için, eni 1.00m, boyu 1.20m olan ve güneye (180°) konumlanmış bir P penceresi üzerine yatay gölge elemanı tipleri ayrı ayrı uygulanarak gölge alanı analizleri yapılmıştır. Pencere ve yatay gölge elemanı ölçüleri **Çizelge 3'**de verilmiştir.

Yatay elemanlarının boyut analizleri için, **Çizelge 3'**te gri taralı boyutların her biri için artan değerler verilip, diğer boyutlar sabit tutularak en uygun boyut ve ölçü seçenekleri **Çizelge 4'**te araştırılmıştır. **Çizelge 3'**te açıklanan sabit ve değişken değerler esas alınarak **Çizelge 4'**te pencereye uygulanan yatay gölge elemanın stereografik diyagramlarda attığı gölgelik alanlar incelenmiştir. Gölge elemanlarının stereografik diyagramlarda attığı gölgelik alanları net bir şekilde takip edebilmek için %100 ve %50 gölgeleme değerleri esas alınarak analiz yapılmıştır. Stereografik diyagramlarda açık gri değerdeki tarama gölgelik alanı ifade etmektedir. **Çizelge 4'**teki noktalı dairesel çizgiler ise stereografik diagram üzerine yatırılmış ve 10 derecelik açılarla genişleyen yatay gölge açılarını (VSH-*vertical shadow angle*) ifade etmektedir. Analizlerde cam malzemenin gölge yapmadığı kabul edilmiştir. Bu doğrultuda 3mm'lik tek camın SC değeri 1 olarak verilmiştir (SC : Gölge katsayısı / *shading coefficient*). The Solar Tool programının yazılımı, 3mm tek cam ve SC=1 olarak yapılmıştır. **Çizelge 4'**de analiz edilen yatay elemanın boyut seçenekleri aşağıda açıklanmıştır.

Yatay gölge elemanı (*Overhang*): Pencerenin üstünde 10 cm genişliğinde ve pencere genişliğinin sağından ve solundan 10 cm taşacak şekilde konumlanmıştır.

Derinlik (*depth*): Gölge elemanının genişliği / bu boyut minimum 10 cm'den başlamaktadır.

Pencere/m - 180°		Arka duvar/m.		Yatay eleman/m.	
yükseklik	1.20	Yükseklik	3.00	Derinlik	
En	1.00	En	3.00	Açı	
Parapet	0.90			Sağ	
Kenar	0.10	Derinlik	0.20	Sol	
Üst	0.10			Sayı	1

**Çizelge 3.** Gölge elemanı boyut seçenekleri.

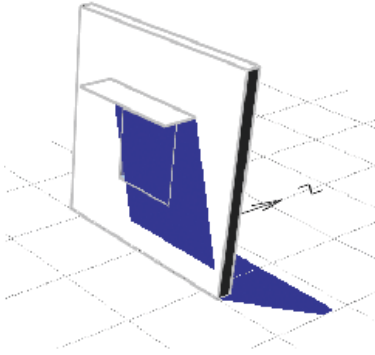
STEREOGRAFİK DİYAGRAM ÜZERİNDEKİ GÖLGELEME VERİMİ 21 Haziran, saat 13.00	PENCERE Yön (ORI) 180° Güney	Gölge elemanı boyut seçenekleri				
		derinlik	açı	göb	sol	
		0.10	0.00	0.10	0.10	<p><b>P1- Gölgeleme %22</b> Gölge alanı yatay gölge açısı yönünde, yaz aylarından kış aylarına doğru grafik üzerinde yayılmaktadır. Eleman istenen saat ve aylarda gölgeleme sağlayamamıştır.</p>
		0.20	0.00	0.10	0.10	<p><b>P2- Gölgeleme %49</b> Gün içindeki verim sabit, gölge yatay gölge açısı yönünde yaz aylarından kış aylarına doğru genişlemiştir. Elemanın genişlemesi ile verimli gölge alanları oluşması yönüyle bu seçenek tercih edilmelidir.</p>
		0.10	30°	0.10	0.10	<p><b>P3- Gölgeleme %22</b> Yaz ve kış aylarında gün içindeki gölgeleme süresini genişletmektedir. Bu durum kış aylarında da gölgeleme süresini artırması açısından dikkate alınmalıdır.</p>

Çizelge 4. Gölge elemanı boyut analizi.

STEREOGRAFİK DİYAGRAM ÜZERİNDEKİ GÖLGELEME VERİMİ 21 Haziran, saat 13.00	PENCERE Yön (ORI) 180 ° Güney	Gölge elemanı boyut seçenekleri			
		derinlik	açı	sağ	sol
<p>Sun Position: -130.2°, 67.0° 345° HSA: 49.8° VSA: 74.7°</p> <p>Time: 13:00 Date: 21st July Percentage Shading: 12%</p>		0.10	-30°	0.10	0.10
<p>Sun Position: -130.2°, 67.0° 345° HSA: 49.8° VSA: 74.7°</p> <p>Time: 13:00 Date: 21st July Percentage Shading: 22%</p>		0.10	0.00	0.20	0.10
<p>Sun Position: -130.2°, 67.0° 345° HSA: 49.8° VSA: 74.7°</p> <p>Time: 13:00 Date: 21st July Percentage Shading: 22%</p>		0.10	0.00	0.10	0.20

Çizelge 4. Gölge elemanı boyut analizi.  
(Devam)





Yatay eleman/m. Güney/180°	
Derinlik	50.00
Açı	0.00
Sağ	30.00
Sol	30.00
Sayı	1

Resim 3. P 100/120 penceresi gölge elemanı.

**Açı (angle):** Gölge elemanının pencere yüzeyi ile, yani düşey ile yaptığı açı / + değerler aşağı doğru, - değerler yukarı doğru eğimi ifade etmektedir. Menüde 5 dereceden başlamaktadır. Açının gölge alanına etkisini daha net izleyebilmek için  $\pm 30$  derecelik değerler için analiz yapılmıştır.

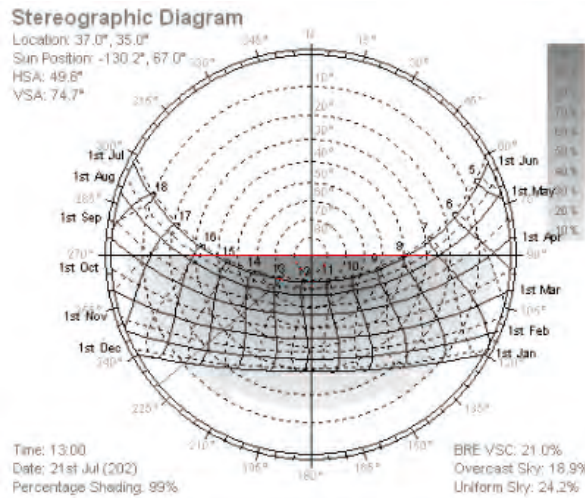
**Sağ (right):** Gölge elemanın pencere aksına göre sağ tarafındaki uzunluğu / bu boyut 10 cm'den başlamaktadır. Analizler 10 cm artışa göre yapılmıştır.

**Sol (left):** Gölge elemanın pencere aksına göre sol tarafındaki uzunluğu / bu boyut 10 cm'den başlamaktadır. Analizler 10 cm artışa göre yapılmıştır.

**Parça sayısı (no of shades):** Gölge elemanın parça sayısı / analizler tek parça için yapılmıştır. Pencerenin konumu (ORI): Yön, 180° / Güney.

**Çizelge 4'te** 100/120 cm ölçüsündeki pencereye uygulanan yatay gölge elemanı boyut seçenekleri ve davranışları görülmektedir. Bu doğrultuda, P1'deki gölge elemanı istenen saat ve aylarda gölgeleme sağlayamamıştır. P2 seçeneğinde ise elemanın eninin artmasına paralel olarak gölgeleme verimi de artmaktadır. P3 seçeneğinde 30 derecelik açı yaz ve kış aylarında gün içindeki gölgeleme süresini genişletmektedir. Bu seçenek kış aylarında istenmeyen gölgelemeye neden olması yönüyle dikkatle uygulanmalıdır. P4'deki elemanın -30 derecelik açısı yaz aylarında gölgeleme verimini düşürdüğü için bu seçenek elenmelidir. P5 ve P6 seçenekleri yaz aylarında gün içindeki gölgeleme verimini artırması açısından tasarımda tercih edilebilir.

Resim 4. Yatay elemanın stereografik diyagram üzerinde taradığı gölgelik alanlar.



### Effective Shading Coefficients

Latitude: 37.0°  
 Longitude: 35.0°  
 Timezone: 30.0° [+2.0hrs]  
 Orientation: 180.0°

Month	Avg.SC	Max.SC	Min.SC
January	11.7%	21.0%	0.0%
February	20.6%	32.0%	0.0%
March	31.8%	55.0%	0.0%
April	64.5%	93.0%	19.0%
May	81.6%	100.0%	41.0%
June	87.4%	100.0%	65.0%
July	80.1%	100.0%	41.0%
August	56.6%	85.0%	18.0%
September	28.7%	46.0%	1.0%
October	18.4%	31.0%	0.0%
November	10.8%	19.0%	0.0%
December	8.1%	15.0%	0.0%
Winter	13.4%	22.7%	0.0%
Summer	83.0%	100.0%	49.0%
Annual	41.7%	58.1%	15.4%

Çizelge 5. Yatay elemanın yıllık gölge katsayıları.

Yukarıda yapılan değerlendirmeler sonucunda P 100/120 penceresi yatay gölge elemanı için en uygun seçenekler P2, P5 ve P6 olarak saptanmıştır. Bu doğrultuda yatay elemanın derinliğine, sağına ve soluna artan değerler verilerek; kışın, <%40, yazın ise >%70 gölgeleme verimi sağlayacak şekilde en uygun boyut ve biçim bulunmuştur. **Resim 3'**te P 100/120 penceresi için tasarlanmış olan en uygun yatay gölge elemanının ölçüleri ve biçimi görülmektedir. **Resim 3'**te verilmiş olan yatay elemanın gölge alanı ve gölgeleme yüzdeleri (gri ton) **Resim 4'**te stereografik diyagram üzerinde görülmektedir. **Çizelge 5'**te yatay elemanın yıllık gölgeleme katsayıları (SC/ Shading Coefficient ) verilmiştir. Burada yazın ortalama %83 kışın ise ortalama %13.4 gölgeleme verimi ile istenen verim elde edilmiştir.

Yukarıda yapılan değerlendirmeler sonucu yatay gölge elemanının biçim ve boyutu belirlenmiştir. Bundan sonra bu biçim ve boyut üzerinden malzeme, renk, işçilik ve detay seçenekleri ve bunlara bağlı olarak çıkan maliyet ve ekonomi konularının tasarımı değerlendirme aşamasına geçilebilir. Bu çalışma, "gölge elemanı biçim ve boyut seçeneklerini önceliklerine göre belirleme" konusu ile sınırlandırılmıştır.

## SONUÇ

Bu araştırmada, kapsamı oldukça geniş olan'enerji etkin bina tasarımı' konusu içinde, dış gölge elemanı tasarım bileşenleri ve boyutlandırma seçenekleri incelenmiştir. Yerleşimin enlemi ve iklim verileri doğrultusunda 'gölge elemanı tasarım ilkeleri' önceliklerine göre sınıflandırılarak en uygun seçenekler saptanmıştır. Çalışmada izlenen bu yaklaşım herhangi bir enleme de uyartılabilir niteliktedir.

Bu doğrultuda, Adana'nın bulunduğu Akdeniz iklim kuşağı, 37° enlem ve güney yönüne uygulanabilecek dış gölge elemanlarının en uygun biçim ve boyutlandırma ilkeleri aşağıda verilmiştir.

1. Yaz aylarında, 9.00-15.00 saatleri arasında güneş ışınımından kaynaklanan ısı artışı ve parlamayı engellemek için; Çizelge 2 ve Şekil 2'de belirtildiği gibi yatay gölge elemanı güneşin taradığı bütün yönlerde ve özellikle güney yüzeylerde yararlı olmaktadır. Bu durumda düşey eleman bu enlem için verimli değildir.
2. Yatay elemanın derinliği arttıkça gölgeleme verimi kış aylarına doğru genişlemektedir. Bu açıdan elemanın boyutu, sadece yaz aylarında en az %70 gölgeleme yapabilecek şekilde sınırlandırılmalıdır.
3. Gölge elemanının pencerenin sağından genişlemesi akşam ve solundan genişlemesi sabah saatlerinde verimi artırmaktadır.
4. 30 derecelik aşağı doğru açı hem yaz hem de kış aylarında gölgeleme verimini artırdığından dolayı, gölge elemanları kış aylarındaki gölgeleme katsayısı %35'i aşmayacak şekilde ölçülendirilmeli veya kışın gölge yapmaması için eleman hareketli olarak tasarlanmalıdır. Bunun yanı sıra yatay elemana verilen -30 derecelik açı gölgeleme verimini düşürdüğünden bu seçenek uygulanmamalıdır.
5. Saptanmış olan gölge elemanı tasarım ilkeleri, bina ve kent dokusu ilgili aşağıdaki konuların araştırılmasında ve kuramsal bilgilerin yapılmasında veri tabanı olacaktır.
  - a. Gölge elemanı malzeme seçiminde hangi malzemenin ve rengin ısı ve güneşliği açısından uygun bir çözüm olduğu konusu, her bir malzeme için araştırılmasında,

- b. Gölge elemanı uygulama ve montaj detaylarının malzeme, boyut ve biçime bağlı olarak estetik ve ekonomik bir şekilde çözümünü ile ilgili araştırmalarda,
- c. Gölge elemanlarının malzeme ve uygulama detayına bağlı olarak çıkan maliyetin ve geri dönüşüm süresinin enerji verimliliği ile elde edilen maliyet ile karşılaştırılmasında, ve
- d. Ticari olarak piyasaya sunulan, panjur, tente ve stor gibi gölge elemanlarının kullanıcı tarafından seçiminde ve binaya doğru uygulanmasında bu çalışma bir alt yapı oluşturmuştur.

## KAYNAKLAR

- AL-SAREEF, F.M., OLDHAM, D.J., CARTER, D.J. (2001) A computer model for predicting the daylight performance of complex paralel shading systems, *Building and Environment*, n: 36; 605-18.
- ARUMI-NOE, F. (1996) Algorithm for geometric construction of an optimum shading, *Automation in Construction*, n: 5; 211-7.
- ATABEK, E., (1996) Computer aided shadowing effect analysis of buildings, Yüksek Lisans Tezi, Mimarlık Bölümü, ODTÜ, Ankara.
- BERKÖZ, E. (1983) Güneş Işınımı ve Yapı Dizaynı, İTÜ Mimarlık Fakültesi Baskı Atölyesi, İstanbul.
- CAPELUTO, G.I., YEZIORO, A. and SHAVIV, E., (2003) Climatic aspects in urban design: a case study, *Building and Environment* (38: 6) 827-83.
- DATA G. (2001) Effect of fixed horizontal louver shading devices on thermal performance of building by TRNSYS simulation, *Renewable Energy*, n: 23; 497-507.
- DEMİR, A. (1983) *Mimaride Güneş Kontrolü*, Mimar Sinan Üniversitesi Basımevi, İstanbul.
- İNANICI, M. N., DEMİRBİLEK, F. N. (2000) Thermal performance optimization of building aspect ratio and South window size in five cities having different climatic characteristics of Turkey, *Building and Environment*, n: 35; 41-52.
- KABRE, C., (1999) WINSHADE, A computer design tool for solar control, *Building and Environment*, n: 34; 263-74.
- KRISTL, Ž., KOŠIR, M., TROBEC, M. L., KRAINER A. (2008) Fuzzy control system for thermal and visual comfort in building, *Renewable Energy* (33: 4) 694-702.
- MARSH, A.J. (2008) *Solar Tool Handbook*, Cardiff University, U.K.
- MCMULLAN, R. (1990) *Environmental Science in Building*, Macmillan, Hong Kong.
- MIGUEL, A.F. (2008) Constructal design of solar energy-based systems for buildings, *Energy and Buildings* (40:6) 1020-30.
- NICOLETTI, M., (1998) Architectural expression and low energy design, *Renewable Energy*, n: 15; 32-41.
- OLGYAY, V. (1957) *Solar Control and Shading Devices*, Princeton University Press, Princeton.

- RAMSEY, C, SLEEPER, H.R. (1994) *AIA Architectural Graphic Standards*, 9th ed., John Wiley and Sons, New York.
- RALEGAONKAR, R.V., GUPTA, R. (2005) Design development of static sunshade using small scale modelling technique, *Renewable Energy*, (30: 6) 867-80.
- RICH, P., DEAN, Y. (1999) *Element Design*, Butterworth-Heinemann, Kent.
- SCIUTO, S., (1998) Solar Control: an integrate approach to solar control techniques, *Renewable Energy*, n: 15; 368-76.
- SOLER, A. and OTEIZA, P. (1997) Light self performance in Madrid, Spain, *Building and Environment*, (32:2) 87-93.
- SZOKOLAY, S.V. (1980) *World Solar Architecture*, John Wiley and Sons Inc, New York.
- VAN MOESEKE, G., BRUYÈRE I., De HERDE, A. (2007) Impact of control rules on the efficiency of shading devices and free cooling for office buildings, *Building and Environment* (42:2) 784-93.
- WACHBERGER, M. (1988) *Güneş ve Konut*, Yaprak Kitapevi, Ankara.
- YENER, A.K. (1996) Pencereleere uygulanan gölgeleme araçlarının tasarımında iklimsel ve görsel konfor koşullarının sağlanması amacıyla kullanılabilir bir yaklaşım, Doktora Tezi, İTÜ FBE, İstanbul.
- YÜCEER, N.S. (2004) Binalarda Güneş Kontrolü Sağlanması: Adana Örneği, Doktora Tezi, ÇÜ FBE, Adana.

#### SİMGELER

AZI : Azimut açısı (*Azimuth of the sun*)

INC : Geliş açısı (*Angle of incidence*)

ORI : Konum (*Orientation*)

ZEN : Zenit açısı (*Zenith angle of the sun*)

VSA : Düşey gölge açısı (*Vertical shadow angle*)

HSA : Düşey gölge açısı (*Horizontal shadow angle*)

ALT : Yükseklik açısı (*Altitude angle*)

D: Yatay gölge derinliği

w: Düşey gölge kalınlığı

h: Pencerenin yüksekliği

SC : Gölge katsayısı (*Shading coefficient*)

Received: 19.08.2008, Final Text: 02.02.2010

**Keywords:** shading device; passive solar control; energy efficiency; thermal comfort; computer aided design.

#### AN APPROACH TO SHADING DEVICE DESIGN: THE CASE OF ADANA

External shading device, which is the part of passive solar systems, is an artificial environmental variable component to control interior solar radiation on the base of desirable orientation of a window space. In the design of shading devices, evaluation of many parameters such as window dimension, solar geometry, and climate data are present. In the present work, shading device of buildings in Adana at the latitude 37° is studied.

The paper describes an approach to simplify and clarify external shading device design. So phases and priorities of shading device criteria are classified for the Adana climate data, after which the Solar Tool computerized program analyzed the obtained data design criteria. It was found that, the application of horizontal shading device to prevent undesirable solar heat gain in Adana of latitude 37 works successfully. North is effective in all directions which the sun scans. With application of horizontal shading to a "P" type window in Adana of Latitude 37°, horizontal dimension alternatives of shading devices and shading efficiencies were determined. The design strategies of shading devices that were developed in this study were found to be applicable any any built area for the region.

**NİLGÜN SULTAN YÜCEER**; B. Arch; M.Sc., Ph.D.

Received B. Arch. from Gazi Üniversitesi (1981). M.Sc. from Çukurova Üniversitesi (1997) and Ph.D. in Civil Engineering from Çukurova Üniversitesi (2004). Employed as lecturer at Çukurova Üniversitesi, Adana. [nsyuceer@cu.edu.tr](mailto:nsyuceer@cu.edu.tr)