

# LCD Arkaişık Modüllerinde Moire Etkisinin İncelenmesi

## Moire Effect Analysis in LCD Backlight Modules

M. Salih Dinleyici, Osman Akın

Elektrik ve Elektronik Mühendisliği Bölümü  
İzmir Yüksek Teknoloji Enstitüsü

salihdinleyici@iyte.edu.tr, osmanakin@iyte.edu.tr

### Özetçe

LCD panellerde, Sıvı Kristal (Liquid Crystal) camdan önce parlak ve homojen bir ışık dağılımı elde etmek için LCD Arkaişık Modülünün içinde Dağıtıcı tabaka, Dağıtıcı filmler ve Parlaklık Arttırıcı Film (Brightness Enhancement Film – BEF) kullanılır. Ancak modülün en üstünde kullanılan dağıtıcı film, ışığı dağıtmanın ve BEF'i korumanın yanında Moire Etkisini önlemek için de kullanılabilir. Bu çalışmada, bahsi geçen bu son dağıtıcı filmin Moire etkisinin yok edilmesi konusundaki rolü incelendi.

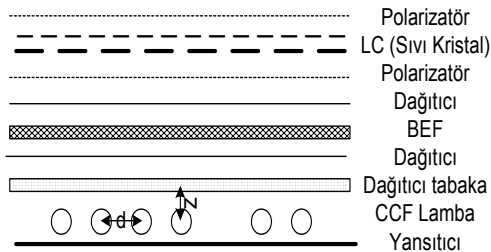
### Abstract

A typical direct LCD backlight module has a stack of diffuser plate, diffusing sheet, brightness enhancement film and diffusing sheet to obtain uniformly diffused light before LC cell. The last diffusing sheet, besides diffusing, may also function to remedy Moire effect. In this study impact of the last diffusing sheet on the Moire effect has been investigated.

### 1. Giriş

Günümüz iletişim teknolojilerinin optik alanında gelişim gösterdiği bir dal da ekran (display) teknolojileri alanıdır. CRT (Cathode Ray Tube) teknolojisinin yerini almaya aday olan teknolojilerden birisi de Sıvı Kristal Ekran (LCD) teknolojisidir ve bu durum özellikle büyük boyutlu televizyonlar için daha da geçerlidir. LCD Ekranların ışık kaynağı ünitesi olan arkaişık ünitesi, hem ekonomik açıdan hem de teknolojik gelişmeler açısından önemli bir optik yenilik alanıdır. Bu çalışmada bir arkaişık ünitesinin optik tasarımını ele alacağız.

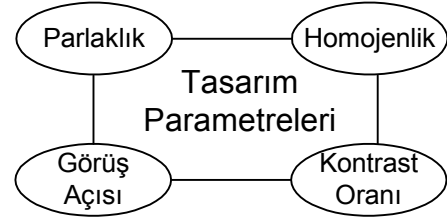
Arkaişık ünitesinin ana komponentleri şekil 1 de görülmektedir.



Şekil 1: Arkaişık Ünitesi Katmanları

Bu bileşenler; CCFL, soğuk katod floresan lambası (CCFL: Cold Cathode Fluoresenat Lamb), yansıtıcı, dağıtıcı optik filtreler ve ışık yoğunlaştırıcı filtre (BEF: Beam Enhancement Filtre) ve son olarak dağıtıcı tabakadır. Bu optik komponentlerin her birinin tasarımı ve bunların görece geometrisinin tasarıma etkisi ele alınacak, özel olarak da istenmeyen etkilerden birisi olan Moire bozulumunun son dağıtıcı filtre ile ilişkisi incelenecektir.

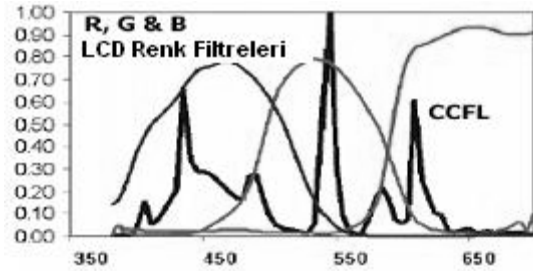
Arkaişık ünitesi optik tasarımının şekil -2'de gösterildiği gibi dört ana tasarım parametresi bulunmaktadır.



Şekil 2: Tasarım Parametreleri

Parlaklık; fotometrik bir ışık yoğunluk parametresi olan nit =candela/m<sup>2</sup> olarak ifade edilmektedirve bir ekran için tipik değerleri de 350-1000 cd/m<sup>2</sup> arasındadır. Homojenlik; ekran üzerindeki her bir pikselin benzer ışık yoğunluğuna sahip olmasını belirten parametredir ve kabul edilen değerler % 10 civarındadır. Bir diğer parametre olan görüş açısı; ekran yüzeyine dik vektöre göre izleyicinin yaptığı bakış açısı olarak ifade edilmektedir ve en iyi durumda 180° ye yakın değerler olabilmektedir. Son olarak kontrast oranı siyah ve beyaz pikselin aldığı değerlerin oranıdır.

Şekil-1 de görülen CCF lambalarından yayılan beyaz ışığın spektral karakteristiği şekil-3 de görülmektedir.



Şekil-3 CCFL Spektral Karakteristiği

Lambalar tarafından üretilen beyaz ışığın az bir bölümü (%30) holografik dağıtıcı parçacıklar bulunan dağıtıcı tabaka tarafından homojenize bir şekilde geçirilir. Elde edilen bu dağılım yeterince düzgün olmaktan çok uzaktır, bu nedenle dağıtıcı filitre ve BEF ile son dağıtıcı filitreden oluşan bir üçlü yapıdan geçirilir. Bu katmanın görevi, ışığın homojen hale getirilmesi yanında LC katmanına girmeden önce açısının düzeltilmesidir. Daha fazla ışık kaybına neden olmamak için BEF katmanı gibi kaçak ışınları geri kazanan bir yapı kullanılmıştır. LC katmanına girmeden önce ışık dağılımı oldukça homojen hale gelse bile kaçınılmaz bir şekilde periyodik yapılardan kaynaklanan dalgalanmalar vardır. Bu durum şekil-4 de görülmektedir.



Şekil 4: BEF Katmanı

LC katmanında bulunan renk filitreleri her bir pikseli üç parçaya böler. Ancak, bu bölme işlemi farklı üreticiler için farklı geometrilere sahip olabilir. Böylece iki boyutlu bir ızgara yapısı oluşturulur ve bu yapı ışığın dalgalanmalarıyla etkileşebilmektedir. Bunun sonucunda ise istenmeyen Moire bozulmaları ortaya çıkmaktadır.



Şekil 5: Moire Desenleri

Şekil 5 de Moire desenleri görülmektedir. Bu desenlerin periyodunun piksel çözünürlük periyodundan çok daha büyük olduğu ve lokal olarak ortaya çıktığına dikkat etmek gerek. Işık üzerindeki dalgalanmaların uzaysal frekansını etkileyen faktörlerden ikisi lambanın yerleştirme konumuyla ilgilidir. Diğer faktörler dağıtıcı tabaka içerisindeki saçıcıların ve BEF ile diğer filitrelerin yapısal tasarımıyla ilgilidir. BEF kullanan tasarımlarda BEF'ten sonra dağıtıcı filitre kullanılması performansa etkisi tartışmalı bir konu olmaktadır. Bu filitrenin BEF kaynaklı Moire etkisini azalttığı yönündeki iddialara karşı, bu iyileştirmenin önemsiz

olduğu da ileri sürülmektedir. Bu çalışmanın amacı bu konuya nicel bir yanıt verebilmektir.

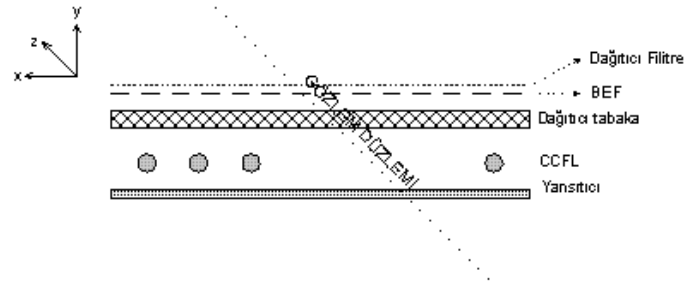
## 2. Moire Etkisinin Oluşumu

BEF filitreler üçgen prizmalardan oluşan yüzey ile düzgün ışık geçirgen bir yüzeyden oluşan optik filitredir. Prizmaların aralığı 24/50 mikrometre, toplam kalınlık ise 200 mikrometre olabilmektedir. Bu periodik yapı yüzeye gereğinden geniş açıyla gelen ışınların geri kazanılmasına olanak vererek toplam arkışı verimliliğini artırmakta ve aynı zamanda LC katmana gelmeden önce gerekli düzeltmeyi yapmaktadır. Polarizasyon üzerinde ve spektral karakteristiğinde de modifikasyonlara neden olmaktadır.

Moire etkinin asıl oluşma nedeni, birden fazla periodik yapının arka arkaya gelmesi sonucunda bazı fark ve toplam frekanslarının veya daha yüksek harmonikli bileşenlerinin ortaya çıkmasıdır ki bu durum ekran üzerinde rahatsız edici desenlere neden olmaktadır. BEF filitrenin periodik yapısı ile LC nin tekrarlayan yapısı etkileşmekte ve belirli bir açıyla bakıldığında ekran üzerinde Moire desenleri görülmektedir. Yapılabilecek çözümlerden birisi dalgalı ışığın bir başka rasgele dağılımlı yapı ile etkileştirilerek Moire etkisi gösterebilecek uzaysal frekanslardaki enerjilerinin azaltılmasıdır.

## 3. Dağıtıcı Filtre ile Moire Etkisinin Giderilmesi

Bu çalışmada optik benzetim programı kullanılarak şekil 6'da görülen LCD arkışı mekanik modeli oluşturularak, dağıtıcı filitrenin Moire desenleri oluşumuna etkisi incelenmiştir.

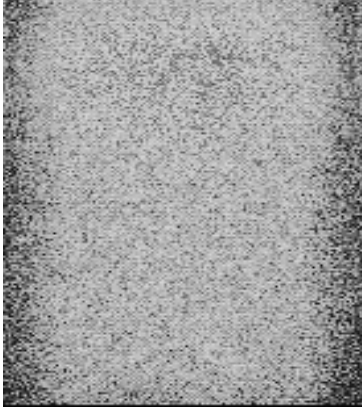


Şekil 6: LCD Arkışı Modeli ve Gözlem Düzlemi

Bu mekanik modelde, BEF'in üst yüzeyindeki prizmaların arasındaki mesafe 50µm ve prizmanın tepe açısı da 90° dir. Dağıtıcı tabakanın kalınlığı ise 2 mm'dir. Tabaka, kırılma indisi 1.49 olan akrilik malzemesinden yapılmıştır ve bu malzemenin içine kırılma indisi 1.544, yarıçapı 4 µm olan quartz parçacıkları rastgele saçılmıştır. Bu parçacıkların yoğunluğu birim mm<sup>3</sup> hacimde 15000 tane olacak şekilde ayarlanmıştır. Quartz parçacıklarının yarıçapı ile bu bölgeye gelen ışığın dalgaboyu (380 nm – 700 nm) karşılaştırıldığında, tabakadaki parçacıklar ışığı Mie saçılmasına uğrattığı görülmektedir.

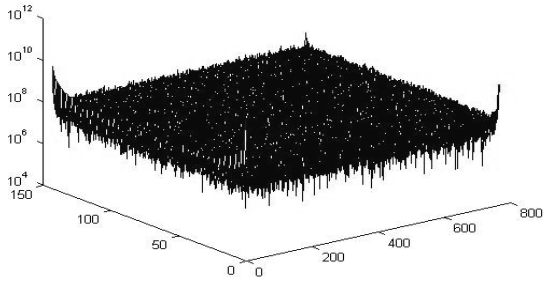
Dağıtıcı filitrenin Moire desenleri üzerindeki etkisini anlamak için Şekil 6'daki model oluşturulup,

filtreden önce ve filtreden sonraki iki boyutlu parlaklık dağılımı elde edildi. Dağıtıcı (difüzör film) filtrenin hemen üstünde görülen parlaklık dağılımı şekil 7’de gösterilmiştir.

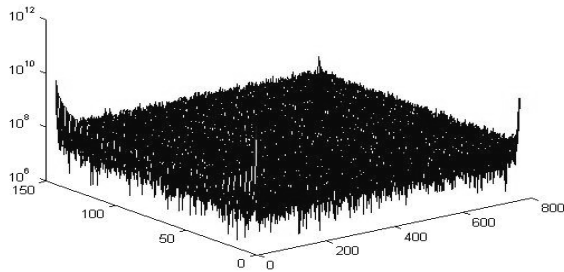


Şekil 7: Dağıtıcı Filtrenin Üzerindeki Parlaklık Dağılımı

Etkinin daha iyi gözlemlenebilmesi için alıcı ızgaraları (gözlem düzlemi) dağıtıcı filtre ile  $45^\circ$  açı yapacak şekilde oluşturuldu. Moire etkisi şekil 7’deki görüntünün Fourier dönüşümü sonrası elde edilen uzaysal frekansların genliğine bakılarak anlaşılır. Genliği yüksek olan frekans veya çok yakınındaki frekansların Moire etkileşimi oluşturma ihtimali çok yüksektir. Dağıtıcı filtreden önce ve filtreden sonra elde edilen parlaklık görüntülerinin 2 Boyutlu Ayrık Fourier Dönüşümü yapıldığında elde edilen uzaysal frekanslar şekil 8’de gösterilmiştir.



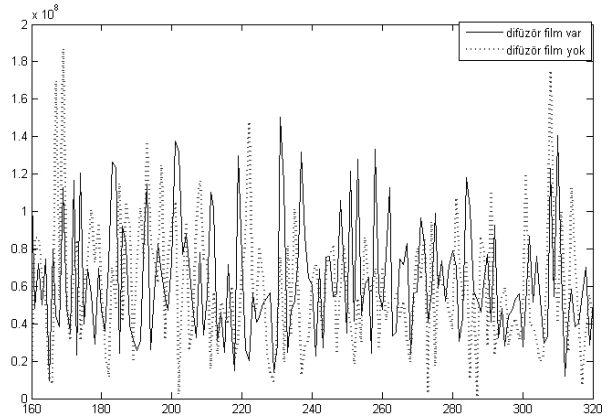
a.



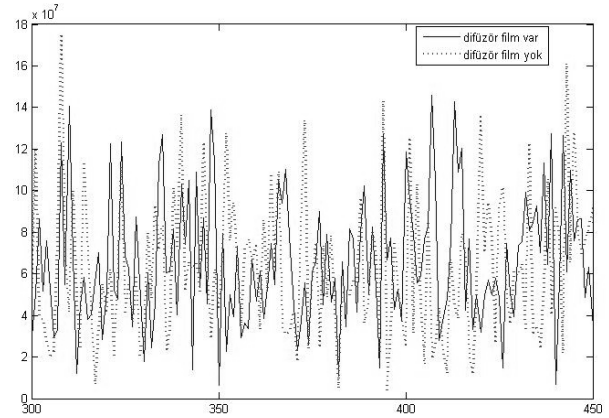
b.

Şekil 8: İki Boyutlu Uzaysal Frekans Dağılımı (a) Dağıtıcı Filtre yok (b) Dağıtıcı Filtre var

Elde edilen görüntüler 2 boyutlu düzlemde karşılaştırıldığında şekil 9’daki grafikler elde edilir.



a.



b.

Şekil 9: İki Farklı Nokta için İki Boyutlu Uzaysal Frekansların Karşılaştırılması

Şekil 9’dan görüldüğü üzere dağıtıcı film yokken elde edilen frekansların genliği, filmin kullanılması durumuna göre daha yüksektir. Film, güçlü frekansların etkisini azaltmakta, enerjinin diğer frekanslara aktarılmasını sağlamakta ve Moire etkisini azaltmakta veya yok etmektedir.

Işık Şiddeti	$P_1$ ( $10^8$ )	$P_2$ ( $10^8$ )	$P_3$ ( $10^8$ )	Genel Ortalama ( $10^8$ )	$(P_1 + P_2 + P_3) / \text{Genel Ortalama}$
Difüzör film var	1.5	1.4	1.38	0.62954	6.79
Difüzör film yok	1.87	1.752	1.7	0.5813	9.13

Tablo 1: Alıcı ızgarasına ulaşan en yüksek üç ışık şiddeti (rastgele ışık şiddeti birimi - foton sayısı) ve ortalamaları.

Yukarıdaki tabloda difüzör film var ve yokken elde edilen en yüksek ışık şiddeti değerleri ve ortalamaları belirtilmiştir.

Tablodaki değerlere bakıldığında film varken en yüksek üç ışık şiddeti değeri ( $P_1$ ,  $P_2$  ve  $P_3$ ) daha düşük değerdeyken, genel ortalama daha yüksektir. Bu durum difüzör filmin baskın frekansların genliğini azalttığını ve diğer frekanslara aktardığını göstermektedir. Ayrıca en yüksek üç değerin ortalamasının genel ortalamaya oranı film varken daha düşüktür, bu da aynı zamanda gücün değişik uzaysal frekanslara dağıldığını göstermektedir.

#### 4. Sonuç

LCD-TV lerde ekranda oluşan istenmeyen Moire etkilerinin azaltılması için ikinci bir optik dağıtıcı filitrenin kullanımının nicel sonuçlarının ortaya konması için yapılan bu çalışmada, Moire desenlerini azaltıcı bir etkisi olduğu gösterilmiştir. Her iki durum için elde edilen ışık yoğunluk dağılımları ve bunların uzaysal frekans dönüşüm grafikleri karşılaştırılmıştır. İki boyutlu gösterimde elde edilemeyen detaylar ayrıca, tek boyutlu olarak iki ayrı çizgi olarak elde edilmiştir. Bu grafikler açıkça ortaya koymaktadır ki ikinci optik dağıtıcı filitre BEF'in uzaysal frekanslarının yüksek harmoniklerindeki yüksek genlikleri sınırlandırmış yada bazılarını tamamen ortadan kaldırmıştır.

#### 5. TEŞEKKÜR

Bu çalışma Vestel-Cabot tarafından LCD Arkaişik Tasarımı projesi kapsamında desteklenmiştir.

#### 6. KAYNAKÇA

- [1] Wilson, H. R., Guiguizian, P., Lee, J., Sudol, R. J., Strip, D. R., "Predicting Performance of a Microlens LCD Brightness Film", *The Society for Information Display 2006 International Symposium, 2006*
- [2] Glassner, A., "Inside Moire patterns" *IEEE Computer Graphics and Applications*, vol. 17, 1997
- [3] Tougne, L., "The moires of circles" *IEEE Symposium on Image Analysis and Interpretation, 1998*