

YILDIZ ÜNİVERSİTESİ - FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
MİMARLIK FAKÜLTESİ YAPI FİZİĞİ BİLİM DALI

YAPILARIN İÇİNDE IŞIK-RENK İLİŞKİSİ

"DOKTOR MİMAR"

unvanının verilmesi için kabul edilen tezdır.
Y. Mimar RENGİN ÜNVER

Tezin Enstitüye Veriliş Tarihi : 14.12.1984
Tezin Savunulduğu Tarih : 07.03.1985

Doktorayı Yöneten : Prof. ŞAZİ SİREL
Jüri Üyesi : Prof.Dr. YILDIZ SEY
Jüri Üyesi : Doç.Dr. MEHMET KÜÇÜKDOĞU

YILDIZ ÜNİVERSİTESİ MATBAASI
İSTANBUL 1985

ÖNSÖZ

Yapı içinde (kapalı bir mekanda), ışık ve renk düzeni birbirinden soyutlanarak, ayrı ayrı ele alınamaz. Çünkü, görsel algılama için, görme alanı içinde, algılanabilir bir ışıklılığın bulunması ve bu ışıklılığın renk ve/ya da ışıklılık karşıtlıkları ile anlamlanmış olması temel koşuldur.

Bir iç mekanda, ışığın yüzeylerden yansımaları —hacim içinde yansıması— sonucunda, yüzey renkleri bu ışığı renklendirerek, birbirleri üzerinde belirli "renksel değişimler"e yolaçmaktadır. Bu nedenle de, iç mekan renk düzeninde beklenenden değişik, renk karşıtlıkları oluşmaktadır. Bunun yanı sıra, kapalı bir hacimde yer alan yüzeyler üzerinde oldukça büyük aydınlık ayrımları olduğundan, iç yüzeylerde büyük ışıklılık karşıtlıkları ortaya çıkmakta —algılanmaktadır—.

Öte yandan, geniş anlamda renk, ışıklılığın ayrılmaz bir ögesi olduğuna göre, yapıların içinde, renk ve ışık ilişkisi bir bütün olarak incelenmelidir.

Nitekim, bu çalışmada da, ışık ve renk ikilisi, yukarıda belirtilen biçimde ele alınarak,

- . kapalı bir mekanda, ışığın, iç yüzey renklerinde yol açtığı renksel değişimler ve bu değişimlerin sınır değerleri saptanmış,
- . söz konusu değerler ve genel renk düzenleme kuralları gözönünde tutularak, başarılı bir iç mekan renk düzenine ulaşabilmek için, mimarlarca "tasarlama evresinde" dikkat edilmesi ve uyulması gereken genel kurallar belirlenmiştir.

Bu çalışmayı yaptığım süre içinde, bilimsel bir tutumla beni destekleyen, yakın ilgi ve anlayış gösteren, doktora çalışmamın yöneticisi, değerli Hocam Sayın Prof.Şazi Sirel'e teşekkürlerimi sunarım.

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa</u>
TÜRKÇE ÖZET	v1
İNGİLİZCE ÖZET	x
GİRİŞ - ÇALIŞMANIN AMACI VE KAPSAMI	1
I. GÖRSEL ALGILAMA	6
I.1. Işık	6
I.2. Renkli ve Renksiz Nesneler -Yüzeyler-	9
I.3. Göz, Görme ve Renk Görme Olayı	15
II. KAPALI BİR MEKANDA IŞIĞIN OLUŞTURDUĞU AYDINLIK	21
II.1. Aydınlığın Niceliği	21
II.1.1. Aydınlik Düzeyi Bileşenleri	22
II.2. Aydınlığın Niteliği	24
II.2.1. Aydınliği Oluşturan Işığın Rengi	24
III. KAPALI BİR MEKANDA, AYDINLIĞI OLUŞTURAN IŞIĞIN RENGİ VE BU RENKLİ IŞIĞIN İÇ YÜZEYLERDEKİ RENKSEL ETKİSİ	26
III.1. İç Yüzeylerin Tümünün Renksiz Olması Durumunda, Dolaysız ve Yansıymış Işığın Yüzeylerdeki Renksel Etkisi	26
III.2. İç Yüzeylerin Renkli Olması Durumunda Dolaysız ve Yansıymış Işığın Yüzeylerdeki Renksel Etkisi	29
IV. KAPALI BİR MEKANDA IŞIĞIN YANSIŞMASINDAN ÖTÜRÜ İÇ YÜZEY RENKLERİNDE ORTAYA ÇIKAN RENK DÜNMELERİ KONUSUNDA YAPILAN ARAŞTIRMALAR	34
IV.1. D.E.Spencer ve S.E.Sanborn Yöntemi	35
IV.1.1. Sonuçların Eleştirisi	37
IV.2. R.Krossawa Yöntemi	38
IV.2.1. Sonuçların Eleştirisi	40

	<u>Sayfa</u>
IV.3. T.Yamanaka ve Y.Nayatani Yöntemi	40
IV.3.1. Sonuçların Eleştirisi	42
IV.4. Yöntemlerin Genel Değerlendirmesi ve Sonuç	42
V. YANSIŞMIŞ IŞIĞIN ÖZELLİKLERİNİN BELİRLENEBİLMESİ İÇİN KULLANILAN VE ÖNERİLEN YÖNTEMLER	45
V.1. Ulbricht Küresi	45
V.2. Küre İle Dikdörtgenler Prizması Biçimleri Arasındaki İlişkinin Saptanması	49
V.3. Küre Yüzeyinde Yer Alan Değişik Nitelikteki Yüzeylerin, Yansıtmış Toplam Işığa Nicelik ve Nitelik Olarak Katkı Oranlarının Belirlenmesi	51
V.3.1. Küre Yüzeyinde, Yansıtma Çarpanları ve Büyüklükleri Farklı Yüzeylerin Yer Alması Durumunda, Her Yüzeyin Yansıtmış Toplam Işık Akısı İle Oluşan Aydınlığa Katkı Oranının Belirlenmesi	51
V.3.2. Küre İç Yüzeyinde, Yansıtma Çarpanları ve Büyüklükleri Farklı Yüzeylerin Yer Alması Durumunda, Her Yüzeyin Yansıtmış Toplam Işık Akısı İle Oluşan Aydınlığa Katkı Oranından Elde Edilen Sonuçlar	55
V.3.3. Küre İç Yüzeyinde, Değişik Renkteki Renkli Yüzeylerin Yer Alması Durumunda, Her Yüzeyin Yansıtmış Toplam Renkli Işığa Katkı Oranı	58
V.4. Küre İç Yüzeyinde, Değişik Renkteki Renkli Yüzeylerin Yer Alması Durumunda, Her Yüzeyin Yansıtmış Toplam Renkli Işığa Katkı Oranının Belirlenmesinde Kullanılabilecek Yeni Bir Yöntem	61
V.5. Küre İç Yüzeyinde Yer Alarak, Yansıtmış Toplam Renkli Işığa (Nicelik ve Nitelik Olarak) Katkıda Bulunan Renkli Bir Yüzeyin, Işık Yegînlîği İle Öteki Renkli Yüzeylerde Yol Açtığı Renk Dönmesi Arasındaki İlişkinin Kurulması	67
VI. YANSIŞMIŞ TOPLAM RENKLİ IŞIĞA KATKILARI NEDENİYLE BELLİ BİR RENK DÖNMESİNE YOL AÇAN YÜZEYLERİN BÜYÜKLÜK ORANLARININ SAPTANMASI	69
VI.1. Belli Bir Renk Dönmesine Yol Açan Yansıtmış Işığın İçindeki Renkli Işık Oranlarının Saptanmasında Yararlanılan Deney Yöntemi, Düzeni ve Renkli Işık Oranlarının Belirlenmesi	71

	<u>Sayfa</u>
VI.1.1. Deney Yöntemi	71
VI.1.2. Deneylerde Kullanılan Işık Kaynağının ve Renklerin Seçimi	73
VI.1.3. Deney Düzeni	77
VI.1.4. Belli Bir Renk Dönmesine Yol Açan Yansımış Toplam Renkli Işığın İçindeki Değişik Renkli Işık Oranlarının Belirlenmesi	80
VI.2. Yansımış Işığa Katkıları Nedeniyle, Belli Bir Renk Dönmesine Yolaçan Renkli Yüzeylerin Gerçek Büyüklük Oranlarının Saptanması	83
VII. KÜRE İÇ YÜZEYİNDE YER ALARAK, ÖTEKİ RENKLİ YÜZEYLERDE BELLİ BİR RENK DÖNMESİNE YOL AÇAN VE BELLİ BİR BÜYÜKLÜKTEKİ YÜZEYİN IŞIK YEĞİNLİK ORANININ BELİRLENMESİ	87
VIII. KAPALI BİR MEKANDA YER ALAN RENKLİ BİR YÜZEYİN, IŞIK YEĞİNLİK ORANI İLE MEKANDAKİ ÖTEKİ RENKLİ YÜZEYLER ÜZERİNDE YOL AÇTIĞI RENK DÖNMESİ ARASINDAKİ İLİŞKİNİN -DEĞİŞİMİN- GÖSTERİLMESİ	92
IX. KAPALI BİR HACİMDE YER ALAN DEĞİŞİK RENKLİ İKİ YÜZEYİN YANSIŞMIŞ IŞIK NEDENİYLE, BİRBİRLERİ ÜZERİNDE YOL AÇTIKLARI RENK DÖNMELERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ	98
IX.1. Yansımış Işık Nedeniyle Ortaya Çıkan Tür Sapmaları	99
IX.2. Yansımış Işık Nedeniyle Ortaya Çıkan Doymuşluk Sapmaları	102
IX.3. Yansımış Işık Nedeniyle, Renkli Yüzeylerde Ortaya Çıkan Tür ve Doymuşluk Sapmalarının Değerlendirilmesi	106
X. KAPALI BİR HACİMDE DOLAYSIZ VE YANSIŞMIŞ IŞIĞIN OLUŞTURDUĞU AYDINLIKLARIN BİRBİRİNE GÖRE ORANLARINA BAĞLI OLARAK DEĞİŞEN RENK BİLEŞENLERİ	112
XI. GENEL DEĞERLENDİRME SONUÇLARI	120
SONUÇ	129

	<u>Sayfa</u>
EKLER	
EK I. Dikdörtgenler Prizması Biçimindeki Hacimlerde, Yansıtmış Toplam Işığın İç Yüzeylerde Oluşturduğu Aydınlığın, Deneysel Olarak Ölçülmesi	132
1. Deney Düzeni	132
2. Deney Yöntemi ve Deney Sonuçları	133
3. Deney Sonuçlarının Değerlendirilmesi	134
EK II. Renkölçüm Yöntemleri	135
1. Bir Renk Atlası Aracılığı İle Renk Belirlenmesi	138
2. Renk Atlası ve Gözlemci Seçimi	141
EK III. Renk Dizgeleri	142
1. Munsell Renk Dizgesi ve Munsell Renk Atlası	144
1.1. Munsell Renk Dizgesi	144
1.1.1. Tür	146
1.1.2. Değer	146
1.1.3. Doymuşluk	147
1.2. Munsell Renk Atlası	149
EK IV. Gözlemci Tür Ayrım Eşiğinin Saptanması	151
1. Farnsworth-Munsell 100-Tür Testi	154
1.1. Testin Kurulması	154
1.2. Test Yöntemi	157
2. Seçilen Gözlemcinin Tür Ayrım Eşiğinin Değerlendirmesi	160
EK V. Renk Dönmesi Ön Araştırması	162
1. Örneklerin Seçimi	162
2. Deney Düzeni	164
3. Renk Dönmesi Belirleme Yöntemi	168
4. Deney Sonuçlarının İrdelenmesi	169
5. Deney Sonuçlarının Değerlendirilmesi	175

	<u>Sayfa</u>
EK VI. Görme Alanı İçinde Yer Alan Karşıtlıklar ve Karşıtlık Düzenleri	177
1. Karşıtlıklar	177
2. Karşıtlık Düzenleri	180
3. Renk Düzenleme Kuralları	182
EK VII. Renkli Bir Yüzeyin Kendi Renginden Başka Renkleri Yansıtma Oranının Belirlenmesi	185
1. Yöntemin Açıklanması	185
2. Deney Düzeni	186
3. Renkli Yüzeyin Renkli Işık Yansıtma Oranının Belirlenmesi	190
4. Deney Sonuçlarının Değerlendirmesi	190
EK VIII. "VI.1." Bölümde Anlatılan Deneyin Sonuçları	194
EK IX. Hesaplama İşlemlerinde Kullanılmak Üzere Geliştirilen Bilgisayar Basic Programları	201
1. Yansımış Toplam Işık Akısının, Işık Kaynağının Toplam Işık Akısına Oranının Hesaplanmasında Kullanılan Program	202
2. Renkli Yüzeylerin, Birinci Yansıma Sonunda Yansıtıkları Gerçek Renkli Işık Oranlarının Hesaplanmasında Kullanılan Program	203
3. Yansıtma Çarpanları Birbirinden Farklı Renkli Yüzeylerin, Gerçek Yüzey Büyüklük Oranlarının Hesaplanmasında Kullanılan Program	204
4. Ana Renklerin, Yeni Yansıtma Çarpanı ve Yüzey Büyüklük Oranlarının Hesaplanmasında Kullanılan Program	205
EK X. Çizelge ve Grafikler	206
ŞEKİL, ÇİZELGE, FORMÜL SAYFA NUMARALARI	252
YARARLANILAN KAYNAKLAR	253
ÖZGEÇMİŞ	262

ÖZET

Işık ve Renk, yapı fiziğinde, fizik ortamı oluşturan öğelerden ikisidir. Bütün fizik ortam öğeleri gibi, bu öğelerin de, birlikte ele alınması zorunludur. Bu durum, Renk'in bilimsel tanımı içinde çok açık bir biçimde belirlemiştir. Bu tanıma göre, "renk", kısaca, öznel olarak bir duyulanma ögesi, nesnel olarak da bu duyulanma ögesini doğuran ışık uyarıdır.

Öte yandan, görsel algılamanın, görmenin, ışık aracılığı ile olduğu da bilinen bir gerçektir. Çünkü, insanlar, nesneleri -varlıkları-, görme alanı içindeki değişik yüzey parçaları arasındaki, renk ya da açıklık-koyuluk ayrımları ile algılar ve ayırt ederler.

Özellikle yapıların içinde, ışık ve renk bir bütün oluşturarak, görme alanındaki yüzeylerin algılanmasında, belirli bir takım değişikliklere yolaçarlar.

Bir iç mekanda, ışık kaynaklarından yüzeylere gelen ışıklar, iç yüzeylerde, genellikle, düzgün yayılmamış aydınlıklar (büyük aydınlık ayrımları) oluşturur. Yüzeylerdeki aydınlık ayrımlarının doğal sonucu olarak, iç mekandaki yüzeylerin renk bileşenlerinde değişimler (değer ve doymuşluk değişimleri), sapmalar, iç mekan renk düzeninde beklenenden değişik anlam ve etkiler ortaya çıkar.

Ayrıca, ışık kaynaklarından yüzeylere gelen ışığın yüzeylerden yansiyarak oluşturduğu yansımış ışık, ve daha sonra bunun iç yüzeyler arasında ard arda yansımaları sonucunda oluşan yansımış ışık, iç mekan yüzeylerinde, belirli renksel değişimlere (tür ve doymuşluk değişimlerine) neden olur.

Yani, görme alanındaki renklerin bileşenlerinde belirli önemli değişiklikler görünür. Bu nedenle, kapalı bir hacimde, ışık ve renk ilişkisi bir bütün olarak ele alınmalı ve birlikte incelenmelidir.

Bu çalışmada amaç, yapıların içinde ışık ve renk konularını birlikte ele alarak,

"yapıların içinde birbirini gören yüzeylerde kullanılan renklerin, ışığın yansıması nedeniyle birbirleri üzerlerinde yol açtıkları renksel değişimleri, ve iç yüzeylerdeki aydınlık ayrımlarının iç mekan renk düzenine etkisini dizgeli bir biçimde incelemek; buradan, geniş kapsamlı, uygulanabilir, genel sonuçlara ulaşarak, bugüne değin mimarlık disiplini içinde ele alınmamış bir konuya açıklık getirmektir."

Belirtilen amaca yönelik olarak yapılan bu çalışma, onbir ana bölüm, ve Ekler bölümünden oluşmaktadır.

Bölüm I de, görsel algılama bütününün öğeleri olan, ışık, nesne ve gözün, konuya ilişkin özellikleri anlatılmıştır.

Bölüm II de, kapalı bir mekanda, ışığın oluşturduğu aydınlığın bileşenleri, niteliği ve niceliği konuları ele alınmıştır.

Bölüm III te, bir iç mekanda, iç yüzeylerin, renksiz ve renkli olması durumunda, aydınlığı oluşturan ışığın bileşenlerinin, yüzey renklerindeki renksel etkileri incelenmiş; mekanda ışık kaynağı olarak normal aydınlatma amacı ile kullanılan ışık kaynaklarının yer alması durumunda, dolaysız ışığın yüzey renklerinde herhangi bir renksel değişime yol açmayacağı, yansımış ışığın ise, yüzey renklerinde renk dönmelerine neden olacağı sonucuna varılmıştır.

Bölüm IV te, kapalı bir hacimde, iç yüzeylerdeki aydınlığı oluşturan ışığın bileşenlerinden biri olan yansımış ışığın, yüzey renklerinde yol açtığı renksel değişimlerin incelenmesi konusunda, bugüne değin yapılan araştırmalar kısaca tanıtılmış, ve bu araştırmalardan elde edilen sonuç-

ların değerdendirilmesi yapılmıştır. Değerdendirme sonunda, söz konusu araştırmaların genel sonuçlara ulaşmadığı, bu konunun yeniden ele alınması gerektiği sonucuna varılmıştır.

Bölüm V te, yansımış ışığın niceliğinin belirlenmesi için bu çalışmada yararlanılan yöntem, ve yansımış ışığın niteliğinin (renginin) belirlenmesi için geliştirilen yeni bir yöntem anlatılmış; ve kapalı bir mekanda, yansımış ışığa nicelik ve nitelik olarak katkıda bulunan renkli bir yüzeyin, ışık yeğirliği ile öteki renkli yüzeyler üzerinde yol açtığı renk dömmeleri arasında bir ilişki bulunduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Bölüm VI da, yansımış ışığa nicelik ve nitelik olarak katkıda bulunarak belli bir renk dömmesine neden olan renkli yüzeylerin, ışık yeğirlik oranları ile yol açtıkları renk dömmeleri arasındaki ilişkinin -değişimin- gösterilmesi amacına yönelik olarak "belli bir renk dömmesine neden olan yüzeylerin, yüzey büyüklük oranlarının saptanması" konusunda yapılan deneyler ve kullanılan hesap yöntemleri anlatılmıştır. Deneyler, boyutları arasında 1/1/1 ve 2/1/1 oranlarına yakın olan hacimlerde, ışık kaynağı olarak akkor lamba kullanılması durumu için gerçekleştirilmiştir.

Bölüm VII de, Bölüm V te belirlenmiş ilişkinin doğrulanması amacına yönelik olarak, Bölüm VI da elde edilen sayısal değerdlerden, yani, "belirlenen yüzey büyüklük oranlarından" yararlanılarak, belli bir renk dömmesine yol açan renkli yüzeylerin, ışık yeğirlik oranlarını hesaplama yöntem ve biçimleri anlatılmıştır.

Bölüm VIII de, Bölüm VI ve VII de yapılan deney ve hesap sonuçlarından yararlanılarak, kapalı bir mekanda yer alan renkli bir yüzeyin, ışık yeğirlik oranı ile, öteki renkli yüzeyler üzerinde yol açtığı renk dömmeleri arasındaki ilişkinin -değişimin- gösterilmesi amacıyla hazırlanmış olan grafik ve çizelgelerin tanıtımı yapılmıştır.

Bölüm IX da, Bölüm VII de hazırlanmış olan grafik ve çizelgeler aracılığı ile, "boyutları arasındaki oran, mimari hacimler için olağan sayılabilecek bir iç mekanda, ışık kaynağı olarak akkor lamba kullanılması ve

hacimde değişik renkli iki yüzeyin yer alması durumunda", yansımış ışıık nedeniyle, renkli yüzeylerde ortaya çıkan tür ve doymuşluk sapmalarının sınırları irdelenmiş ve bu konuda genel bir değerlendirme yapılmıştır.

Bölüm X da, kapalı bir hacimde, dolaysız ve yansımış ışıığın oluşturdukları aydınlıkların, birbirlerine göre oranlarına bağlı olarak, iç yüzeylerdeki aydınlık ayrımlarının, yüzey renklerinde yol açtığı renksel değişimlerin (değer ve doymuşluk değişimlerinin) sınır durumları irdelenmiştir.

Bölüm XI de, bir iç mekanda, yansımış ışıığın yol açtığı renk dönmesi değerleri, yüzeylerdeki aydınlık ayrımlarının iç mekan renk düzeninde neden olduğu renksel değişimler, ve genel renk düzenleme kuralları gözönüne alınarak;

- bir iç mekan renk düzeni kurulurken dikkat edilmesi gereken kurallar,
- renk düzeninin başarılı olmasını sağlayabilecek (iyi sonuç verebilecek) öneri niteliğinde, esnek kurallar,

verilmiş olup, yapı içinde ışıık ve renk konularının birbirinden soyutlanmadan, bir bütün olarak ele alınması gerektiği belirtilmiştir.

EKLER bölümünde ise, yukarıda belirtilen konuların açıklanmasına yardımcı olan kuramsal bilgiler (renkölçüm yöntemleri, renk dizgeleri, gözlemci tür ayırım eşiğinin saptanması, görme alanı içinde yeralan karşıtlıklar ve karşıtlık düzenleri konuları), ön deneysel araştırmalar, bilgisayar programları, VI ve VII. bölümlerde anlatılan deney ve hesap sonuçları aracılığı ile hazırlanmış olan grafik ve çizelgeler yer almaktadır.

SUMMARY

Light and color are two of the elements making up the physical environment in building physics. Like all elements in the physical environment, these two also have to be considered together. This fact is clearly stated in the scientific definition of Color. According to this definition, "color", shortly, is subjectively an element of sensation and objectively light stimuli giving rise to this element of sensation.

On the other hand, it is a well known fact that visual perception, vision, comes into effect through light; because people perceive objects —beings— and discriminate among them through lightness-darkness or color differences of various surfaces within the visual field.

Particularly within buildings, light and color, forming a unity cause some specific changes in the perception of surfaces in the visual field.

Light coming from light sources and falling on surfaces in an internal space, generally creates non-uniform illumination (large differences in illumination) on internal surfaces. As a normal result of these illumination differences on surfaces, there arises changes and deviations in the color components of internal surfaces (value and saturation changes), and some meanings and effects different from those expected in the color arrangement (composition) of internal spaces.

Besides, reflected light which results from light coming from light sources and reflecting back from surfaces it falls on, together with interreflected light which consequently results from successive reflections

of this reflected light between the internal surfaces, cause certain color changes (hue and saturation changes) in internal surfaces. That is, certain important changes appear in the color components of the visual field. Therefore in a closed volume, the light and color relationship should be considered as a whole and should be studied together.

This study, by means of considering together the subjects of light and color within buildings, aims,

"to examine systematically, the color changes experienced mutually by colors used on interfacing surfaces within buildings due to the interreflection of light, and the effect of illumination differences of internal surfaces on the color arrangement of internal spaces; and there of reaching comprehensive, applicable and general results, to bring clarity into a subject not handled in terms of Architectural discipline until now."

This research, maintaining the above mentioned aim, consist of eleven chapters and an Appendix.

In chapter I, the relevant specifications of light, object and eye are described as elements of visual perception as a whole.

Chapter II includes such subjects as the components, quality and quantity of illumination caused by light in a closed space.

In chapter III, the color effects on surface colors of light components causing illumination are studied, for cases when internal surfaces in an internal space are achromatic and chromatic; and it is concluded that while direct light will not cause any color changes on surface colors, interreflected light will give rise to colorimetric shifts (color shifts) on surface colors when using light sources for normal illumination purposes in space.

Chapter IV briefly introduces and evaluates the results of the hitherto done researches on the subject of color changes in surface colors resulting from interreflected light which is a component of light giving illumination in internal surfaces in a closed volume. This evaluation reaches the conclusion that the mentioned researches have not been able to come up with general results and that the subject should be handled again.

In chapter V, the method used in this study for determining the quantity of interreflected light and a new method developed for determining the quality (color) of interreflected light are explained; and it is concluded that in a closed space there exists a relationship between the luminous intensity of light of a colored surface contributing to interreflected light both quantitatively and qualitatively and the color shifts this colored surface creates on other colored surfaces.

Chapter VI, explains the experiments done and calculation methods used for "determining the surface size ratios of surfaces causing a specific color shift" for the purpose of indicating the relationship —change— between the luminous intensity ratios of chromatic surfaces causing a certain color shift by contributing both quantitatively and qualitatively to interreflected light and the amount of this color shift. The experiments have been done with volumes of dimensions close to ratios 1/1/1 and 2/1/1 and for cases when the light source used is an incandescent lamp.

Chapter VII, aiming to verify the relationship determined in chapter V and using the numeric values i.e. "the surface size ratios derived" in chapter VI, explains the methods and ways of calculating the luminous intensity ratios of chromatic surfaces causing a certain colorimetric shift.

In chapter VIII, the graphs and tables are presented, which are obtained by using the results of the experiments and calculations made in chapters VI and VII, and which are prepared to indicate the relation —change— between the luminous intensity ratio of a colored surface in a closed

space and the colorimetric shifts caused by this colored surface on other colored surfaces.

Chapter IX, through the use of the graphs and tables drawn in Chapter VIII, studies and makes a general evaluation of the limits of hue and saturation deviations appearing on colored surfaces due to interreflected light "in case when two different colored surfaces exist in the volume and an incandescent lamp is used as the light source in an internal space having dimensional ratios conforming to normal architectural volumes."

Chapter X studies the limit conditions of color changes (value and saturation changes) appearing on surface colors due to illumination differences on internal surfaces, in relation with the correspondent ratios, of the illumination caused by direct and interreflected light in a closed volume.

In Chapter XI, taking into consideration the color shift values caused by interreflected light in a closed space, the color changes in the color composition of an internal space resulting from the illumination differences on surfaces and the general laws of color arrangement;

- rules which should be considered when forming a color arrangement in an internal space, and,
- flexible rules suggested for achieving a successful color arrangement,

are stated and the need of handling the subjects of light and color within buildings together as a whole is emphasized.

The APPENDUM chapter includes theoretical information (colorimetric methods color systems, determination of the observer's hue differentiation threshold, the contrasts within the visual field and the contrast arrangements) aiding to explain the previously mentioned subjects, pre-experimental researches, computer programs and, graphs and tables, based on the results of the experiments and calculations explained in chapters VI and VII.

G İ R İ Ő

ÇALIŞMANIN AMAÇ VE KAPSAMI

Yapı fiziğinde fizik ortam "insanı çevreleyen ve etkileyen, yani, insanın içinde yaşadığı etkin fizik ortam" anlamında kullanılmaktadır. Bunun fizikteki anlamından farkı, "insan"a göre tanımlanması ve öğelerinin insan üzerinde "etkin" olmasıdır.

Yapı fiziğinde, fizik ortamı oluşturan öğelerin başlıcaları, ses, ışık, renk, ısı, nem, koku, ve insanı etkileyen öteki titreşimler ve hava devimlari olarak sıralanabilir.

Bu öğeler arasında bulunan renk ve ışık, bir bakıma ses, ısı ve nem gibi insanı yakından saran, insanın her yanını kaplayan ve etkileyen bir nitelik gösterir. Bütün fizik ortam öğeleri gibi, bu öğelerin de birbirinden ayrı ayrı olarak, tek tek ele alınması durumunda, gerekli fizik ortam oluşturulamaz. Bu nedenle, r e n k v e ı Ő ı k, bir bütün olarak incelenmelidir. Söz konusu iki ögenin, birbirini destekleyen ve birbiri ile ortak bir çok yönü vardır. Bu durum, ışığın ve rengin tanımlarında da çok açık bir biçimde ortaya konulmuştur.

ışık, CIE (Uluslararası Aydınlatma Komisyonu) tarafından,

"1- Görme organına bağı ya da görme organı aracılığı ile olan bütün duyulanma ve algıların vergisi.

2- Görme organını uyaran ışınım."

olarak tanımlanmıştır(1,2).

Renk ise, yine CIE tarafından,

- "1- Duyulanmanın niteliğinde, ışığın tayfsal bileşim ayrımlarının doğurabilecekleri ile aynı cinsten olan ayrımları gözlemeyi ve ayırt etmeyi sağlayan, görsel duyulanmanın belirtisi, ıralayıcı niteliği.
- 2- '1' de tanımlanan görsel duyulanmayı doğuran ışık uyartılarının (ışık kaynağı ya da nesne) ıralayıcı niteliği.
- 3- '1' ve '2' de tanımlanan ama, siyah, gri, beyaz gibi görümler dışında kalan ve bir renksel doymuşluğu olan kırmızı, yeşil, mavi vb. görümlerle sınırlanan ıralayıcı nitelik."

biçiminde tanımlanmaktadır(3,4). Rengin bu tanımından yola çıkılarak, renk, kısaca "öznel (subjektif) olarak-, görsel algılamanın belli ayrımlara dönük niteliği, ya da -nesnel (objektif) olarak-, görünen ışımların (ışığın) gözlemciye belli nitel ayrımlar yapma olanağını sağlayan özelliği" olarak da tanımlanabilir(5). Yani, "renk", öznel olarak bir duyulanma ögesi, nesnel olarak da, bu duyulanma ögesini doğuran ışık uyartılarıdır.

Yukarıdaki tanımlardan da anlaşılacağı gibi, renk ve ışık (aydınlık) birbirinden soyutlanarak, ele alınamaz. Yani, renk konusu, birçok kişinin yaptığı gibi, yalnızca boyaların, pigmentlerin ya da yüzeylerin belli bir özelliği olarak incelenmemelidir. Bunun en önemli nedeni de, renk duyulanma sınırlarının, ya da duyulanmaları doğuran ışık uyartılarının değişebilme sınırlarının, rengin boya ya da yüzey olarak ele alınması durumunda ulaşılabilecek sınırları aştığının bilimsel olarak, tanıtlanmış olmasıdır (Bu konuda, 6, 7, 8, 9 numaralı kaynaklara başvurulabilir). Yani, yüzey hangi renkte olursa olsun, ya da hangi boya ile boyanırsa boyansın, renkli bir yüzeyin doğurabileceği renk duyulanmalarının dışında da renk duyulanmaları vardır, ve rengin görsel duyulanma ögesini doğuran ışık uyartıları olduğu, yaklaşık 50 yıldır kesinlikle bilinmektedir. Bu nedenle, renk ve ışık konusu bilimsel olarak, görsel algılama bütünü içinde ele alınmalıdır.

Bilindiği gibi, görsel algılama, görme, ışık aracılığı ile olur. İnsan,

çevresindeki özdeksel varlığı, ışığın, bunlardan geçerken, ya da bunların yüzeyinden yansırken uğradığı nicel ya da nitel değişikliklerle göze gelmesi sonucu algılar. Görme alanı içindeki değişik alan parçaları arasındaki renk ya da açıklık-koyuluk ayrımları, karşıtlıkları, nesnelerin biçim ve durumlarını belirler. Bu açıklamadan, fizik ortam öğeleri olan ışık ve rengin, yapı içinde, bir iç mekanda ele alınması durumunda, ışığı yalnızca ışık kaynağı, rengi de belli bir yansıtma çarpanı olan yüzey özelliği olarak, ya da insanlarda psikolojik etkiler uyandıran öğeler olarak varsayılarak incelenmesinin yanlış olduğu ortaya çıkmaktadır. Özellikle bir iç mekanda, ışık ve renk, bir bütünün ayrılmaz iki parçasıdır. Çünkü, renk önce insan gözüne ve ışığa, sonra da insanı çevreleyen özdeksel varlığa bağlı, temelde görsel duyuşma ile ilgili bir kavramdır.

Ayrıca, ışık kaynağından, belli bir düzlem üzerindeki renkli bir yüzeye gelen ışığın, yüzeyden yansiyarak doğuracağı görsel izlenimlerin algılanması ile, kapalı bir mekanda (yapı içinde) ışığın yüzeyleri aydınlatması, ve bu ışığın yüzeylerden yansması ile ortaya çıkan görsel izlenimlerin algılanması, bütünüyle ayrı niteliklerdedir. Çünkü, birinci durumda, renkli bir yüzeye gelen ışık yüzeyden bir kez yansiyarak renklenmiş olarak göze gelecek, ve yüzey belli bir renkte görünecektir. İkinci durumda ise, renkli bir yüzeye gelen ışık yüzeyden yansıldıktan sonra, iç yüzeyler-nesneler- arasında sonsuz kere yansiyacak, ve her yansıma sonunda yüzeylere gelen ışığın nicelik ve niteliği, bir önceki ve bir sonraki yansımış ışığın niceliği ve niteliğinden farklı olacaktır. Yani yüzeyler, ışığın yansması nedeniyle birbirlerini renksel bakımdan etkileyecektir. Işığın yüzeyler arasında yansması sonucunda ortaya çıkan nicelik ve nitelik değişimi küçümsenmeyecek kadar büyük olup, görme alanı içindeki renklerin bileşenlerinde belli önemli değişiklikler ortaya çıkar. Bu duruma doğada da rastlanmaktadır. Örneğin, yarı açılmış kırmızı bir gülün, ortadaki yaprakları, kenardaki yapraklara oranla daha doymuş ve koyu renkli görünür.

Yukarıda belirtilenlerin yanı sıra, yapı içlerinde, ışık kaynaklarından gelen ışıklar, iç yüzeylerde büyük bir çoğunlukla düzgün yayılmamış aydınlıklar oluştururlar. Yüzeylerdeki aydınlık ayrımları nedeniyle iç me-

kan renklerinde, -iç mekan renk düzeninde-, değişik anlam ve etkiler ortaya çıkar.

Bu nedenle, yapı içinde renk ve ışık ilişkisi, bir bütün olarak düşünülmeli, ve, iç mekanda kurulacak renk ve aydınlatma düzeni, yapıların tasarlama devresinde, birlikte ele alınarak, rengin, bir duyulanma ögesi ya da ışık uyartıları biçiminde incelenmesi gereklidir.

Buraya kadar yapılan açıklamalardan anlaşılacağı üzere, yapıların içinde, birbirini gören yüzeylerde kullanılan renkler, bir yüzeyden yansıyan ışığın öteki yüzeyleri etkilemesi nedeniyle, değişik niteliklerde algılanacaktır. Bunun yanı sıra, bir iç mekanda, aydınlığın ve ışıklılıkların dağılışı da yine değişik renk izlenimlerine, görsel duyulanmalara neden olmaktadır. Bir bütünü oluşturan, bu renk ve ışık ilişkisi olayları, bugüne değin mimarlık disiplini içinde kesin açıklamalara kavuşturulmamış, ve bu konuda genelde uygulanabilir kurallar ortaya konulmamıştır. Bu çalışmanın amacı, yapıların içindeki renk ve ışık konusuna bilimsel açıdan yaklaşılarak, bu konudaki boşluğu doldurabilecek bir takım sonuçlara ulaşmaktır.

Yukarıda belirtilen amaca yönelik olarak yapılan bu çalışma,

- görsel algılama bütünüünün öğeleri olan, ışık, nesne ve gözün özellikleri,
- kapalı bir hacimde, iç yüzeylerdeki aydınlığı oluşturan ışığın bileşenleri, ve bu bileşenlerin iç yüzeylerdeki renksel etkisi,
- yansımış ışığın, iç mekan yüzeylerinde yol açtığı renksel değişimlerin belirlenmesi konusunda bugüne kadar yapılan başlıca çalışmalar, ve bunların eleştirisi,
- bir iç mekanda, ışık kaynağından iç yüzeylere gelen dolaysız ışığın yüzeylerden yansımaları ile oluşan yansıma ışığın, daha sonra, iç yüzeyler arasında ard arda yansımaları sonucu oluşturacağı yansıma ışık, ve bu ışığın oluşturduğu aydınlığın niceliğinin belirlenmesinde kullanılan kuramsal yöntem; ve bu yöntem aracılığı ile, söz konusu aydınlığın niteliğinin belir-

lermesinde kullanılmak üzere geliştirilen yeni bir yöntem,

- boyutları arasındaki oran, 1/1/1 ve 1/2/1 (en, boy, yükseklik) oranlarına yakın olan bir iç mekanda, ışık kaynağı olarak akkor lamba, yüzeylerde değişik iki rengin kullanılması durumunda; yansımış ışık nedeniyle, birbirleri üzerinde renksel değişime yol açan yüzeylerin ışık yeginalik ve yüzey büyüklük oranlarının, ve yol açtıkları renksel değişimlerin deney ve hesap yolu ile belirlenmesi; söz konusu değişimlerin irdelenmesi,
- iç mekan yüzeylerindeki aydınlık düzeyi ayrımlarının, iç mekan renk düzeninde yol açtığı renksel değişimlerin belirlenmesi, ve bu değişikliğe neden olan etkenlerin incelenmesi,
- işlevi belli bir iç mekanda, elde edilmek istenilen renksel anlatıma uygun, başarılı sayılabilecek bir renk düzenini kurabilmek için, genelde uygulanabilir, öneri niteliğinde katı olmayan kuralların belirlenmesi,

konularını kapsamaktadır.

Yukarıda belirtilen konuların açıklanmasına yardımcı olan kimi bilgiler, deneyler, grafik/çizelgeler ve mikroişlemci (bilgisayar) programları ise, EKLER bölümü içinde verilmiştir.

I. GÖRSEL ALGILAMA

İnsan, çevresindeki nesneleri — özdeksel varlığı —, ışığın, bunlardan geçerken, ya da bunlardan yansırken uğradığı nicel ve nitel değişikliklerle gözüne gelmesi sonucunda algılar(10). Görsel algılama (görme) ışık aracılığı ile olur. Çevredeki (görme alanı içindeki) bir nesnenin, bir biçimin, dikkati çekecek herhangi bir varlığın ayırt edilmesi, o alanın değişik bölümlerinden göze gelen ışıktaki, söz konusu ayırt etmeyi sağlayacak belli bir ayrımın bulunmasına bağlıdır. Örneğin, görme alanının tümünü kaplayan bir göğün bir noktasındaki küçük beyaz bir bulutun ayırt edilmesi, gökten ve buluttan gelen ışıklar arasındaki ayırmadan ötürüdür.

Görme alanının değişik bölümlerinden göze gelen ışıktaki nicel ya da nitel herhangi bir ayrım yoksa —bu alan ışıklılık ve renk bakımından bir bütün oluşturuyorsa— ve bu durum zaman içinde de değişmiyorsa, görsel algılamadan söz edilemez.

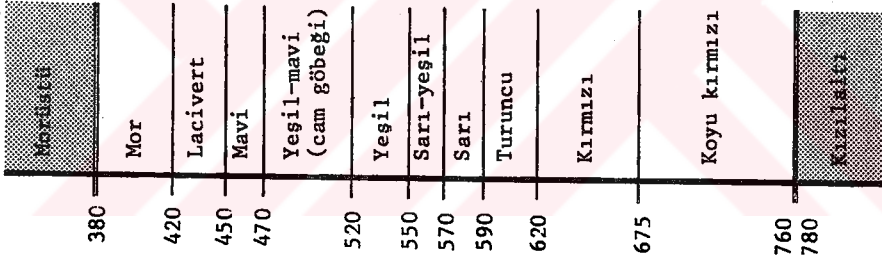
Özetle, görsel algılamanın ana öğelerini, ışık, nesneler (yüzeyler), ve görsel algılamayı gerçekleştiren, görme organı olan göz oluşturmaktadır. Aşağıdaki bölümlerde, bu öğelerin özelliklerine kısaca değinilecektir.

I.1. IŞIK

Çeşitli ışınımalar (ışınım: ışıyan erke) arasında, insan gözünü etkileyenlere IŞIK adı verilmektedir. Yani, dalga boyu 380-760 nm arasında yeralan ışınımalar "görünür ışınım —ışık—" olarak adlandırılmaktadır. Işığın, daha

kısa dalga boylu komşuları morüstü, daha uzun dalga boylu komşuları ise kızılaltı ışınlardır.

Belirli bir dalga boyu olan, ya da tek bir frekansla nitelenen ışıma "tekrenkli ışıma" adı verilir. Daha geniş anlamda, çok ufak bir frekans, ya da dalga boyu alanına yayılan ve tek bir frekans ya da dalga boyunun bildirilmesi ile nitelenebilen ışıma, tekrenkli ışımdır(11,12). Tekrenkli ışımanın görünür ışıma olması durumunda ise, kısaca, "yalın ışık" ya da "tekrenkli ışık" adları kullanılır. Örneğin, dalga boyları 527 nm ve 582,7 nm olan tekrenkli demir ışıkları ve dalga boyu 389,3 nm olan tekrenkli sodyum ışığı gibi. Yalın ışıkların her biri başka renkte görünür. Yalın ışıkların dalga boylarına göre, hangi renk bölgesinde yer aldıkları Şekil 1'de gösterilmiştir.



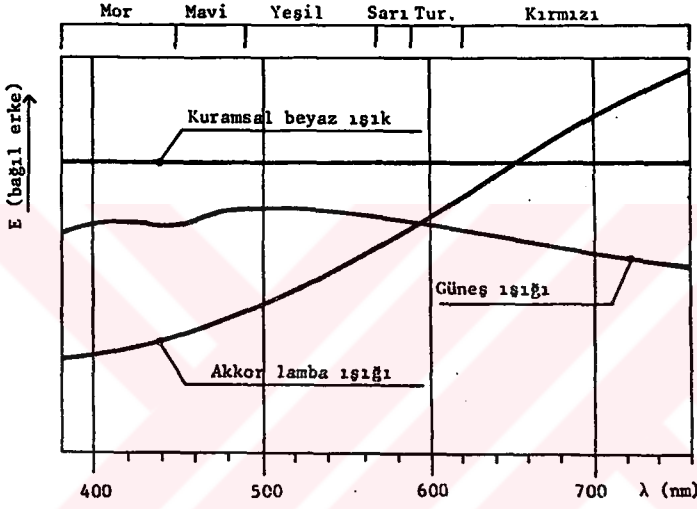
ŞEKİL 1- Işık Tayfı

Birçok tekrenkli ışımandan oluşmuş ışıma ise "karmaşık ışıma" adı verilmektedir(13,14). Doğal ya da yapay ışımların çoğu karmaşık ışımlardır. Örneğin, güneş, akkor lamba, flüorışıl lamba, mum ışımları karmaşık ışımlardır.

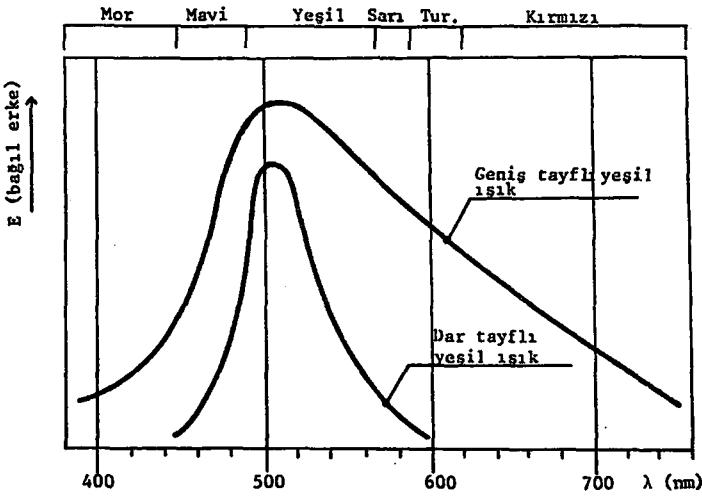
• Işığın Tayf Eğrisi

Bir ışığın tayf eğrisi (tayfsal dağılım eğrisi), dalga boyu ya da frekans fonksiyonunda ışıma büyüklüğünün tayfsal yoğunluğunu gösteren eğridir.

Işığın tayf eğrisi, x ekseninde dalga boyu (λ), y ekseninde ise bağıl er-
kenin (E) yer aldığı, bir grafik düzen aracılığı ile verilir (y eksenini,
gerektiği zaman, boyutlu olarak da kullanılabılır). Şekil 2'de, bir takım
ışıkların tayf eğrileri görülmektedir.



Şekil 2a



ŞEKİL 2b

• Beyaz Işık - Renkli Işık

Çoğunlukla, bütün tekrenkli ışıkların eşit oranlarda karışmasından oluşmuş bir karmaşık ışık beyaz görülür. Bileşiminde, bütün tekrenkli ışıkları eşit oranda içeren ışığa "kuramsal beyaz ışık" adı verilmektedir (bkz. Şekil 2a). Bu koşul büyük bir kesinlikle yerine getirilmemiş olsa bile, yani, bileşime giren tekrenkli ışıklar arasında küçük ayrımlar bulunsan bile, bunlardan oluşan ve kuramsal beyaz ışığa oldukça yakın bir rengi olan çok hafif renkli ışıklar da, insan gözünün belirli koşullar altında renksel uyma (renksel uyma için, I.3 bölüme bkz.) yapmaları sonucunda, beyaz görülebilir(15,16,17,18).

Işığın tayf eğrisi biçim bakımından, kuramsal beyaz ışığın tayf eğrisinden ya da başka bir değişle eşit erke eğrisinden (x eksenine koşut doğrudan) uzaklaştıkça, ışık beyazdan uzaklaşmakta ve renkli görülmektedir(*)).

- (*) Işığın, bütün tekrenkli ışıkların eşit erkeli karışımından oluşması, ışık renginin beyaz olmasının tek koşulu değildir. İster tekrenkli, ister dar ya da geniş tayflı olsun, tüm renkli ışıkların uygun oranlarda karışımının da beyaz ışık vereceği bilinmektedir. Yani, tüm renklere karışmış ve beyaz çevresinde belli bir denge kuran, sayısı ve tayfsal özellikleri değişik renkli ışıkların bileşimi de beyaz ışık verir (bu konuda daha ayrıntılı bilgi için 18 numaralı kaynağa bakınız).

Işık, ya kaynağın özelliğinden ötürü renkli olur, ya da, beyaz ışığın tayfsal bileşiminde değişiklik doğuran bir olay sonucu, örneğin, kimi dalga boylarındaki ışıkların ötekilerden daha büyük oranlarda yutulması sonucu, renklileşir.

Kaynak özelliğinden ötürü renkli olan ışıklara örnek olarak, akkor lamba ışığı ya da güneş ışığı verilebilir (Bkz. Şekil 2a).

I.2. RENKLİ VE RENKSİZ NESNELER -YÜZEYLER-

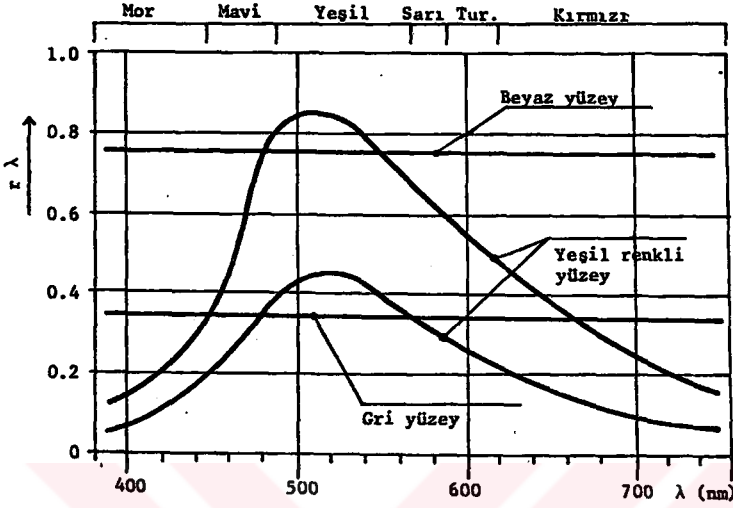
Tayfsal yansıtma çarpanı, dalga boyu ile değişen nesneler, renkli nesneler -yüzeyler- olarak adlandırılır(19,20). Bir yüzeyin renkli görünmesi,

o yüzeyi aydınlatan beyaz ışığın bileşimindeki bütün renkli ışıkların yüzeyden aynı oranda yansımamalarının sonucudur. Yani, yüzeyden yansıtılarak göze gelen ışığın bileşiminin, beyaz ışığınkinden değişik olması, yüzeyin renkli görünmesine yol açar. Örneğin, eğer bir yüzey yeşil görünüyorsa, bu, o yüzeyin yeşil ışıkları ötekilerden daha büyük oranda yansıtması, yeşilden uzak renkteki ışıkları daha büyük oranda yutması demektir. Böylece, yeşil yüzeyden göze gelen ışıktaki, yeşil ışıkların oranı daha büyük olur ve yüzey yeşil görünür. Renkli herhangi bir yüzey için de durum aynıdır.

Tayfsal yansıtma çarpanı, dalga boyuna göre değişmeyen nesneler, renksiz (gri) nesneler -yüzeyler- olarak adlandırılır(21,22). Renksiz yüzeyler, bu özelliklerinden ötürü, üzerlerine düşen ışığı, tayfsal bileşiminde bir değişiklik yapmadan -ışığın rengini değiştirmeden- yansıtırlar. Bu nedenle de gri, renksiz görünürler.

Bir yüzeyin tayfsal yansıtma çarpanları eğrisi, yüzeyin ışığı yansıtma çarpanlarının, dalga boyuna göre değişimini gösteren bir eğridir. Bu eğri, x ekseninde dalga boyları, y ekseninde yüzeyin dalga boyuna göre değişen yansıtma çarpanlarının yer aldığı bir grafik düzen aracılığı ile gösterilir.

Renkli yüzeylerin tayfsal yansıtma çarpanları eğrilerinin çok değişik biçimleri olmasına karşın, gri yüzeylerin tayfsal yansıtma çarpanları eğri-leri daima (x) eksenine koşut bir doğru biçimindedir. Ancak gri yüzeylerin, siyahtan beyaza kadar değişen, değişik bütün yansıtma çarpanı değerleri vardır. Bu duruma örnek olarak, renk türleri aynı fakat "bütün yansıtma çarpanları" birbirinden farklı renkli iki yüzeyin, aynı zamanda beyaz ve gri yüzeylerin tayfsal yansıtma çarpanları eğrileri, Şekil 3'de verilen grafik üzerinde gösterilmiştir.



ŞEKİL 3

Değişik yüzeylerin tayfasal yansıtma çarpanları eğrileri

• Görünen Renk - Öz Renk

Bir yüzeyi aydınlatan ışığın tayf eğrisi, o yüzeyin tayfasal yansıtma çarpanları eğrisi ile çarpıldığında(*), yüzeyden yansıyan ışığın tayf eğrisi elde edilir. Bu yüzeyden yansıyan ışığın tayf eğrisi ise, o yüzeyin "görünen renginin" eğrisidir(23). Bu tanımdan anlaşılacağı üzere, bir yüzeyin görünen rengi;

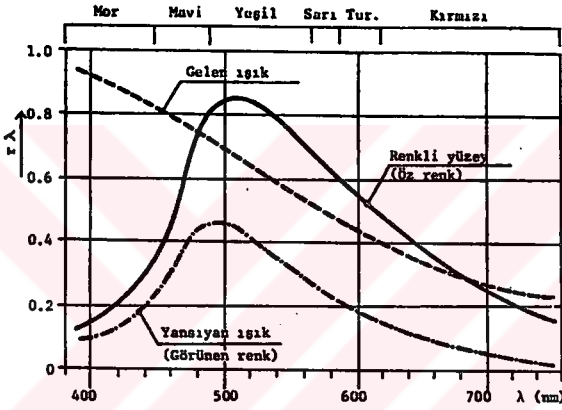
- . yüzeyin tayfasal yansıtma çarpanları eğrisi,
- . yüzeyi aydınlatan ışığın tayf eğrisi,

gibi iki ayrı etkene bağlıdır. Bu durumda, yüzeyi aydınlatan ışığın tayf eğrisi değiştikçe, aynı yüzey için değişik görünen renkler elde edileceği açıktır.

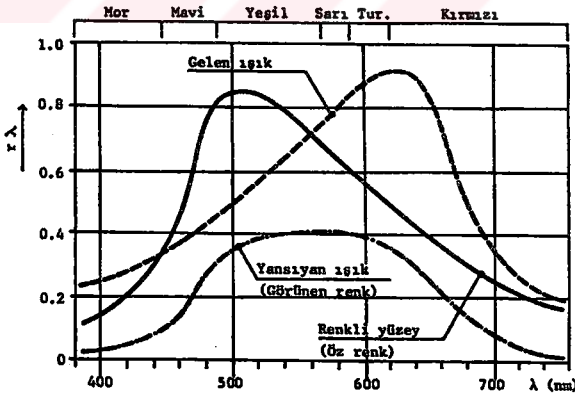
(*) İki eğrinin çarpımı, değişik x ve y değerleri ile tanımlanan iki ayrı eğrinin, aynı x değerine karşılık gelen, y değerlerinin, tek tek sayısal olarak çarpımıdır (bkz. Şekil 4).

Renkli bir yüzey, kuramsal beyaz ışıqla, yani bütün dalga boylarında eşit şiddetli olan (tayf eğrisi, x eksenine koşut bir doğru olan) bir ışıqla aydınlatıldığında, bu yüzeyden yansıyan ışığın tayf eğrisinin, yüzeyin tayfasal yansıtma çarpanları eğrisine benzer olacağı açıktır. Bu özel du-

rumda, yüzeyin görünen rengine "öz renk" denir(24). Görünen rengin olağan koşullarda, daima öz renkten farklı olacağı açıktır. Renkli yüzeyi aydınlatan ışığın tayf eğrisi, o yüzeyin tayfsal yansıtma çarpanları eğrisine göre o denli elverişsiz olabilir ki, bu ışık altında, yüzeyin görünen rengi öz renginden çok değişik olabilir (Bkz. Şekil 4). Özellikle, tayf eğrileri çizgisel olan ışıkların (yani, bir kaç tekrenkli ışıktan oluşmuş ışıkların) ya da çok dar tayflı ışıkların aydınlatıldığı yüzeylerde, görünen rengin öz renkten uzaklaşma olasılığı çok yüksektir.



ŞEKİL 4a



ŞEKİL 4b

(*) Bu bölümde, yüzeylerin yalnızca saydamsız olması durumu için geçerli olan bütün yansıtma çarpanı, tayfsal yansıtma çarpanları eğrisi gibi deyimler kullanılmıştır. Bilindiği gibi, herhangi bir yüzeye

gelen ışık, yansır yutulur ve geçer. Yansıma ve yutulma olayları, saydamsız ve saydam nesneler için, ölçek değişikliği ile aynı olaylardır. Bu nedenle, burada yapılan tüm açıklama ve örneklerin saydam nesneler için de geçerli olduğu, ancak, bütün yansıtma çarpanı yerine "bütün geçirme" çarpanı, tayfsal yansıtma çarpanları eğrisi yerine de "tayfsal geçirme çarpanları eğrisi" deyimlerinin kullanılması gerektiği bir kez daha anımsatılır).

• Renklerin Karışımı

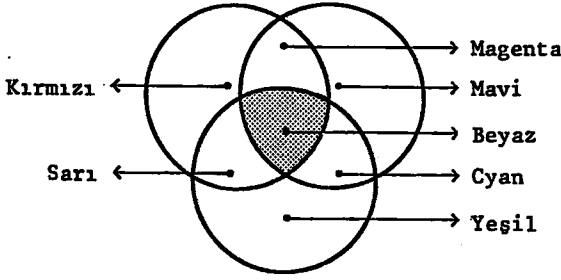
Renklerin karışımı, toplamsal bileşim ve çıkarımsal bileşim olmak üzere iki biçimde bilinmesine karşın, bu konu toplamsal bileşim olarak ele alınmalıdır.

Toplamsal bileşim, değişik renkli ışıkların toplama yasasına uygun olarak karışması biçiminde olur(25,26,27,28,29). Bu ışıklar ister ışık kaynaklarından gelsin, ister yansıyarak ya da geçerek renklenmiş olsun, bunların karışımı çeşitli kurallara konu olabilecek gerçek bir karışım, yani iki . (ya da daha fazla) şeyin A+B gibi toplamı olup,

$$V_o \cdot E_o = \sum_n V_n \cdot E_n \quad (1)$$

(Burada, V_o : belli bir renkli ışığın dalga boyu,
 E_o : belli bir renkli ışığın gücü (watt),
 V_n : değişik renkli ışığın dalga boyu,
 E_n : değişik renkli ışığın gücü (watt),
olarak kullanılmıştır).

biçiminde bir denklemle gösterilir(30,31,32,33). Toplama yasası, ağtabakanın ışığın değişik bileşenlerini toplama biçimi üzerine kurulmuş bir yasadır. Buna örnek olarak, eşit (uygun) oranlarda karıştırılmış kırmızı-mavi-yeşil ışıkların beyaz (renksiz); kırmızı-mavi, mavi-yeşil, yeşil-kırmızı ışıkların sırasıyla magenta, cyan, sarı rengi vereceği gösterilebilir. Ayrıca, yine uygun oranlarda karıştırılan sarı-mavi, cyan-kırmızı ve magenta-yeşil ışıklar, beyaz ışığı oluşturacaklardır (bkz. Şekil 5).

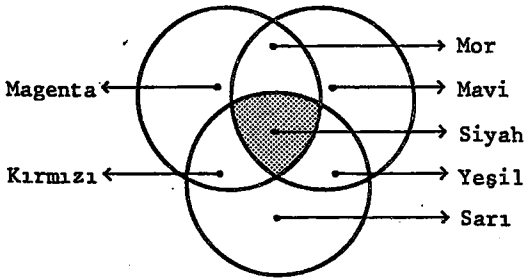


ŞEKİL 5

Renkli Işıkların Toplamsal Bileşimi

Değişik renkli özdeklerin (boyaların) karışımı, çıkarma yasasına uygun olarak, çıkarımsal bileşim biçiminde olur(34,35,36). Renkli iki ışığın karışımında $A+B$ gibi bir durum varken, renkli iki boyanın karışımında iki tür ışının değişik oranlarda yutulması söz konusudur. Yani, renkli iki boyanın karışımı, birinci boyanın yansıttığı (yutmadığı) ışıklardan ikinci boyanın yansıtmadığı (yuttuğu) ışıkların çıkarılması biçimindedir. Karışım boyadan yansıyan ışığın tayfsal bileşimi, renk bakımından bir toplamı değil bir çıkarımı gösterecektir. Bu çıkarımsal bileşim içinde kesin kurallar oluşturmak olanaklı değildir.

Boyaların bir çoğu aynı kimyasal özdeklerden oluştuğu için, genelde doğru görünen kimi çıkarımsal bileşim kuralları ortaya konulmuştur. Bu kurallara göre, kimi renkli boyaların uygun oranlarda karıştırılması durumunda ortaya çıkan renkler Şekil 6'da gösterilmiştir.



ŞEKİL 6

Boyaların Çıkarımsal Bileşimi

Ancak bu kuralların, büyük oranda rastlantı sonucu oluştuğu söylenebilir. Aşağıdaki örnek bunu daha açık bir biçimde ortaya koymaktadır. Kadmiyum sülfür (arabaların sis farlarında kullanılan sarı boya) mavi ve mor renkleri bütünüyle yuttuğu için sarı görünür. Kobalt oksit ise, sarı ve yeşil

li büyük oranlarda yuttuğundan mavi görünür. İki boyanın karışımı (yani çıkarımsal bileşimi) mor, mavi, yeşil ve sarıyı yutmuş olacağından yeşil değil kırmızı renkli olacaktır. Yani sarı ve mavi boyaların karışımı, alı-şıldığı gibi yeşil değil, kırmızı renkli olacaktır.

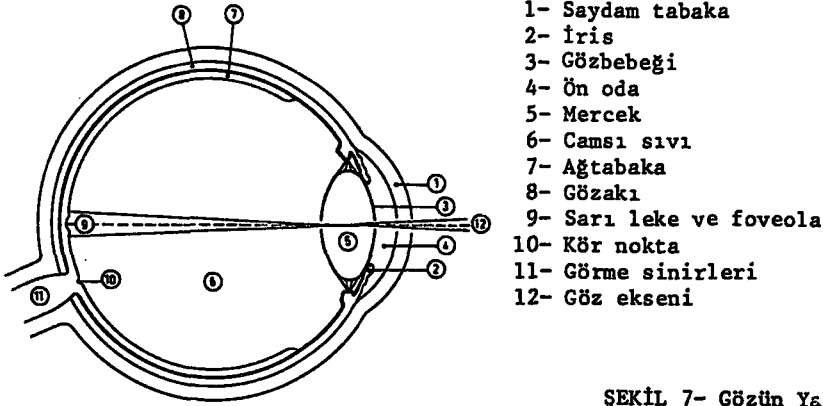
Özdeksel renklerin toplamsal bileşimi için, ayrı renkli yüzeylerden gelen ışıkların karışması gereklidir. Bu nedenle, yakından çok güzel görünen mavi ve sarı benekli bir yüzeyin, toplama yasası nedeniyle uzaktan yeşil değil de, gri görünmesi doğaldır.

Bir yüzeyin görünen renginin, değişik renkli ışıklar altında birbirinden farklı renklerde görünmesi de çıkarımsal bileşime örnek oluşturur. Çünkü, yüzeye gelen ışığın tayfındaki renkler, yüzeyin tayfsal yansıtma çarpanları eğrisine uygun olarak belli oranlarda yutulmakta ya da yansımaktadır.

1.3. GÖZ, GÖRME VE RENK GÖRME OLAYI

Bilindiği gibi, görme organımızın bir parçası olan göz aracılığı ile çevremizdeki nesneleri ve renkleri görürüz. Gözün nesneleri görme süreci, bir fotoğraf makinasının çalışmasına benzer ve optik yasalara dayanır.

Bir nesneden gelen ışın demeti gözün saydam tabakasından, ön odadan, mercekten, camsı sıvıdan geçerek, göz küresinin gerisindeki ağtabakaya erişir. Gözün yatay bir kesiti Şekil 7'de verilmiştir. Ağtabaka üzerinde yer alan ışığa duyarlı çeşitli elemanlar, yani koniler ve sopacıklar, gelen ışık erkesini görme sinirleri aracılığı ile beyne iletmeye uygun bir biçime dönüştürürler. Görme sinirleri ile beyne taşınan bu dürtüler sonucunda, biz nesneyi görürüz.



ŞEKİL 7- Gözün Yatay Kesiti

Çeşitli uzaklığa odağı ayarlama işlemi, göz merceğinin biçim değiştirmesi ile sağlanır. Göze düşen ışık niceliği, daire biçimindeki irisin açılıp kapanması, yani gözbebeği çapının büyüüp küçülmesi ile ayarlanır.

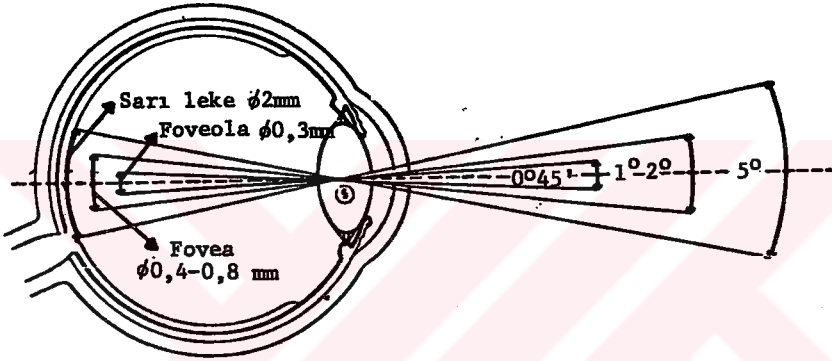
Ağtabakada yer alan ve ışığa duyarlı olan koni ve sopalıkların, adlarından da anlaşılacağı gibi, biçimleri farklıdır. Ama, daha da önemli olan onların farklı işlevleridir (Bu işlevler, R.Ünver'in "parıltı ve ışıklılık terimlerinde tarihsel gelişme ve bugünkü tanımlar" adlı yayınında (sayfa 1-5) ayrıntılı bir biçimde anlatılmıştır). Bunlar aşağıdaki gibi özetlenebilir:

a) Aydınlik düzeyi düşükken (ayışığı gibi), bir başka deyişle 10^{-5} -0.5 asb ışıklılık düzeyleri arasında, yalnız sopalıklar çalışır. Sopalıklar aracılığı ile görmeye "gece görmesi" adı verilir.

Aydınlik düzeyi orta ve yüksekken, bir başka deyişle 10-10 000 asb ışıklılık düzeyleri arasında, yalnız koniler çalışır. Koniler aracılığı ile görmeye "gündüz görmesi" adı verilir.

b) Işığa duyarlı bu iki organın ağtabaka üzerindeki yerleri ayrıdır. En net ve ayrıntılı görme bölgesi olan Fovea'da, hemen hemen yalnız koniler bulunur. Fovea'da uzaklaştıkça, sarı leke içindeki konilerin sayı-

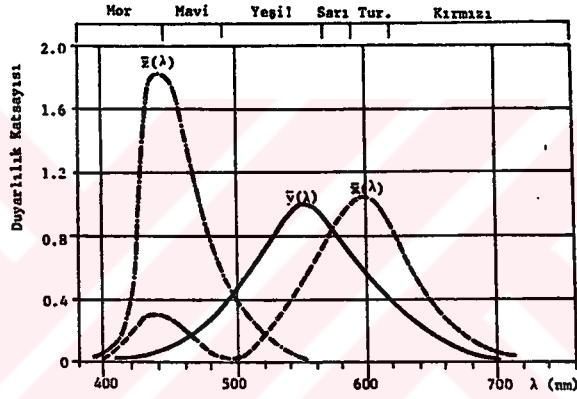
şı yavaş yavaş azalırken, sopacıkların sayısı artar. Sarı Leke'nin dışında yer alan Çevre Alan'da ise koniler çok az sayıda olup, sopacıklar çoğunluktadır. Bu nedenle, gün ışığında herhangi bir ayrıntıyı görmek istediğimizde, görüntünün fovea üzerine, ayışığında herhangi bir ayrıntıyı görmek istediğimizde ise görüntünün fovea dışına düşmesini sağlamak gereklidir (Her bölgenin görme açıları Şekil 8'de verilmiştir).



ŞEKİL 8- Ağtabakada yer alan bölümler ve bunların görüş açıları

- c) Fovea'daki tüm konilerin her biri ayrı bir sinir lifi aracılığı ile görme merkezine bağlanırken, fovea dışında bir kaç sopacık ya da koni aynı sinir lifi ile görme merkezine bağlıdır. Bu nedenle, fovea üzerine gelen her görüntü net bir biçimde algılanırken, görüntünün foveadan uzaklaşması ile, netliği de azalır.
- d) Çeşitli renkleri koniler aracılığı ile görebilmemize karşın, sopacıklar çeşitli renkleri ayırt etmemize olanak tanımazlar. Yani, sopacıkların duyarlılığı, gelen ışığın dalga boyu ile değişmez, yolladıkları uyarımlar yalnız ışığın azlığı ya da çokluğu ile orantılıdır. Buna karşılık, konilerin ışığa duyarlılığı, gelen ışığın dalga boyuna göre değişir ve böylece renkler görülür. Bir başka deyişle, belirli bir koni, gözbebeğinden giren ışık akısı nicelik bakımından değişmese bile, dalga boyu değiştikçe değişen uyarımlar yollar. Çünkü yolladığı uyarımlar, duyarlılığı ile orantılıdır ve duyarlılığı da gelen ışığın dalga boyuna göre değişmektedir.

Değişik renkleri görmemizi sağlayan koniler, gelen ışığın dalga boyuna göre duyarlıklarının değişmesi açısından üçe ayrılırlar. Bu üç tür koniye "x alıcıları, y alıcıları, z alıcıları" ya da kısaca sırasıyla "kırmızı, yeşil, mavi alıcılar" da denilmektedir. Bu üç alıcının gelen ışığın dalga boyuna göre etkilenme oranları ölçülmüş, ve y alıcısının en çok etkilenme değeri (1) alınarak saptanan değerlere "CIE'nin tayfsal üçrenksel bileşenleri" adı verilmiştir(14). Şekil 9'da, üç alıcının duyarlılık eğrileri gösterilmiştir.



ŞEKİL 9- CIE'nin tayfsal üçrenksel bileşenleri. Bileşenler üzerlerine çizgi çekilmiş x, y, z harfleri ile gösterilir ve yanlarına dalga boyu fonksiyonunda olduklarını belirtmek için (λ) simgesi konulur.

• Gözün Uyması

Yaşayan organizmaların ortam değişikliklerine alışma özelliklerine bilimsel dilde "uyma (adaptasyon)" adı verilir. Gözün ise,

- . ışıklılık uyması,
- . renksel uyma,

olmak üzere iki tür uyması söz konusudur (Bu konuda 37, 38, 39, 40, 41 numaralı kaynaklara bakınız).

En çok bilinen ışıklılık uyması, karanlığa alışma, karanlıkta görmeye başlama, ya da karanlıktan aydınlığa çıkıldığında, kamaşmanın geçmesi ve aydınlığa alışma biçiminde bilinir.

Gözün uyabildiği aydınlıklar, 0.1 den 100000 lm/m^2 ye kadar değişir. Görme alanı içindeki nesnelerin yansıtma çarpanlarının hiç değişmemesi durumunda bile, bu, ışıklılık bakımından milyon kat bir değişme demektir. Gözbebeği açıklığı ortalama 16 kat değişerek (Gözbebeği çapı 2 mm'den 8 mm'ye değişir. Bu durumda alan oranı 1/16 gibidir.), içeriye giren ışığı 16 kat değiştirebilir. Bunun ötesindeki uyma ağtabakadaki alıcıların duyarlılıklarını değiştirmesi ile olur.

Gözün renksel uyması ise, ağtabakada yer alan alıcıların dalga boyuna duyarlılıklarını değiştirmesi ile olur. Bu bir bakıma, "renklere alışma" biçiminde de düşünülebilir, ve görünen renksel doymuşluğa (tüm duyulama içindeki arı tayfsal (tekrenkli) renk oranını değerlendirmeyi sağlayan duyulama vergisi, 42,43), duyarlılığın azalması gibi belirir. Örneğin, beyaz ışıkla aydınlatılan bir hacim, aniden pembe bir ışıkla aydınlatıldığında, ilk anda pembe görünen nesneler zamanla daha az pembe, hatta ışık çok pembe değilse beyaza yakınsa, zamanla eskisi gibi beyaz ışıkla aydınlanıyormuş gibi görünmeye başlar. Buna benzer bir durum, gün ışığı ve akkor lamba ışığı ile aydınlatılmış hacimlerde de izlenebilir. Yani, gün ışığı altında hazırlanmış renkli nesnelerden oluşan bir düzen, akkor lamba ile aydınlatılmış bir hacime götürüldüğünde, nesne renklerinde, öncekine oranla belirgin bir ayırım olduğu fark edilir. Maviler koyulaşır ve doymuşlukları azalır, yeşil, sarı ve morlar kırmızılaşır. Bu durum, akkor lamba ışığı tayfında mavi ve mor renkli ışıkların, ötekilere göre daha az oranda bulunmasından kaynaklanır (Bkz. Şekil 2a). Ancak, akkor lamba ışığı ile aydınlatılmış hacime girdikten yaklaşık beş dakika sonra, göz, ışık kaynağının uzun dalga boylu ışınlımlarına duyarlılığını azalttığından, nesnelerin büyük bir bölümü gün ışığı altında gördükleri renklerde algılanacaklardır. Böylece mavi renkli nesneler, kırmızı-sarı akkor lamba aydınlığına uyma süresi sırasında, gün ışığı altında gördükleri renklere özellikle doymuşluklara döneceklerdir.

Renkssel uyma, iki gözde birden, bir tek gözde, ve bir gözün —ya da iki gözün— ağıtabakasının bir bölümünde olabilir.

Buraya kadar olan bölümlerde, görsel algılamanın üç ögesi olan, ışık, yüzeyler ve görme organı olan gözün çalışma biçimi kısaca anlatılmıştır. Bu açıklamalardan da anlaşılacağı gibi, ışık ve bu ışığın oluşturduğu aydınlık olmadan, görme organı olan göz çalışmaz ve buna bağılı olarak da nesneler algılanamaz. Yani, insanlar aydınlıkta, aydınlık elverdiğince, aydınlığın niceliğine ve niteliğine bağılı olarak çevrelerini görürler. Bu nedenle, aşağıdaki bölümde, kapalı bir mekanda ışığın oluşturduğu aydınlığın özellikleri daha ayrıntılı bir biçimde ele alınarak incelenmiştir.



II. KAPALI BİR MEKANDA IŞIĞIN OLUŞTURDUĞU AYDINLIK

Kapalı bir mekanda yer alan bir ışık kaynağından çıkan ışıkların oluşturduğu aydınlığın,

- nicelik,
- nitelik,

olmak üzere iki ayrı özelliği —boyutu— vardır. Söz konusu boyutlar, aşağıdaki bölümlerde ayrı ayrı ele alınarak kısaca incelenecektir.

II.1. AYDINLIĞIN NİCELİĞİ

Aydınlığın niceliği, yani aydınlığın azlığı çokluğu "aydınlık düzeyi" deyişi ile anlatılır. Aydınlik düzeyine kimi zaman kısaca "aydınlık" da denilmekte olup, CIE (Uluslararası Aydınlatma Komisyonu) tarafından aşağıdaki gibi tanımlanmaktadır:

"Aydınlık (ışık sal aydınlık): yüzeyin, bir noktasını çevreleyen sonsuz küçük bir parçacığının aldığı ışık akısının, bu yüzey parçacığı alanına bölümüdür.

Sonsuz küçük olmayan bir yüzey parçacığı için, "ortalama aydınlık" tan söz edilebilir. Ortalama aydınlık, bir yüzey parçasının aldığı ışık akısının, o yüzey alanına bölümüdür(44,45).

Birimi : Lüks (lx), lümen bölü metrekaare (lm/m²),

Simgesi: E_v , E olup, aşağıdaki eşitlikler aracılığı ile hesaplanır;

$$E_v = d\Phi_v / dA \quad (2)$$

$$E = d\Phi / dA \quad (3)$$

Burada ; E_v : Işıksal aydınlık,

E : Genelde aydınlık,

Φ_v : Işık akısı,

Φ : Akı (genelde),

A : Yüzey parçacığının alanı (m²), olarak kullanılmaktadır."

Herhangi bir ışık kaynağı ile aydınlatılan kapalı bir mekanın, sonsuz olmayan bir yüzey parçacığına düşen ışık akısı, o yüzeyin alanına bölündüğünde elde edilen aydınlık düzeyi, ortalama aydınlık düzeyi olur. Çünkü böyle bir yüzeyin her bölümüne eşit ışık akısı düşmesi, yapıların içinde çok seyrek olarak rastlanan bir durumdur. Işık pencereden de girse, bir lambadan da gelse, bir masa yüzeyinde ya da döşemede değişik aydınlık düzeyleri oluşturacaktır. Bu nedenle, belli bir yüzeye düşen ışık akısının, o yüzey alanına bölümü sonunda elde edilen değer, bir ortalama olur. Ortalama aydınlık düzeyinin simgesi E_{ort} olup, yukarıdaki 3 numaralı eşitliğe göre hesaplanır.

Aydınlık düzeyi hesapları, genellikle, ortalama aydınlık düzeyini saptamak amacıyla yapılırsa da, kimi zaman belli bir noktadaki aydınlık düzeyinin de belirlenmesi gerektiği durumlar olabilir. Ancak, bu çalışmanın kapsamı içinde, ortalama aydınlık düzeyinin belirlenmesi yeterli olmaktadır. Bu nedenle, bundan sonraki bölümlerde, kısaltma amacıyla "ortalama aydınlık düzeyi" deyimi yerine, kimi zaman "aydınlık düzeyi" deyimi, kimi zaman da yalnızca "aydınlık" deyimi kullanılacaktır.

II.1.1. AYDINLIK DÜZEYİ BİLEŞENLERİ

Kapalı bir hacimde yer alan, belli büyüklükteki bir yüzey üzerindeki aydınlık düzeyini belirleyen ışık akısı,

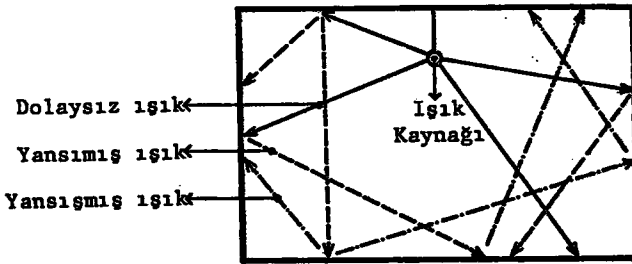
- ışık kaynağından çıkarak doğrudan doğruya yüzeye gelen, kısaca "dolaysız ışık akısı",
- ışık kaynağından çıkarak doğrudan doğruya hacim içindeki yüzeye gelen dolaysız ışığın yzeyeleden yansıması ile oluşan yansımış ışık akısının, yzeyeleler arasında ard arda yansıması sonucunda ortaya çıkan "yansımış ışık akısı"

olmak üzere iki bileşenin toplamından oluşur. Buna bağlı olarak, kapalı bir hacimde yer alan belli bir büyüklükteki bir yüzey üzerindeki aydınlık düzeyinin de ($E_{top.}$),

1. ışık kaynağından çıkarak, doğrudan doğruya yüzeye gelen dolaysız ışık akısının oluşturduğu aydınlık (E_d),
2. ışık kaynağından çıkan ışık akısının i yzeyelelerden yansıyan bölümü ve bunun hacim içindeki yzeyelelerde ard arda yansıması ile ortaya çıkan, yansımış ışık akısının oluşturduğu aydınlık (E_y),

gibi iki bileşenden oluşacağı açıktır (Bkz. şekil 10). Bu durum, aşağıdaki gibi bir eşitlikle gösterilebilir.

$$E_{top.} = E_d + E_y \quad (4)$$



şEKİL 10

Öte yandan, herhangi bir yüzeyin, kendi yansıtma arpanına (r) bağlı olarak, üzerine gelen ışık akısını yansıtacağı bilinmektedir. Daha açık bir deyişle, yüzeyin yansıtma çarpanı yüksekse daha çok ışık, yansıtma çarpanı alksa daha az ışık yansıtacaktır. Bunun doğal sonucu olarak, kapalı

bir hacimde yer alan belli bir büyüklükteki yüzeyin, yansıtma çarpanının yüksek olması durumunda, yansıma sonunda oluşturacağı ışık akısı, yansıtma çarpanının alçak olması durumunda oluşturacağı yansımış ışık akısından daha çok olacaktır. Yani, yansıtma çarpanı yüksek olan yüzeyin, toplam aydınlığa katkısı daha fazladır.

II.2. AYDINLIĞIN NİTELİĞİ

Aydınlığın niteliği ile ilgili belirlemeler,

- . aydınlığı oluşturan ışığın rengi (tayfsal yapısı),
- . aydınlığı oluşturan ışık akısının doğrultusal yapısı,
- . aydınlıkta oluşan gölgelerin niteliği (gölge niteliği),
- . aydınlık düzeyinin dağılım özellikleri (aydınlık değişimleri),

olmak üzere dört bölümde toplanarak incelenebilir(46). Ancak konu gereği bu bölümde, yalnızca, aydınlığı oluşturan ışığın rengi —ışığın tayfsal yapısı— ele alınarak incelenecektir.

II.2.1. AYDINLIĞI OLUŞTURAN IŞIĞIN RENGİ (TAYFSAL YAPISI)

Işık rengi, ya genelde sıcak-soğuk diye, ya da Kelvin derecesi (K) ile renk sıcaklığı (T_c) verilerek daha kesin bir biçimde belirlenir. Işık renginden söz edilirken, normal aydınlatma amacı ile kullanılan ışık kaynaklarının ışıklarının rengi söz konusu olduğundan, sıcak ışık, soğuk ışık deyimleri, doğrudan doğruya renklerle ilgili deyimlerle belli bir ayırım gösterir. Akkor lambaların pembemsi sarı ışığına ve rengi buna benzeyen ışıklar "sıcak renkli ışık", kapalı havada gün ışığına ya da rengi buna benzeyen beyaz ışıklar da "soğuk renkli ışık" olarak adlandırılırlar.

Bu açıklamalardan da anlaşıldığı gibi, bir ışık kaynağının ışığının renginin sıcak ya da soğuk olarak nitelendirilmesi, doğrudan doğruya ışığın tayf eğrisinde yer alan renkli ışıklara bağlıdır. Tayfında, sıcak renkli

olarak adlandırılan, kırmızı, turuncu, sarı gibi (dalga boyları 570-760 nm arası) ışıkları ötekilere oranla daha fazla bulunduran ışıklar "sıcak renkli ışık" olarak adlandırılır. Tersine, tayfında soğuk renkli olarak adlandırılan mavi, yeşil gibi (dalga boyları 450-570 nm arası) ışıkları ötekilere oranla daha çok bulunduran ışıklar ise, "soğuk renkli ışık" olarak tanımlanırlar(47).

Işığın renginin, ya da ışığın tayfsal yapısının, aydınlık düzeyini etkilemeyeceği, yani belli bir aydınlık düzeyinin herhangi bir renkteki (sıcak ya da soğuk) ışıkla elde edilebileceği açıktır. Bir başka deyişle, ışığın renginin -tayfsal yapısının- doğrudan doğruya aydınlığın niteliği ile ilgili olduğu çok açık bir gerçektir. Bununla birlikte, aydınlığın iki boyutu olan niceliği ve niteliği, birbirinden soyutlanarak, tek tek ele alınamaz. Çünkü, I.1. bölümde belirtildiği gibi, ışık, ya kaynağın özelliğinden ötürü renkli olur, ya da, beyaz ışığın tayfsal bileşiminde değişiklik doğuran bir olay sonucu; örneğin, kimi dalga boylarındaki ışınların ötekilerden daha büyük oranlarda yutulması sonucunda renklileşir. Ve, II.1.1. bölümde değinildiği gibi, kapalı bir hacimde yer alan belli bir büyüklükteki bir yüzey üzerindeki aydınlık, dolaysız ve yansımış ışığın toplamı ile oluşur.

Bu iki durum birleştirildiğinde, kapalı bir hacimde yer alan belli büyüklükteki bir yüzey üzerinde aydınlığı oluşturan dolaysız ve yansımış ışığın renklerinin, ve bu renkli ışıkların, yüzey renginde ne gibi bir değişiklik yapacağının, yani renksel etkilerinin ne olacağının incelenmesi gerektiği ortaya çıkar. Nitekim aşağıdaki bölümde, bu konu ele alınarak incelenmiştir.

III. KAPALI BİR MEKANDA- AYDINLIĞI OLUŞTURAN IŞIĞIN RENGİ VE BU RENKLİ IŞIĞIN İÇ YÜZEYLERDEKİ RENKSEL ETKİSİ

Bu bölümde, kapalı bir mekanda, aydınlığı oluşturan ışığın rengi ve bu renkli ışığın, iç yüzeylerdeki renksel etkisinin ne olacağı konusu,

- iç yüzeylerin tümünün renksiz,
- iç yüzeylerin renkli,

olması durumlarına göre, yüzey üzerine gelen toplam ışığın bileşenleri olan, dolaysız ve yansımış ışık için ayrı ayrı ele alınarak incelenecektir.

III.1. İÇ YÜZEYLERİN TÜMÜNÜN RENKSİZ OLMASI DURUMUNDA, DOLAYSIZ VE YANSIMIS IŞIĞIN YÜZEYLERDEKİ RENKSEL ETKİSİ

a) Dolaysız Işık

Kapalı bir mekanda yer alan renksiz bir yüzey üzerindeki aydınlığı oluşturan toplam ışığın bir bileşeni olan dolaysız ışık, yani ışık kaynağından çıkarak doğrudan doğruya yüzeye gelen ışık, ışık kaynağının tayf eğrisine bağlı olarak, iç yüzeylerde bir renk dönmesine(*), daha doğrusu yüzeylerin renkli görünmesine yol açacaktır.

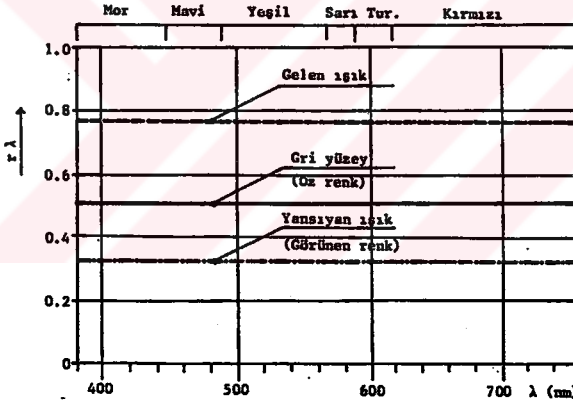
(*) Renk dönmesi: Yüzeyi aydınlatan ışık kaynağının tayfsal özelliklerine bağlı olarak, yüzeyin renk türünde görülen değişme(48,49).

Renk türü: Mavi, yeşil sarı v.b. ile belirtilen görsel duyulanma vergisi (bu vergi, renkölçümsel bir büyüklük olan "baskın dalga

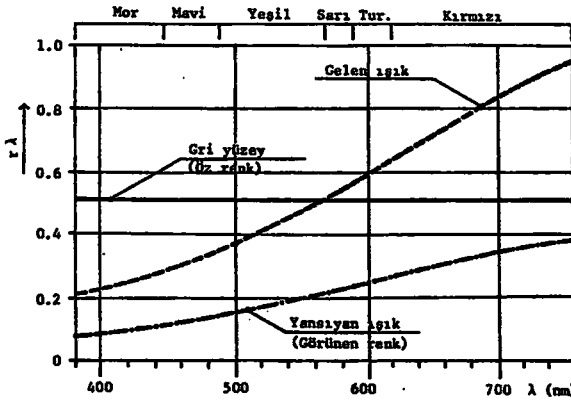
boyu"nun (yaklaşık) ruhduyumsal (psikosansoriyel) karşılığıdır).

Renk dönmesi deyimi, yukarıda belirtildiği gibi, renk türünde görülen değişikliğin yanısıra, rengin doymuşluğundaki, ve hatta değerindeki değişikliği de kapsar.

Işık kaynağının, kuramsal beyaz ışık kaynağı olması dışında, bu durum her zaman vardır. Çünkü, renksiz yüzeylerin tayfsal yansıtma çarpanları eğri-leri, dalga boyuna göre değişim göstermez, ve bu yüzeyler üzerine gelen ışığı, tayfsal bileşiminde herhangi bir değişiklik yapmadan yansıtırlar (Bkz. Şekil 11a). Renksiz yüzeye gelen ışığın tayfının, kuramsal beyaz ışığından farklı olması durumunda ise, yüzeyden yansıyan ışığın tayfı, gelen ışığın tayfına benzer olacaktır. Bunun sonucunda da, yüzey belli bir renkte görülecek, yani yüzeyin belli bir görünen rengi olacaktır (Bkz. Şekil 11b).



ŞEKİL 11a



ŞEKİL 11b

Gerek doğadaki, gerekse yapma ışık kaynaklarının hemen hemen hiçbiri kuramsal beyaz ışık yayımlayacak özellikte değildir. Ancak, kimi ışık kaynaklarının ışık rengi beyaza yakındır, ve bu rengin gözün renksel uyma sınırları içinde kalması nedeniyle, ışık rengi beyaz gibi görünebilir. Yüzeyi aydınlatan ışığın, gün ışığı ya da alışılmış yapma ışık kaynakları olması durumunda, bunların ışık renginin beyaza yakın olması ve gözün bu ışık rengine "renksel uyma(*)" yapması nedeniyle, yüzeyin görünen rengi, öz rengi gibi algılanacaktır.

(*) 1.3. bölümde anlatılan "gözün renksel uyması" konusuna, ve bu konuya ilişkin olarak verilen örneklere bakınız.

Yüzeyi aydınlatan ışığın kuramsal beyaz ışık olması durumunda ise, renksiz yüzeyden yansıyan ışığın tayfı, gelen ışığın tayfına benzer olacaktır, yüzey yine renksiz görünecektir (Bkz. Şekil 11a). Yani, dolaysız ışık, renksiz yüzeyde kesinlikle herhangi bir renksel etki yapmayacaktır, ancak bunun özel bir durum olduğu bir kez daha anımsatılır.

Özetle, ışık kaynağı olarak, normal aydınlatmada kullanılan lambaların ya da gün ışığının kullanılması durumunda, dolaysız ışığın, renksiz yüzeylerde yapacağı renksel etkinin algılanmaması nedeniyle, renk dönmesi ne yol açmayacağı ortaya çıkar.

b) Yansımış Işık

Işık kaynağından çıkarak renksiz yüzeye gelen dolaysız ışığın, yüzeyden yansımaları ile oluşan yansımış ışığın, daha sonra, iç yüzeyler arasında ard arda yansımaları sonucu oluşturacağı yansımış ışığın renginin, ışık kaynağı rengi ile benzer olacağı yukarıda açıkça belirtilmiştir. Bu nedenle de, ışık kaynağından gelen dolaysız ışığı yansıtarak ikincil kaynak durumuna geçen renksiz yüzeyden yansıyan ışık, ışık kaynağından gelen ışığın tayfındadır. Bunun doğal sonucu olarak, renksiz yüzeyden yansıyan ışığın, hacimde yer alan öteki renksiz yüzeyler üzerinde herhangi bir renksel etki yapması söz konusu olamaz. Böyle bir durumda da, kapalı bir hacimde yer alan belli bir büyüklükteki renksiz yüzey üzerindeki aydınlığı oluşturan

toplam ışığın bir bileşeni olan yansımış ışığın, yüzey üzerinde herhangi bir renksel etki yapmayacağı açıkça ortaya çıkar.

Yukarıdaki açıklamalardan, ışık kaynağının normal aydınlatmada kullanılan ışık kaynakları (beyaz sayılabilecek ışık kaynakları) ve iç yüzeylerin renksiz olması durumunda, dolaysız ya da yansımış ışığın, iç yüzeylerde herhangi bir renksel etkiye yol açmayacağı anlaşılmaktadır.

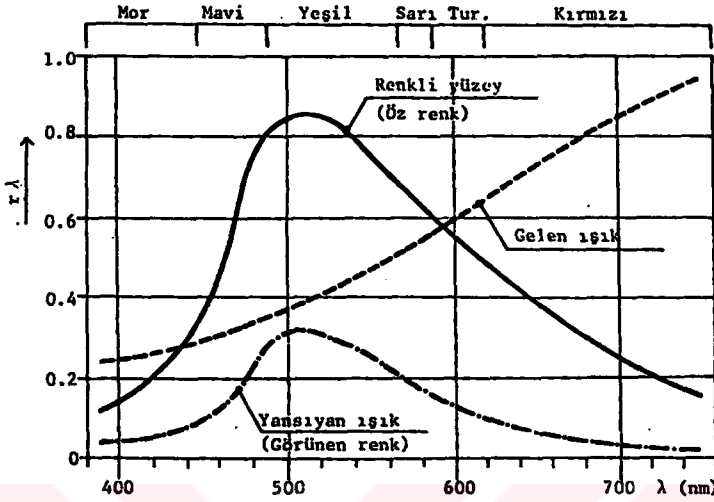
Ancak, ışık kaynaklarının renkli olması, ya da beyaz ışık kaynağından gelen renksiz ışığın iç yüzeylerde yer alan renkli bir yüzeyden yansıyarak renklenmesi durumunda, dolaysız ya da yansımış ışığın, renksiz yüzey üzerinde renksel etki yapacağı, yani renksiz yüzeyin görünen renginin değişeceği açıktır.

III.2. İÇ YÜZEYLERİN RENKLİ OLMASI DURUMUNDA DOLAYSIZ VE YANSIMIS IŞIĞIN YÜZEYLERDEKİ RENKSEL ETKİSİ

a) Dolaysız Işık

Kapalı bir mekanda yer alan renkli bir yüzey üzerindeki aydınlığı oluşturan toplam ışığın bir bileşeni olan dolaysız ışık, yani ışık kaynağından çıkarak doğrudan doğruya yüzeye gelen ışık, ışık kaynağının tayf eğrisine bağlı olarak, iç yüzeylerde belirli bir renk dövmesine yol açacaktır.

Işık kaynağının, kuramsal beyaz ışık kaynağı olması dışında bu durum her zaman vardır, ve yüzeyin görünen rengi, öz renginden farklı olacaktır. Çünkü, renkli yüzeylerin tayfsal yansıtma çarpanları eğrileri dalga boyuna göre değişim gösterirler, ve buna bağlı olarak da üzerlerine gelen ışığı, tayfsal bileşiminde değişiklik yaparak yansıtırlar (Bkz. Şekil 12).



ŞEKİL 12

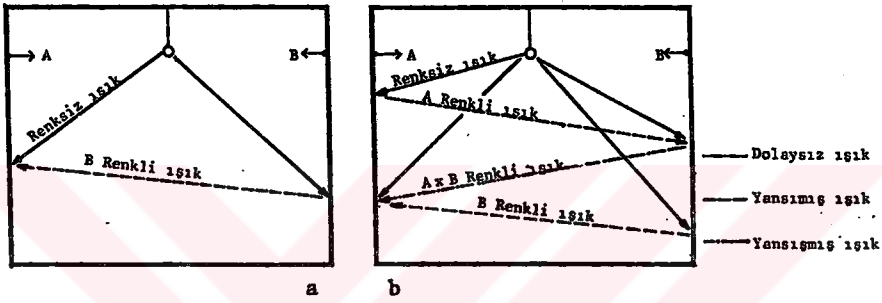
III.1. a. bölümünde değinildiği gibi, yüzeyi aydınlatan ışığın gerek gün ışığı, gerekse alışılmış yapma ışık kaynakları olması durumunda, ışık kaynaklarının renklerinin beyaza yakın olması ve bu renklerin gözün renksel uyma sınırları içinde kalması nedeniyle, ışık beyaz renkli olarak görünebilir. Bunun sonucu olarak, bu tür ışık kaynakları ile aydınlatılan renkli yüzeylerdeki renk dönmesi, gözün aydınlığın rengine uyma yapması nedeniyle, algılanmayacaktır.

Yukarıdaki açıklamalardan, kapalı bir mekanda, ışık kaynağı olarak normal aydınlatmada kullanılan lambaların, ya da gün ışığının kullanılması durumunda, dolaysız ışığın, renkli yüzeyler üzerinde yapacağı renk dönmelerinin algılanmaması, ya da daha açık bir deyişle, görünen rengin, öz renkmiş gibi algılanması nedeniyle, herhangi bir renksel etkiye yol açmadığı ortaya çıkar.

b) Yansıtmış Işık

Işık kaynağından renkli bir yüzeye gelen dolaysız ışığın, yüzeyde renk dönmelerine yol açmayacağı yukarıda açıklanmıştır. Fakat, dolaysız ışıkla aydınlanmış renkli bir yüzeyden yansıyan ışık, yüzeyin kendi tayfsal yansıtma çarpanları eğrisine uygun bir biçimde renklenerek yansıyacaktır.

Yani yüzeyden yansıyan ışık, artık renkli bir ışıktır. Bu durumda yüzey, belirli bir tayfta renkli ışık yayımlayan ikincil ışık kaynağı biçimine dönüşmüştür. Renkli yüzeyden yansıyan ışığın (yansımış ışığın), hacmin iç yüzeyleri arasında, ard arda yansiyarak oluşturduğu, yansımış ışık, artık gözün renksel uyma yapamadığı, renkli bir ışıktır. Renklenmiş olan bu yansımış ışığın yüzeylerde renksel etki yaparak, renk dönmelerine yol açacağı açıktır.



ŞEKİL 13

Daha açık bir anlatımla, Şekil 13 de görüldüğü gibi, ışık kaynağından gelen dolaysız ışıkla aydınlanan A ve B yüzeylerinin görünen renkleri öz renkleri ile aynıdır. Bu durumda;

- 1- A yüzeyi, B yüzeyinden yansıyan "B rengindeki" yansımış ışık ve ışık kaynağından gelen "dolaysız" ışıkla aydınlanacaktır (Bkz. Şekil 13a).
- 2- A yüzeyinden yansıyan, "A rengindeki" yansımış ışık, iç mekanda yer alan B yüzeyinin görünen renginin değişmesine yol açacak, yani B yüzeyinde renk dönmeleri olacaktır.
- 3- B yüzeyi, yeni durumuna uygun bir tayftaki renkli ışığı yansıtan bir ikincil kaynak olacağından, A yüzeyine yeni görünen rengindeki ışığı (AxB renkli ışığı) yansıtacaktır. Bu aşamada, A yüzeyi, dolaysız ışık, B renkli ışık ve "(AxB)" renkli yansımış ışıkla aydınlanacaktır (Bkz. Şekil 13b).

Hacimdeki yansıma olayı, sıra ile A ve B yüzeyleri arasında ard arda sürüp gidecek, ve bu nedenle de yüzey renklerinde belirli bir değişim olacaktır.

Yukarıda A yüzeyi için açıklanan bu renk etkileşimi olayının, B yüzeyi ve hacimde yer alan tüm yüzeyler için benzer biçimde gelişeceği açıktır. Renkli bir yüzeyden yansıyan ışığın oranı ise, yüzeyin yansıtma çarpanına bağlı olarak her yansımada azalacak, ve bu yansıma olayı sonsuza dek sürecektir.

Hacimdeki yansıma olayı sırasında, yüzeylerden yansıyan ışıklar, çıkarımsal bileşim kurallarına (ışığın tayf eğrisi ile yüzeyin tayfsal yansıtma çarpanları eğrisinin çarpımına) göre renkleneceklerdir. İç yüzeylerin herhangi bir noktasına (ya da belirli bir yüzey parçasına) gelen ışık ise, ışık kaynağından çıkan ve renkli yüzeylerden yansıyan değişik renkli ışıkların, toplama yasasına uygun olarak karışması ile renklenecek ve bu renkli ışık iç yüzeylerde belirli bir renk dönmesine yol açacaktır.

Yukarıdaki açıklamalardan anlaşıldığı gibi, ışık kaynağı olarak normal aydınlatma amacıyla kullanılan beyaz ışık kaynaklarının seçilmesi durumunda, kapalı bir mekanda yer alan renkli yüzeyler üzerindeki aydınlığı oluşturan toplam ışığın bileşenleri olan,

- dolaysız ışık, iç yüzeylerin görünen renginde, herhangi bir değişiklik yapmaz,
- yansımış ışık ise, iç yüzeylerin görünen renginde değişiklik yaparak, renk dönmesine yol açar.

Bu durum, kapalı bir hacimde birbirini gören yüzeyler üzerinde yer alan renklerin etkileşiminin, büyük aydınlık ayrımları olmayan bir düzlem üzerinde, yan yana yer alan renklerin etkileşiminden, çok farklı bir olay olduğunu ortaya koyar. Bir başka deyişle, hacimde kullanılacak renklerin, bir düzlem üzerindeki görünen renkleri ile, hacim içindeki yansımadan sonraki görünen renkleri birbirinin aynı olmayacaktır. Bu nedenle, bir hacmin iç yüzeylerinde bir renk düzeni kurulurken, seçilen renklerde, yansıma olayı sonucunda ne gibi renksel değişimler olacağının, yani yüzeylerin görünen renklerinin ne olacağının önceden bilinmesi gerekli ve zorunludur (Nitekim, bu doktora çalışmasının önemli amaçlarından biri de budur). Bunun için de, yansımış ışığın, özelliklerinin, hangi değişken-

lere bağılı olduğunun, ve iç yüzeylerde yol açtığı renksel etkinin ne olacağıının incelemesi gerektiğinden, bundan sonraki bölümlerde bu konular ele alınacaktır. Ancak daha önce, bugüne dek bu konuda yapılan öteki araştırmalar ve sonuçları kısaca anlatılacaktır.

- (*) Hacim içinde renkli ve renksiz yüzeylerin birlikte yer alması durumunda, renksiz yüzeylerin, yansıma sırasında üzerlerine gelen renkli ışık nedeniyle renklenecekleri, ve buna bağılı olarak renkli yüzey gibi renkli ışık yansıtacakları anımsatılır.



IV. KAPALI BİR MEKANDA IŞIĞIN YANSIŞMASINDAN ÖTÜRÖ, İÇ YÜZEY RENKLERİNDE ORTAYA ÇIKAN RENK DÖNMELERİ KONUSUNDA YAPILAN ARAŞTIRMALAR

Büyük aydınlık ayrımları olmayan bir düzlem üzerinde yan yana yer alan renklerin görünen renkleri ile, aynı renklerin kapalı bir mekanda yer alan yüzeyler üzerinde kullanılması durumundaki görünen renkleri arasında renksel bakımdan ayrımlar olacağı III.2. bölümde açıklanmıştır. Yani, her tarafı kapalı, tüm iç yüzeyleri birbirini gören bir hacimde, ışık kaynağından iç yüzeylere gelen dolaysız ışığın, yüzeylerden yansıması ile oluşan yansımış ışığın, yüzeyler arasında ard arda yansıması sonucu ortaya çıkan yansımış ışığın yüzeylerin "görünen" renklerinde değişiklik yapacağı (bir başka deyişle, ışığın yansıması sonucunda, yüzey renklerinde renk dönmeleri olacağı) açıktır.

Kapalı bir mekan da yer alan yüzeylerin görünen renklerinde, yansımış ışık nedeniyle ne gibi renksel değişimler olacağı konusunda, bugüne değin çok az sayıda araştırma yapılmıştır.

Konuya ilişkin sonuçların elde edildiği ilk araştırmaların esas amacı, aynı nitelikleri taşıyan iki hacimden birinin iç yüzeylerinin renksiz, ötekinin ise renkli olması durumunda, yüzeylerdeki ortalama aydınlık düzeyinde herhangi bir değişim olup olmadığının incelenmesidir. Bu araştırmalar sonucunda, hacimde renk kullanılması durumunda, ışığın yansıması nedeniyle, yüzey renklerinde değişim gözleendiği, ve yüzey renklerinin tasarlama sırasında belirlenen renklerden farklı olduğu saptanmıştır.

Daha sonraları, hacim iç yüzeylerinin renkli olması durumunda, ışığın yansımasından ötürü yüzey renklerindeki renk dönmelerinin belirlenmesine ilişkin birkaç araştırma da yapılmıştır.

İç mekan yüzeylerindeki renk dönmelerini inceleyen araştırmacılar, önce, kapalı bir mekanda ışığın yansıması konusunda belli bir kuram geliştirerek, bir takım sonuçlara varmışlar, daha sonra da, kuramlarına uygun hacimler ve renkler kullanarak belli durumlar için geçerli olan değerlere ulaşmışlardır.

Genel nitelikleri yukarıda belirtilen bu araştırmalarda kullanılan başlıca yöntemler, yöntemlere bağlı olarak yapılan araştırmalar sonunda elde edilen sonuçlar ve sonuçların eleştirisi aşağıdaki bölümlerde kısaca ele alınmıştır.

IV.1. D.E.SPENCER VE S.E.SANBORN YÖNTEMİ

D.E.Spencer ve S.E.Sanborn tarafından geliştirilen bu yöntem(50), H.Hodora'nın kapalı bir mekanda yer alan renksiz ve renkli yüzeylerde ışığın yansıması ile ilgili olarak ileri sürdüğü matematik bir modele (yönteme) dayanmaktadır(51).

Hodora'nın matematik modeline göre yapılan hesaplamalarda, hacmin iç yüzeylerinin tümünün renkli olması durumunda, yansımış ışığın iç yüzeylerde ard arda yansıması ile oluşan yansımış ışığın, iç yüzeylerde oluşturduğu aydınlık düzeyi, hacimde aynı yansıtma çarpanındaki renksiz yüzeylerin kullanılması durumundaki aydınlık düzeyinden daha yüksek olmaktadır.

Spencer ve Sanborn, renkli bir yüzeyden yansıyan ışığın üçrenksel koordinatlarının(*) hesaplanmasında kullanılan formül ile, Hodora'nın yansımış ışığa ilişkin olarak geliştirdiği matematik (analitik) modeli birleştirerek, kapalı bir hacimde, yansımış ışığın oluşturduğu aydınlık nedeniyle, yüzey renklerinde ortaya çıkan renksel değişimleri belirlemeye yönelik, matematik bir yöntem kurmuşlardır.

(*) Üçrenksel koordinatlar: Bir ışığın, üçrenksel üç bileşeninden her

birinin, üç bileşenin toplamına oranı(52).

Bu konuda daha ayrıntılı bilgi için 53, 54, 55, 56, 57, 58 numaralı kaynaklara bakınız.

Araştırmacılar, yansımış ışığın niceliğine ilişkin matematik yöntem aracılığı ile, iki ayrı hacim biçimi ve yüzeylerde değişik renklerin kullanılması durumu için, yüzeylerdeki renk dönmelerini ve aydınlık düzeylerini hesaplamışlardır. Hacimlerin ve kullanılan renklerin nitelikleri aşağıda verilmiştir.

1- Birbirine koşut (paralel) sonsuz iki düzlem arasındaki, sonsuz bir hacim için yapılan hesaplamalarda,

- . tavan (yani, birbirine koşut sonsuz düzlemlerden biri), kuramsal beyaz ışık yayımlayan ve tekdüze ışıklılığı olan bir ışık kaynağı olarak varsayılmış olup, tavanın yansıtma çarpanı $r=0.70$ alınmıştır.
- . döşeme içinde, $r=0.65$ (kırmızı), $r=0.60$ (kahverengi), $r=0.70$ (yeşil), $r=0.58$ (mavi) olmak üzere dört değişik renk sıra ile ele alınarak hesaplamalara katılmıştır.

Tavanın renksiz (beyaz), döşemenin renkli olması durumu için hesaplar yinelenmiştir.

2- Dikdörtgenler prizması biçiminde ve boyutları arasındaki oran yaklaşık olarak $1/3.6/7.2$ (yükseklik/en/boy) olan sonlu bir hacim için yapılan hesaplamalarda,

- . tavan, kuramsal beyaz ışık yayımlayan ve tekdüze ışıklılığı olan bir ışık kaynağı olarak varsayılarak, yansıtma çarpanı $r=0.70$ olarak alınmıştır.
- . döşeme, yansıtma çarpanı $r=0.30$, renksiz (gri) varsayılmış; duvarlarda ise, $r=0.65$ (kırmızı), $r=0.60$ (kahverengi), $r=0.70$ (yeşil), $r=0.58$ (mavi) olmak üzere dört değişik renk, sıra ile ele alınarak kullanılmıştır.

Tavan ve döşemenin renksiz, duvarların tek renkli olması durumu için hesaplar yinelenmiştir.

Hesaplamalar sonunda;

- a) hacim iç yüzeylerinin renkli olması durumunda, yüzeylerdeki aydınlık düzeyinin, iç yüzeylerin renksiz olması durumuna göre, % 3-4 kadar küçük bir oranda artma gösterdiği,
- b) hesaplamaların yapıldığı hacim biçimlerine uygun hacimlerde tüm iç yüzeylerin renklerinde, Munsell renk dizgesindeki doymuşluk boyutu ile, iki Munsell doymuşluk adımı kadar doymuşluk artışı olacağı (Munsell renk dizgesi için EK III'e bakınız),

sonuçlarına varılmıştır.

IV.1.1. SONUÇLARIN ELEŞTİRİSİ

Yukarıda belirtilen biçimde, Spencer ve Sanborn tarafından yapılan araştırmalar sonunda elde edilen sonuçların, kesinlikle doğru olduğu varsayılabilir. Birbirine koşut iki sonsuz düzlemin oluşturduğu ve boyutları arasındaki oran 1/3.6/7.2 olan hacim biçimleri için yapılan hesaplamalardan elde edilen sonuçların, normal mimari mekanlar için geçerli sonuçlar olmayacağı açıktır. Çünkü her iki hacim biçimi de mimari mekanlar için uç örnekler oluşturmaktadır.

Hacimde yer alan renkli yüzeylerin renklerinde yalnızca doymuşluk boyutunda değişim olacağı genel bir kural olamaz. Çünkü, araştırmada kullanılan hacimlerde tavan renksiz, döşeme renkli, ya da tavan ve döşeme renksiz, duvarlar renkli olarak belirlenmiştir. Renksiz yüzeylerin (beyaz, gri) türsüz ve doymuşluklarının sıfır olduğu bilindiğine göre, renkli ve doymuş renklerin, renksiz yüzeyler üzerinde hem tür hem de doymuşluk açısından renksel etki yapacağı açıktır. Bu nedenle, araştırma sonunda "yüzeylerin doymuşluğunda, iki Munsell adımı kadar bir artış olacağı" biçimi

minde varılan sonuç yanlıştır. Ayrıca, renksiz yüzeylerin yansıma sonunda renkli yüzeylerden yansıyan ışıklarla renklenecekleri hem I.2 hem de III.2 bölümde tanıtlanmıştır.

İç yüzeylerin renkli olması durumunda, aydınlık düzeyinde renksiz duruma göre artış olacağı biçimindeki sonucunda yanlış olduğu, tersine, azalma olacağı da Y.Nayatani(61) tarafından kanıtlanmıştır.

IV.2. R.KROSSAWA YÖNTEMİ

R.Krossawa tarafından, bu konuda, birbirini izleyen iki araştırma(59,60) yapılmıştır. Araştırmaların ilkinde belirli bir yöntem ortaya konmuş ve sonuçlar üretilmiş, ikincisinde ise aynı yöntemden yararlanılarak değişik durumlar için araştırma yapılmıştır.

Krossawa'nın araştırmaları, hacmin iç yüzeylerinin renkli ve tam donuk olması durumunda, iç yüzeylerin ışıklılığının, yansıma olayından sonra, yüzey rengine bağlı olarak dalga boyuna göre değişim göstereceği kuramına dayanmaktadır. Araştırmacı, bu kuramdan yola çıkarak, belli bir ışık kaynağı ile aydınlatılan ve belli bir tayfsal yansıtma çarpanları eğrisi olan renkli ve donuk bir yüzeyin renginin üçrenksel koordinatlarının hesaplanmasında kullanılan matematik formüldeki, dalga boyuna göre yansıtma çarpanı değeri yerine, yansımadan sonraki yansıtma çarpanı değerini (belli bir formüle bağlı olarak hesapladığı değeri) koyarak, hacim içinde yer alan renkli yüzeylerin yansıma sonundaki renklerini matematik olarak hesaplamıştır. Yani, bir rengin üçrenksel koordinatlarının bulunmasında kullanılan formülde $\bar{S}(\lambda)$: yüzeyi aydınlatan ışığın dalga boyuna göre tayfsal enerji dağılışı değeri; $\delta(\lambda)$: rengin dalga boyuna göre yansıtma çarpanı; $\bar{x}(\lambda)$, $\bar{y}(\lambda)$, $\bar{z}(\lambda)$ üç renksel bileşenler],

$$\begin{pmatrix} \bar{x} \\ \bar{y} \\ \bar{z} \end{pmatrix} = 100 \int_{380}^{760} S(\lambda) \delta(\lambda) \begin{pmatrix} x(\lambda) \\ y(\lambda) \\ z(\lambda) \end{pmatrix} d\lambda \bigg/ \int_{380}^{760} S(\lambda) \bar{y}(\lambda) d(\lambda) \quad (5)$$

$$\begin{pmatrix} \bar{x} \\ \bar{y} \\ \bar{z} \end{pmatrix} = \frac{1}{\bar{x} + \bar{y} + \bar{z}} \begin{pmatrix} \bar{x} \\ \bar{y} \\ \bar{z} \end{pmatrix} \quad (6)$$

$\delta(\lambda)$ yerine, hacim biçimlerine bağlı olarak belirlenen, dalga boyuna göre değişen, ve analitik yolla elde edilen, yeni bir değerin konulmasıyla, yüzeylerin yansımadan sonraki renkleri hesaplanmıştır.

Hesaplamalarda, küre, birbirine koşturaksız iki düzlem, ve birbirine dik yarı sonsuz iki düzlem arasında kalan, üç ayrı hacim biçimi ve üç değişik ışık kaynağı (ölçün A,B,C,) ele alınmıştır. Hacim iç yüzeylerinin tümünün aynı renkte olduğu varsayılmıştır. İç yüzey renkleri olarak, birbirini yaklaşık on Munsell tür sayısı aralıklarla izleyen, on değişik türün, düşük değerli (değeri 4, $r=0.12$)/yüksek doymuşluktaki (doymuşluk 12) ve orta değerli (değer 6.5, $r=0.36$)/doymuş (doymuşluk 8.5) renkler kullanılmıştır.

Hacim iç yüzeylerinde yalnız bir rengin kullanılması durumunda, yüzeylerdeki renk dönmelerini inceleyen ilk araştırma sonunda(59),

a) Ölçün C ışığı altında, renkli yüzeylerin renk türlerinin hemen hemen hiç değişmediği, Ölçün A ve B ışıkları altında ise, kimi renklerin türlerinde sapmalar olduğu ve bu nedenle sonuçlarda gözün renksel uyması ile ilgili düzeltmeler yapılması gerekli olduğu,

b) yüzeylerin doymuşluklarının büyük oranda arttığı,

sonuçlarına varılmıştır. Ayrıca araştırma sonuçlarından yararlanılarak, iç yüzeyleri tek renkli olan hacimlerde, yansımadan sonra yüzeylerdeki doymuşluk artışını belirlemeye ilişkin, ampirik bir formül türetilmiş ve bir nomogram hazırlanmıştır.

Krossawa'nın ikinci araştırması(60) ise, birbirine koşturaksız iki düzlem arasında kalan sonsuz bir hacimde, tavanın renksiz, döşemenin renkli (ilk araştırmada kullanılan renkler) olması, ve ışık kaynağı olarak Ölçün C'nin kullanılması durumunda, yansımadan sonraki yüzey renklerinin ilk araştırmasında kullandığı matematik formül aracılığı ile, belirlenmesini kapsar.

Hacim iç yüzeylerinde, renksiz ve renkli yüzeylerin birbirine eşit büyüklükte kullanılması durumunda yüzeylerdeki renk dönmelerini inceleyen ikin-

ci araştırma sonunda, en büyük renk dömmelerinin renksiz yüzeylerde (tavanda) olduğu, yani renksiz yüzeylerin renklendiği ve renkli yüzeylerin doymuşluklarının arttığı belirlenmiştir.

Ayrıca, her iki araştırma sonunda elde edilen renk dömmesi değerleri araştırmacı tarafından, CIE renk diyagramı üzerinde gösterilmiş ve bu renklerin Munsell renk dizgesi karşılıkları çizelgelerde verilmiştir.

IV.2.1. SONUÇLARIN ELEŞTİRİSİ

R.Krossawa'nın yaptığı araştırmalarda kullandığı hacim biçimleri, özellikle birbirine koşut sonsuz iki düzlem, ve birbirine dik yarı sonsuz iki düzlem arasında kalan hacimler, mimari hacimler için uç örnekler oluşturmaktadır. Ayrıca hacimde tavan hariç, bütün iç yüzeylerin aynı renkte olması da yine alışılmış iç mekan renk düzenleme kurallarının dışına çıkmaktadır.

Öte yandan, seçilen renklerin, düşük ya da orta değerli ve doymuş olması hem genel aydınlatma hem de iç mimari renk düzenleme kurallarına uymamaktadır.

Bunlarla birlikte, söz konusu araştırmaların, hacim iç yüzeylerinin, özellikle tek renkli olması durumu için, kuramsal olarak renk dömmesinin en üst sınırlarını belirlediği açıktır.

IV.3. T.YAMANAKA VE Y.NAYATANI YÖNTEMİ

T.Yamanaka ve Y.Nayatani, yukarıda verilen iki yönteme benzer bir yöntemle, yani yüzey renginin üçrenksel koordinatlarının belirlenmesinde kullanılan formül ve matematik hesaplamalarla, hacim iç yüzeylerinin yansımadan sonraki renklerinin ne olacağını belirlemeyi amaçlamışlardır(61).

Bu araştırmanın ötekilerden ayrılan en önemli özelliği, belli bir hacim biçimi için kuramsal olarak (hesap yolu ile) elde edilen sonuçlarla, ha-

cim biçimine uygun bir model üzerinde yapılan renkölçme sonuçlarının, yani kuramsal ve kılğısal sonuçların, ölçüştürülmesinin yapılmış olmasıdır. Bunun yanı sıra, Spencer ve Krossawa ışığın yansıması ile ilgili analitik çözümler kullanırken, Yamanaka ve Nayatani, aynı olayı sonlu fark denklemleri ile çözümlererek, hesaplamalarına katmışlardır.

Kuramsal hesaplamalar, dikdörtgenler prizması biçiminde, sonsuz uzunluktaki bir hacim biçimi için yapıldığından, kılğısal ölçmelerde kullanılan dikdörtgenler prizması biçimindeki model hacmin boyutları arasındaki oran, $1/2.6/6.6$ (yükseklik/en/boy) olarak seçilmiştir.

Sonsuz uzunluktaki hacim için yapılan hesaplamalarda, iç yüzey renklerinin, tayfsal yansıtma çarpanları eğrileri kullanılmıştır. Bu renklere bağlı olarak, model hacmin tavanı 8.5 değerinde gri, duvarları 35-8/2 (açık az doymuş sarı yeşil), döşemesi 95-4/10 (koyu, doymuş kırmızımor) renklere boyanmıştır.

Kuramsal hesaplamalarda tavan, tekdüze ışıklılıktaki bir ışık kaynağı (ölçün C) olarak varsayılmış, ve deneylerdeki model hacmin tavanı tam yayınık geçme yapan bir gereç arkasına yerleştirilmiş flüorışıl lambalardan (4500°K, coolwhite) oluşturulmuştur.

Her iki durumda da iç yüzeyler tam donuk yüzey özelliğinde olup, sonsuz uzunluktaki hacimde yer alan her yüzey elemanın ışıklılığının tekdüze olduğu (yüzeylerde aydınlığın düzgün yayıldığı) kabul edilmiştir.

Kuramsal hesaplamalar ve kılğısal ölçmeler sonunda,

- . model hacimde kullanılan renklerle, hesaplamadaki renklerin tayfsal yansıtma çarpanları eğrilerinin farklı olması ve hesaplamalarda aydınlığın tüm iç yüzeylerde düzgün yayıldığı varsayımının kullanılması nedeniyle, hesaplamalar sonunda elde edilen renk dönmeleri ile, model hacim üzerinde yapılan renkölçmeleri arasında belli bir ayrım ortaya çıkmıştır. Ancak, araştırmacıların belirttiği üzere, bunlar, kabul edilebilir hata sınırları içinde kalmaktadır.

- . iç yüzeylerde en büyük renk dönmemesinin, renksiz olan tavan yüzeyinde olduğu saptanmıştır. Ayrıca, yüzeylerdeki renk dönmelerinin doymuşluğu yüksek olan döşeme renginin doğrultusunda olduğu belirlenmiştir.
- . hacimde renkli yüzeyler kullanılması durumunda, yüzeylerdeki aydınlık düzeyinin, hacimde aynı yansıtma çarpanındaki renksiz yüzeylerin yer alması durumuna göre artış göstereceğini ileri süren Spencer ve Sanborn kuramının yanlış olduğu, aksine renk kullanılması durumunda, yüzeylerdeki aydınlık düzeyinde ortalama % 4 oranında azalma olduğu saptanmıştır.

IV.3.1. SONUÇLARIN ELEŞTİRİSİ

Yamanaka ve Nayatani'nin yaptığı bu araştırmada, seçilen hacim biçimi, Krossawa'nınkiler gibi, mimari hacimler için uç örnek oluşturmaktadır.

Döşeme renginin yüksek doymuşlukta seçilmesi, araştırmacıların da belirttiği gibi, öteki az doymuş ve renksiz yüzeylerdeki renk dönmelerinin, döşeme rengine doğru olmasına yol açmıştır. Bunun doğal bir sonuç olduğu açıktır.

Öte yandan, düşük değerli, doymuş bir rengin iç yüzeylerde döşeme gibi büyük bir yüzey üzerinde kullanılması, genel iç mimari renk düzenleme kurallarına uymamaktadır.

Araştırmada, iç yüzeylerin renksiz ve iki renkli olması durumu için renk dönmeleri belirlenmiş olup, renkli olarak belirlenen yüzeylerde, daha değişik renk çiftleri kullanılması durumu araştırılmamıştır.

IV.4. YÖNTEMLERİN GENEL DEĞERLENDİRMESİ VE SONUÇ

Yukarıda kısaca özellikleri anlatılan ve eleştirisi yapılan çalışmaların genel niteliklerini, aşağıdaki gibi değerlendirmek olanaklıdır.

- 1- Her üç yöntemde de ileri sürülen kuramsal yaklaşımlar, normal mimari hacim biçimleri için geçerli değildir. Araştırmalarda kullanılan hacim biçimleri, ancak fabrika, hangar ya da depo gibi işlevleri olan hacimler için geçerli olabilecek sonuçların elde edilmesini olanaklı kılacak niteliktedir. Yani seçilen hacim biçimleri üç örnekler oluşturmaktadır.
- 2- İç yüzeylerde kullanılan renklerin, düşük ya da orta değerli doymuş renklerden seçilmesi, genel iç mimari renk düzenleme kurallarına aykırıdır. Bu tür renklerin, iç yüzeylerde döşeme ya da duvar gibi büyük yüzeyler üzerinde değil, hareketli donatılar gibi küçük yüzeyler üzerinde kullanılması gerekir.
- 3- Söz konusu araştırmalarda, iç yüzeylerde bir en çok iki renk kullanılması durumundaki renk dönmeleri incelenmiştir. Oysa genel olarak hacimlerde, ikiden fazla sayıda (yüzey büyüklüğü küçük te olsa) renkli yüzeyler kullanılmaktadır.
- 4- Hacimlerde düşük değerli, yani yansıtma çarpanı küçük olan yüzeylerin kullanılması genel aydınlatma kurallarına uymamaktadır. Bilindiği gibi, bir yüzey üzerindeki aydınlığı belirleyen ışığın bir bileşeni olan yansımış ışık, iç yüzeylerin yansıtma çarpanının yüksek olması durumunda, aydınlığa daha fazla katkıda bulunacaktır.
- 5- Yalnızca Krossawa'nın araştırması, hacim iç yüzeylerinin tümünün aynı renkli olması durumunda, yüzey renklerindeki doymuşluk artışının renk türlerine göre ne kadar olduğunu belirleyen, genel sonuçları içermektedir.
- 6- Her üç araştırmada da, yüzey renklerinin üçrenksel koordinatları ve yüzeyleri aydınlatan ışığın tayf eğrisi ele alınarak, yüzeylerdeki renk dönmeleri değişik matematik modeller aracılığı ile saptanmıştır. Yani araştırmaların üçü de, nesnel renkölçüm yöntemine (Bkz. EK II) göre renkleri renk dönmelerini belirlemişlerdir.

Kapalı bir mekanda, ışık kaynağından iç yüzeylere gelen ışığın buralardan yansıması ile oluşan yansımış ışığın yüzeyler arasında ardarda yansıması sonucu ortaya çıkan yansımış ışığın, yüzey renkleri üzerinde yol açtığı renk dönmelerinin belirlenmesine ilişkin, bugüne değin yapılan araştırmaların genel değerlendirmesi yukarıda yapılmıştır. Bu değerlendirmelerden de anlaşılacağı gibi, söz konusu araştırmalar yalnızca yansımış ışığın iç yüzeylerde belli bir renk dönmesine yol açtığını tanıtlamaktadır. Bu araştırmalar değişik büyüklüklerde ve değişik renklerdeki yüzeylerin iç mekanda kullanılması durumunda yansımış ışık nedeniyle, yüzey renklerinde ne gibi sapmalar olacağı konusuna belli bir açıklık getirmemişlerdir. Bu nedenle, boyutları arasındaki oran normal mimari hacimlerin boyutları arasındaki orana uygun belli bir hacim biçimi ele alınarak, bu hacmin iç yüzeylerinde, değişik büyüklük ve renklerdeki renkli yüzeylerin yer alması durumunda, yansımış ışık nedeniyle renkli yüzeylerin renklerinde ortaya çıkan renk dönmelerinin belirlenmesi ve sonuçların kolayca anlaşılabilir bir biçimde genel kullanıma sunulması gereklidir. Nitekim bu çalışmanın amacı da budur.

Yukarıda belirtilen amaca ulaşabilmek için, önce renk dönmesine neden olan yansımış ışığın oluşturduğu aydınlığın niceliğinin ve içerdii renkli ışık oranlarının belirlenmesi gibi konuların incelenmesi gereklidir. Bu nedenle aşağıdaki bölümlerde, belirtilen konular ele alınmıştır.

V. YANSIŞMIŞ IŞIĞIN ÖZELLİKLERİNİN BELİRLENMESİ İÇİN KULLANILAN VE ÖNERİLEN YÖNTEMLER

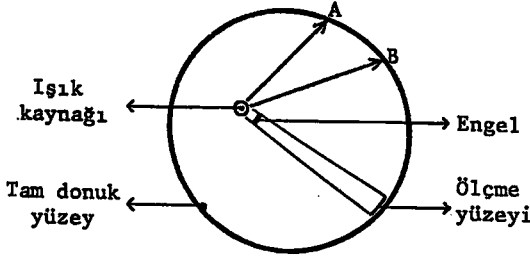
Bu bölümde, kapalı bir hacimde birbirini gören renkli yüzeyler arasındaki renk etkileşimine (renk dönmesine) neden olan, yansıtmış ışığın niceliği ve niteliğinin (renginin) belirlenmesi için, bu çalışmada kullanılan ve kullanılması önerilen yöntemler açıklanmıştır.

Aydınlık düzeyi hesaplarında, yansıtmış ışığın, toplam ışığa katkısının (niceliğinin) belirlenmesinde en sık kullanılan ve bilinen "Ulbricht Küresi" kuramıdır. Burada da, bu kuramdan yararlanıldığından, aşağıdaki bölümde, Ulbricht küresinin özellikleri ve kuramı kısaca anlatılacaktır.

V.1. ULBRICHT KÜRESİ

Ulbricht küresi, iç yüzeyi tam donuk, yani Lambert yüzeyi(*) olan bir küredir. Işık yegınlığı doğrultuya göre değışen bir kaynak (izotrop olmayan bir kaynak), bu küre içine yerleştirildiğinde bu kaynaktan küre iç yüzeyindeki bir A noktasına, belli bir yegınlikte ışık gelir. A noktasına gelen dolaysız ışık akısı, bu noktadan Lambert yasasına uygun olarak yansır. Ama, bu A noktasından yansıyan ışık, kürenin iç yüzeyinde düzgün yayılmış bir aydınlık oluşturur (Bunun tanıtlanma biçimi için 62 numaralı kaynağa bkz.).

(*) Lambert yüzeyi (tam donuk yayıcı): Gelen ışığın doğrultusu ne olursa olsun, ışıklılığın doğrultuya bağılı olmadığı yüzey(63,64). Bu tür yüzeyler, gelen ışığı tam yayınık yansıma biçiminde yansıtır, ya da tam yayınık geçme biçiminde geçirirler.



ŞEKİL 14. Ulbricht Küresi

Bu arada, küre içindeki ışık kaynağından, kürenin iç yüzeyindeki bir başka B noktasına düşen ışık değişik yeginlikte olacaktır. B noktasındaki yüzey parçacığının, bu değişik yeginlikteki ışığın yansıması ile, yansıyan ışıktan oluşan ışık yeginliği de A noktasındakine eşit olamaz. Ama, bu B noktasından yansıyan ışık da, kürenin iç yüzeyinde yine düzgün yayılmış bir aydınlık oluşturur.

Bu durum küre iç yüzeyindeki her nokta için geçerlidir. Böylece, ışık kaynağından gelip, küre yüzeyinden yansıyan tüm ışıkların, küre yüzeyinde düzgün yayılmış aydınlıklar oluşturması sonucunda, bu aydınlıkların toplamı da düzgün yayılmış olur. Bir başka deyişle, yansımış ışık akısından oluşan aydınlık, küre iç yüzeyinde düzgün yayılmış olur, yani tüm noktalarda ya da bölgelerde aynı düzeyde olur. Bu küreye ULBRICHT KÜRESİ adı verilir (Bkz. Şekil 14).

Küre içindeki ışık kaynağından gelen toplam ışık akısı (Φ_0), birinci yansımada, küre iç yüzeyinin yansıtma çarpanı (r) ile çarpılmış olarak azalmaktadır. Yani, yansıyan akı,

birinci yansımadan sonra	$r\Phi_0$
ikinci yansımadan sonra	$r.r\Phi_0 = r^2\Phi_0$
üçüncü yansımadan sonra	$r.r^2\Phi_0 = r^3\Phi_0$
.	.
.	.
.	.
n'inci yansımadan sonra	$r^n\Phi_0$

olacaktır. Yansımış toplam akı ($\Phi_{r \text{ top.}}$),

$$\Phi_{r \text{ top.}} = r\Phi_0 + r^2\Phi_0 + r^3\Phi_0 + r^4\Phi_0 + \dots + r^n\Phi_0$$

$$\Phi_{r \text{ top.}} = r\Phi_0 (1 + r + r^2 + r^3 + r^4 + \dots + r^{n-1})$$

olur.

$(1 + r + r^2 + r^3 + r^4 + \dots + r^n)$ serisi, $-1 < r < 1$ koşulu için iç bükey bir seridir ve $n \rightarrow \infty$ için sonsuz olmayan bir değeri vardır. (r) yansıtma çarpanı olduğuna göre $0 < r < 1$ dir. Bu durumda $(1 + r + r^2 + r^3 + \dots + r^n) = 1/(1-r)$ olacaktır. O halde, yansımış ışık akısı için,

$$\Phi_{r \text{ top.}} = r\Phi_0/(1-r) \quad (7)$$

$$\Phi_{r \text{ top.}}/\Phi_0 = r/(1-r) \quad (8)$$

biçiminde iki eşitlik elde edilecektir(65,66). Bu formüller, ışık kaynağının toplam akısı ile, Ulbricht küresi içinde yansımış toplam akı ($\Phi_{r \text{ top.}}$) oranlarını, yansıtma çarpanı (r) değişkenine göre vermektedir. Belli bir Φ_0 için $\Phi_{r \text{ top.}}$, (r) fonksiyonunda değişmekte ve (r) değeri arttıkça peşpeşe yansımalarla ötürü oluşan $\Phi_{r \text{ top.}}$ 'da artacaktır. (r) değişkeninin belli değerleri için $\Phi_{r \text{ top.}}/\Phi_0$ oranları hesaplanarak Çizelge 1'de verilmiştir (Çizelge 1'deki değerler, MPF II mikroişlemcisi için hazırlanmış ve EK IX/1'de verilen bir Basic programı aracılığı ile hesaplanmıştır).

Şekil 14'de görüldüğü gibi, ışık kaynağından doğrudan gelen ışık akısının ölçme yapılan yüzeye düşmesi bir engelle önleildiğinde, ölçme yüzeyinde, yalnızca, yansımış toplam ışık akısının ($\Phi_{r \text{ top.}}$) oluşturduğu aydınlık düzeyi ölçülmüş olur. Küre iç yüzeyinde yansımış toplam akının oluşturduğu "aydınlık" noktadan noktaya —ya da bölgeden bölgeye— değişmediğinden, bu aydınlık küre iç yüzey alanı ile çarpılarak ($\Phi_{r \text{ top.}}$) bulunur, ve bunun aracılığı ile de (Φ_0) hesaplanır.

CİZELGE 1

YANSITMA CARPANINA BAĞLI OLARAK
YANSIMIS TOPLAM IŞIK AKISININ
IŞIK KAYNAGI TOPLAM IŞIK AKISINA
ORANI

R	ÜRTOP 00	R	ÜRTOP 00	R	ÜRTOP 00
.01	.01	.34	.515	.67	2.03
.02	.02	.35	.538	.68	2.125
.03	.031	.36	.562	.69	2.226
.04	.042	.37	.587	.7	2.333
.05	.053	.38	.613	.71	2.448
.06	.064	.39	.639	.72	2.571
.07	.075	.4	.667	.73	2.704
.08	.087	.41	.695	.74	2.846
.09	.099	.42	.724	.75	3
.1	.111	.43	.754	.76	3.167
.11	.124	.44	.786	.77	3.348
.12	.136	.45	.818	.78	3.545
.13	.149	.46	.852	.79	3.762
.14	.163	.47	.887	.8	4
.15	.176	.48	.923	.81	4.263
.16	.19	.49	.961	.82	4.556
.17	.205	.5	1	.83	4.882
.18	.22	.51	1.041	.84	5.25
.19	.235	.52	1.083	.85	5.667
.2	.25	.53	1.128	.86	6.143
.21	.266	.54	1.174	.87	6.692
.22	.282	.55	1.222	.88	7.333
.23	.299	.56	1.273	.89	8.091
.24	.316	.57	1.326	.9	9
.25	.333	.58	1.381	.91	10.111
.26	.351	.59	1.439	.92	11.5
.27	.37	.6	1.5	.93	13.286
.28	.389	.61	1.564	.94	15.667
.29	.408	.62	1.632	.95	19
.3	.429	.63	1.703	.96	24
.31	.449	.64	1.778	.97	32.333
.32	.471	.65	1.857	.98	49
.33	.493	.66	1.941	.99	99

Yansıtmış ışık akısı için, burada yapılan tanıtlamaların tümünün Ulbricht küresi ya da Ulbricht küresi özellikleri taşıyan, küre biçimindeki hacimler için geçerli olduğu açıktır. Oysa, mimari hacimler küre biçiminde olmayıp, genellikle, dikdörtgenler prizması biçimindedir. Ancak, bu biçimlerdeki hacimlerde dolaysız ve yansıtmış ışığın oluşturduğu aydınlıkların hesaplanmasına ilişkin herhangi bir geometrik ya da matematik yöntem geliştirilmemiştir(67). Bu nedenle, Ulbricht küresi aracılığı ile küre biçimi için yapılan ve yapılacak tanıtlamaların, dikdörtgenler priz-

ması biçimi için, ne oranda geçerli olabileceğinin, yani sapma ve yaklaşıklık oranlarının bu çalışmanın tümünde geçerli olan yaklaşıklık oranları içinde kalıp kalmadığının belirlenmesi gereklidir. Bu amaçla, küre ve dikdörtgenler prizması biçimleri arasındaki ilişkinin saptanması konusunda, aşağıdaki bölümde anlatıldığı gibi bir araştırma yapılmıştır.

V.2. KÜRE İLE DİKDÖRTGENLER PRİZMASI BİÇİMLERİ ARASINDAKİ İLİŞKİNİN SAPTANMASI

Yukarıdaki bölümde de belirtildiği gibi, mimari hacimlerin genellikle dikdörtgenler prizması biçiminde olmasına karşın, bu tür hacimlerde yansımış ışığın oluşturduğu aydınlığın hesaplanmasına ilişkin herhangi bir yöntem geliştirilmemiştir.

Bu nedenle, iki hacim biçimi arasında, küre biçimi için yapılan tanıtlamaların dikdörtgenler prizması için de belli bir yaklaşıklıkla geçerli sayılabileceğini ortaya koyan, bir ilişkinin kurulması gereklidir.

Söz konusu ilişki, dikdörtgenler prizması biçimindeki hacimlerde, yansımış ışığın oluşturduğu aydınlığın, hacmin iç yüzeylerinde, kürede olduğu gibi düzgün, ya da kabul edilebilir düzgünlükte yayıldığına deneysel olarak tanıtlanması ile kurulabilir. Yani dikdörtgenler prizması biçimindeki hacimlerde, yansımış ışığın oluşturduğu aydınlığın deneysel olarak ölçülmesi gereklidir.

Dikdörtgenler prizması biçimindeki hacimlerde, yansımış ışığın oluşturduğu aydınlığın deneysel olarak ölçülmesi işlemi, boyutları arasındaki oran 1/1/1 ve 2/1/1 (boy/en/yükseklik) olan ve iç yüzeyleri donuk beyaz boya ile boyanmış, her tarafı kapalı modeller üzerinde ve EK I'de anlatılan deney düzeni aracılığı ile gerçekleştirilmiştir.

Yapılan ölçmeler sonunda, yansımış ışığın iç yüzeylerde oluşturduğu aydınlık düzeyi ayrımlarının, "aydınlığın düzgün yayılmış sayılabilmesi için, CIE tarafından kabul edilen $E_{min} \geq 0.8 \cdot E_{max}$ koşulu sınırları

içinde kaldığı", yani % 20'yi geçmediği saptanmıştır.

Bu durumda boyutları arasındaki oran, deneylerde kullanılan modellerin boyutları arasındaki oranlara uyan (yani, boyutları arasındaki oran 1/1/1 ve 2/1/1 olan, ya da bu oranlara yakın boyutlardaki hacimlerde, yansımış ışığın oluşturduğu aydınlığın, iç yüzeylerde düzgün yayılmış olduğu kabul edilebilir. Bir başka deyişle, her yanı kapalı, tüm iç yüzeyleri birbirini gören ve boyutları arasındaki oran mimari hacimler için olağan sayılabilecek bir iç mekanın iç yüzeylerinde ışığın ard arda yansımaları sonucunda oluşan aydınlık, Ulbricht küresine göre, % 20'yi aşan ayrımlar göstermemektedir. Bu nedenle, Ulbricht küresi için yapılan, ya da yapılacak tüm tanıtlamalar ve kurulabilecek tüm eşitlikler, dikdörtgenler prizması biçimindeki hacimler için de, kabul edilebilir bir yaklaşıklıkla geçerlidir.

Yukarıdaki açıklamalardan anlaşıldığı gibi, küre ile dikdörtgenler prizması biçimleri arasında, yeterli bir benzerlik, kurulmuştur. Bu nedenle, bundan sonraki tüm açıklama ve tanıtlamalar küre biçimi, daha doğrusu Ulbricht küresi üzerine yapılacak ve kimi zaman kısaltma amacıyla Ulbricht küresi yerine, yalnızca küre deyimi kullanılacaktır.

Bundan sonraki bölümlerde, küre iç yüzeyinde yansıtma çarpanı, büyüklük ve renk açısından değişik özellikler taşıyan yüzeylerin yer alması durumunda, belli özellikteki bir yüzeyin, yansımış toplam açığa nicelik ve nitelik olarak katkı oranının ne olacağı konuları ele alınacaktır.

- (*) Boyutları arasındaki oran 1/1/1 ve 2/1/1 olan hacimler (yani, küp ve yanyana iki küp biçimindeki hacimler), tüm mimari mekanlar için geçerli olabilecek, genel bir hacim biçimini oluşturmamaktadır. Bununla birlikte, söz konusu oranların, belli bir yaklaşıklıkla, mimari hacimler için geçerli olabileceği söylenebilir. Ayrıca, yansımış ışığın, iç yüzey renklerinde yol açtığı renk dönmeleri konusunda, daha önce yapılan araştırmalarda kullanılan hacim biçimleri (birbirine koşut sonsuz iki düzlem, ya da birbirine dik iki yarı sonlu düzlem arasındaki hacimler) göz önüne alındığında, yukarıdaki biçimler, normal mimari mekanlara (otel odası, büro, konut v.b.) çok daha uygundur.

V.3. KÜRE İÇ YÜZEYİNDE YER ALAN DEĞİŞİK NİTELİKTEKİ YÜZEYLERİN, YANSIMIS TOPLAM IŞIĞA NİCELİK VE NİTELİK OLARAK KATKI ORANLARININ BELİRLENMESİ

Kapalı bir hacmin (küre) iç yüzeyinde, yansıtma çarpanı, büyüklük ve renk açısından birbirinden farklı nitelikler taşıyan yüzeylerin yer alması durumunda, her yüzeyin kendi özelliklerine bağlı olarak, yansımış toplam ışığın oluşturduğu aydınlığa, nicelik ve nitelik (renk) bakımından katkıda bulunacağı açıktır. Bu konu,

- küre iç yüzeyinde, yansıtma çarpanları ve büyüklükleri farklı yüzeylerin yer alması durumunda, her yüzeyin yansımış toplam ışık akısı ile oluşan aydınlığa katkı oranının,
- küre iç yüzeyinde değişik renkteki renkli yüzeylerin yer alması durumunda, her yüzeyin yansımış toplam renkli ışığa katkı oranının,

belirlenmesi olmak üzere iki ayrı bölümde ele alınacaktır.

V.3.1. KÜRE İÇ YÜZEYİNDE, YANSITMA ÇARPANLARI VE BÜYÜKLÜKLERİ FARKLI YÜZEYLERİN YER ALMASI DURUMUNDA, HER YÜZEYİN YANSIMIS TOPLAM IŞIK AKISI İLE OLUŞAN AYDINLIĞA KATKI ORANININ BELİRLENMESİ

Yansıtma çarpanı yüksek olan bir yüzeyin, yansıtma çarpanı alçak olan bir yüzeye oranla daha çok ışık yansıtacağı bilinmektedir. Küre iç yüzeyinin yansıtma çarpanları ve büyüklükleri birbirinden farklı yüzeylerden oluşması durumunda ise, açık yüzeylerin koyu yüzeylere göre daha fazla ışık yansıtacağı açıktır.

Küre içinde yer alan belli büyüklükteki bir yüzeye gelen dolaysız ışık akısı, yüzeyden yüzeyin yansıtma çarpanı (r_1) ve yüzeyin büyüklüğüne (s_1) bağlı olarak, yani ($r_1 \cdot s_1$) oranında yansiyacaktır. Böyle bir s_1 yüzeyinin yansımış toplam ışıkla oluşan aydınlığa katkı oranı, s_1 yüzeyi ile toplam yüzeyin (S) ışık yeginaliklerinin oranına (I_1/I) eşit olacaktır. Bir başka deyişle, toplam iç yüzey (S), iç yüzeylerin ortalama yan-

sıtma çarpanı ($\bar{r}$) ise, (s_1) yüzeyinden yansıyan ışık akısının oluşturduğu aydınlığın, yansımış toplam ışık akısı ile oluşan aydınlığa oranı ($r_1 s_1 / \bar{r} S$), yani s_1 ve S yüzeylerinin ışık yegınlıklerinin oranına eşittir. Bu durum, aşağıdaki gibi bir eşitlikle gösterilir.

$$\frac{I_1}{I} = \frac{r_1 \cdot s_1}{\bar{r} \cdot S} \quad (9)$$

Burada;

s_1 : küre iç yüzeyinde yer alan 1 numaralı yüzeyin alanı,

r_1 : küre iç yüzeyinde yer alan 1 numaralı yüzeyin, yansıtma çarpanı,

S : küre iç yüzeyinin toplam alanı,

$\bar{r}$: küre iç yüzeyinin ortalama yansıtma çarpanı,

I_1 : küre iç yüzeyinde yer alan 1 numaralı yüzeyin ışık yegınlığı,

I : küre iç yüzeyin ışık yegınlığı,

olarak gösterilmiştir.

Bu eşitlik aşağıdaki gibi tanıtlanabilir:

- Bir lambert yüzeyinin herhangi bir doğrultudaki ışıklılığı (L), yüzeyin ortalama aydınlığı (E) ile yüzeyin yansıtma çarpanının (r) çarpımına eşittir(68,69).

$$L = E \cdot r \text{ (asb)} \quad (10)$$

- Bir lambert yüzeyinin ışık yegınlığı (I) ise, yüzeyin ışıklılığı (L) ile, yüzeyin görünen alanının (s) çarpımına eşittir(70,71,72):

$$I = L \cdot s \text{ (cd)} \quad (11)$$

- 10 numaralı eşitlik, 11 numaralı eşitlikteki yerine konulduğunda

$$I = E \cdot r \cdot s \text{ (cd)} \quad (12)$$

olacaktır. Yani, tam donuk bir yüzeyin ışık yegınlığı, yüzeyin ortalama aydınlık düzeyi, yansıtma çarpanı ve alanının çarpımına eşittir.

- Değişik ışık yegınlığındeki iki Lambert yüzeyinin ışık yegınlıkları arasındaki oran ise,

$$\frac{I_1}{I_2} = \frac{E_1 \cdot r_1 \cdot s_1}{E_2 \cdot r_2 \cdot s_2} \quad (13)$$

biçiminde hesaplanır.

- Ulbricht küresinde yer alan belli bir (r_1) yansıtma çarpanı olan (s_1) yüzeyinin, toplam küre yüzeyinin ışık yegınlığına oranı, yukarıdaki 13 numaralı eşitliğe uygun olarak belirlenir. Ancak bu durumda;

- . küre iç yüzeyinde, yansımış ışık akısının oluşturduğu aydınlığın düzgün yayılmış olduğu bilindiğine göre, $E_1 = E_2$ olacaktır.
- . küre iç yüzeyi toplam alanının yansıtma çarpanı olarak, aydınlatma hesaplarında yararlanılan ve aşağıda verilen formül aracılığı ile belirlenen "ortalama yansıtma çarpanı ($\bar{r}$)" kullanılmaktadır.

$$\bar{r} = \frac{r_1 s_1 + r_2 s_2 + r_3 s_3 + \dots + r_n s_n}{(s_1 + s_2 + s_3 + \dots + s_n)} \quad (14)$$

Burada;

r_1 : 1 numaralı yüzeyin yansıtma çarpanı,

r_2 : 2 numaralı yüzeyin yansıtma çarpanı,

r_3 : 3 numaralı yüzeyin yansıtma çarpanı,
 r_n : n numaralı yüzeyin yansıtma çarpanı,
 s_1 : 1 numaralı yüzeyin alanı,
 s_2 : 2 numaralı yüzeyin alanı,
 s_3 : 3 numaralı yüzeyin alanı,
 s_n : n numaralı yüzeyin alanı,
 S : küre iç yüzeyi toplam alanı ($s_1 + s_2 + s_3 + \dots + s_n$),

olarak gösterilmiştir(73,74).

Böylece, 13 numaralı formül,

$$\frac{I_1}{I} = \frac{r_1 \cdot s_1}{\bar{r} \cdot S} \quad (15)$$

olarak elde edilir. Bir başka deyişle, toplam iç yüzey alanı (S), iç yüzeylerin ortalama yansıtma çarpanı ($\bar{r}$) ise, yansıtma çarpanı (r_1) olan bir (s_1) yüzeyinin, yansımış toplam ışıkla oluşan aydınlığa katkı oranı, (s_1) ve (S) yüzeylerinin ışık yegînlüklerinin oranına eşit olup, ($r_1 s_1 / \bar{r} S$) biçiminde hesaplanır.

- Yüzeylerin yansıtma çarpanlarının eşit olması durumunda, ışık yegînlükleri oranının, yalnızca yüzey büyüklüklerinin oranına eşit, yani,

$$\frac{I_1}{I} = \frac{s_1}{S} \quad (16)$$

olacağı açıktır.

Aşağıdaki bölümde, burada tanıtılanan eşitlikten yararlanılarak, küre iç yüzeyinin, yansıtma çarpanları ve büyüklükleri farklı yüzeylerden oluşması durumunda, her yüzeyin, yansımış toplam ışığın oluşturduğu aydınlığa katkı oranından ne gibi sonuçların çıkarılabileceği konusu ele alınacaktır.

(*) Bir yüzeyin ışık yeginliğinin, toplam iç yüzeyin ışık yeginliğine oranı ($I_1/I = r_1 s_1 / \bar{r} S$), yazının bundan sonraki bölümlerinde kimi zaman kısaca "yüzeyin ışık yeginlik oranı ya da ışık yeginlik katkı oranı" olarak adlandırılacaktır.

V.3.2. KÜRE İÇ YÜZEYİNDE, YANSITMA ÇARPANLARI VE BÜYÜKLÜKLERİ FARKLI YÜZEYLERİN YER ALMASI DURUMUNDA, HER YÜZEYİN YANSIŞMIŞ TOPLAM IŞIĞIN OLUŞTURDUĞU AYDINLIĞA KATKI ORANINDAN ELDE EDİLEN SONUÇLAR

Küre iç yüzeyinde yansıtma çarpanları ve büyüklükleri değişik yüzeylerin yer alması durumunda, her yüzeyin yansıtmış ışık akısı (kısaca, yansıtmış ışık) ile oluşan aydınlığa katkısının, söz konusu yüzeyin ışık yeginliğinin, toplam yüzey alanının ışık yeginliğine oranı kadar olduğu ve bu oranın

$$\frac{I_1}{I} = \frac{r_1 \cdot s_1}{\bar{r} \cdot S} \quad (15)$$

eşitliği ile hesaplandığı V.3.1. bölümde tanıtlanmıştır. Bu eşitlikten; küre iç yüzeyinin yansıtma çarpanı ve büyüklükleri farklı yüzeylerden oluşması durumunda;

- 1- belli bir yansıtma çarpanı (r_1) ve alanı (s_1) olan bir yüzeyin, yansıtmış toplam ışığın küre yüzeyinde oluşturduğu aydınlığa katkısının, kendi yansıtma çarpanı ile büyüklüğünün çarpımının ($r_1 s_1$), toplam yüzeyin ortalama yansıtma çarpanı ($\bar{r}$) ile toplam yüzey alanının (S) çarpımına oranı kadar,
- 2- ayrı nitelikteki yüzeylerin birlikte oluşturdukları yansıtmış toplam ışığın küre yüzeyinde oluşturduğu aydınlığın (E_y), dolaysız ışığın küre yüzeyinde oluşturduğu aydınlığa (E_d) oranının, kürede, yansıtma çarpanı, toplam yüzeyin ortalama yansıtma çarpanı ve büyüklüğü de toplam yüzey büyüklüğü kadar olan tek bir yüzeyin yer alması durumundaki orana eşit, yani,

$$\frac{I_1}{I} + \frac{I_2}{I} + \frac{I_3}{I} + \dots + \frac{I_n}{I} = \frac{I}{I} = 1 \quad (17)$$

olacağı,

- 3- belli bir ışık yegınlık katkı oranının, yansıtma çarpanı ve büyüklükleri birbirinden farklı iki yüzey tarafından sağlanabileceğı, yani herhangi bir yüzeyin yansıtma çarpanı ve/ya da büyüklüğü değıştirilerek, bir başka yüzeyin ışık yegınlık katkı oranına getirilebileceğı,

sonuçlarına varılır.

Bu sonuçları, aşağıdaki gibi, sayısal bir örnekle, açıklamak yararlı olacaktır.

Küre iç yüzeyinde, toplam yüzeye oranı ($s_a = 0.75$), ($s_b = 0.25$) ve yansıtma çarpanları sıra ile ($r_a = 0.80$), ($r_b = 0$) olan, A ve B yüzeylerinin yer alması durumunda (bkz. Şekil 15), küre iç yüzeyinin ortalama yansıtma çarpanı, 14 numaralı formüle göre,

$$\bar{r} = \frac{r_a \cdot s_a + r_b \cdot s_b}{s_a + s_b} \quad (18)$$

$$\bar{r} = \frac{0.75 \cdot 0.8 + 0.25 \cdot 0}{0.75 + 0.25} = 0.60$$

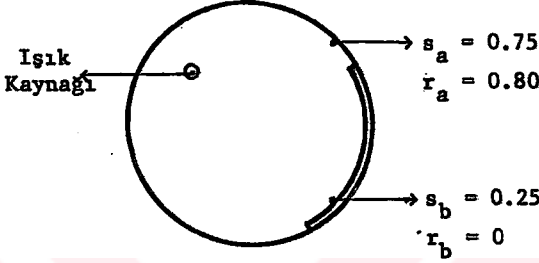
olarak bulunur. A ve B yüzeylerinin ışık yegınlıklarının ($I_a - I_b$), toplam yüzeyin ışık yegınlığına (I) oranı ise 13 numaralı formüle göre hesaplandığında,

$$\frac{I_a}{I} = \frac{r_a s_a}{\bar{r} S} = \frac{0.75 \times 0.80}{0.60 \times (0.75 + 0.25)} = \frac{0.60}{0.60} = 1 \quad (15)$$

$$\frac{I_b}{I} = \frac{r_b s_b}{\bar{r} S} = \frac{0.25 \times 0}{0.60 \times (0.75 + 0.25)} = \frac{0}{0.60} = 0 \quad \text{olacak ve}$$

$$\frac{I_a}{I} + \frac{I_b}{I} = 1 \quad (17)$$

olarak bulunacaktır.



ŞEKİL 15

Bu hesaplamalardan da görüldüğü gibi;

- Yansımış ışığın tümünü oluşturan A ve B yüzeylerinin ışık yeginaliklerinin, toplam yüzeyin ışık yeginalığına oranlarının toplamı (1) olmaktadır. Bu nedenle, A ve B yüzeylerinin ışık yeginaliklerinin toplamı, büyüklüğü A ve B yüzeylerinin toplam büyüklüğüne, ve yansıtma çarpanı söz konusu yüzeylerin ortalama yansıtma çarpanına eşdeğer tek bir yüzeyin (C) ışık yeginalığına (ışık yeginalık oranına) eşit olmaktadır.
- B yüzeyinin yansıtma çarpanının (0) olması nedeniyle, B yüzeyinin ışık yeginalık oranı da (0) olmakta ve, bu yüzeyin, yansımış ışığın oluşmasına katkısı olmamaktadır. Bunun sonucu olarak, yansımış toplam ışığın (ya da, yansımış toplam ışığın oluşturduğu aydınlığın) tümünün, A yüzeyi tarafından oluşturulduğu ortaya çıkar.
- A yüzeyi, yansıtma çarpanı, hesaplanan ortalama yansıtma çarpanı değerinde (0.60), ve büyüklüğü, A ve B yüzeylerinin toplam büyüklük oranı kadar olan bir yüzeyin ışık yeginalığındadır. Bir başka deyişle, A yüzeyi, yansıtma çarpanı 0.60, yüzey büyüklük oranı 1 olan, daha büyük bir yüzeyin (C) ışık yeginalık oranındadır, yani, yansıtma çarpanları ve büyüklükleri farklı olan A ve C yüzeyleri aynı ışık yeginalık oranı değerini taşımaktadır. Buradan da, her-

hangi bir yüzeyin yansıtma çarpanı ve/ya da büyüklüğü değiştirilerek bir başka yüzeyin ışık yegınlık oranına getirilebileceğı anlaşılr.

V.3.3. KÜRE İÇ YÜZEYİNDE, DEĞİŞİK RENKTEKİ RENKLİ YÜZEYLERİN YER ALMASI DURUMUNDA, HER YÜZEYİN YANSIŞMIŞ TOPLAM RENKLİ IŞIĞA KATKI ORANI

Renkli bir yüzeye gelen beyaz ışığın, yüzeyin tayfsal yansıtma çarpanları eğrisine bağılı bir biçimde renklenerek, yüzeyden renkli ışık olarak yansıyacağı bilinmektedir (bkz. I.2. bölüm). Bu durumda yüzeyden yansıyan ışık, yüzeyin büyüklüğü ve yüzeyin yansıtma çarpanının çarpımı ile orantılı bir renkli ışık içerecektir. Yüzeyin büyüklüğü ve/ya da yansıtma çarpanı arttıkça, yüzeyden yansıyan renkli ışık oranı artacak, yüzey küçüldükçe ve/ya da yansıtma çarpanı azaldıkça, yüzeyden yansıyan renkli ışık oranı da azalacaktır.

Küre iç yüzeyinde değişik renkteki renkli yüzeylerin yer alması durumunda, beyaz ışık kaynağından küre yüzeyine gelen dolaysız ışık, her yüzeyin tayfsal yansıtma çarpanları eğrisine ve büyüklüğüne bağılı olarak renklenerek yansıyacaktır. Yani,

- . birinci yansıma sonunda, renkli yüzeylerin birinden yansıyan renkli ışığın çokluğu (R_0), yüzeyin yansıtma çarpanı ve büyüklüğüne (r_s) bağılı olacaktır. Küredeki yüzeylerin tümünün, aynı yansıtma çarpanı değerini taşıması durumunda ise, her yüzeyin yansıttığı renkli ışığın çokluğu kendi yüzey büyüklüğü ile orantılı olacaktır.
- . birinci yansıma sonunda yüzeylerden birinden renklenerek yansıyan renkli ışığın, bir başka renkli yüzeye gelmesi durumunda, ikinci yüzeyden yansıyan ışığın çokluğu, ikinci yüzeyin gelen renkli ışık için olan yansıtma çarpanına ve bu yüzeyin büyüklüğüne bağılı olacaktır. İkinci yüzeyin, birinci yansıma sonundaki renkli ışık için yansıtma çarpanı yüksekse, yüzeyden yansıyan ışık oranı artacak, alçaksa azalacaktır.

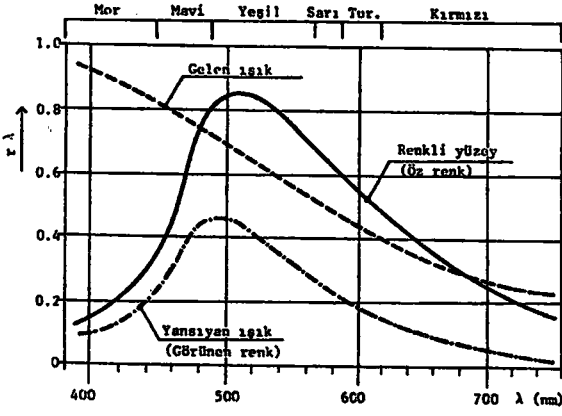
- . ikinci yansıma sonunda ikinci yüzeyden yansıyan renkli ışığın tekrar birinci yüzeye gelmesi durumunda, birinci yüzeyden yansıyan renkli ışığın çokluğu, ikinci yüzeyden yansıyan renkli ışık için, birinci yüzeyin yansıtma çarpanına ve yüzeyin büyüklüğüne bağlı olarak, ikinci yansımada olduğu gibi, değişim gösterecektir. Yani, ikinci yansıma sonunda ikinci yüzeyden yansıyan renkli ışık için, birinci yüzeyin yansıtma çarpanı yüksekse, birinci yüzeyden yansıyan renkli ışık oranı artacak, alçaksa azalacaktır.

Yukarıda anlatılan olaylar, kürede yer alan renkli yüzeyler arasında ard arda yinelenerek, sonsuza dek sürüp gidecek, ve sonsuz yansımalar -yansıma- sonunda her yüzey, belli bir oranda (kendi renginde) renkli ışık (ROy) yansıtarak, yansıymış toplam renkli ışığa ve buna bağlı olarak da, yansıymış ışığın oluşturduğu aydınlığa katkıda bulunacaktır.

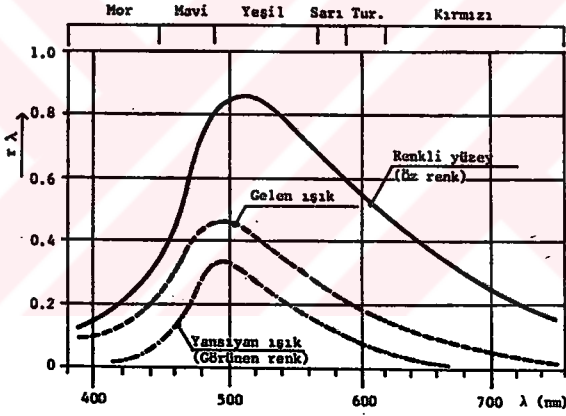
Herhangi bir renkli yüzeyin, ilk yansıma sonunda yansıttığı renkli ışık (RO) çokluğunun, o yüzeyin yansıma sonunda yansıttığı, toplam renkli ışığa (ROy) oranı, yüzeylerin tayfsal yansıtma çarpanlarına bağlı olarak değişim gösterecektir(*). Küre iç yüzeylerinden birinin, ikinci renkli yüzeyden yansıyan renkli ışık için yansıtma çarpanının düşük olması, ikinci yüzeyin rengindeki ışığın, yansıymış toplam renkli ışığın içindeki oranını azaltacak, kendi renkli ışık oranını arttıracaktır. Bunun doğal bir

(*) Küre iç yüzeyinin tek renkli olması durumunda, her yansıma sonunda yansıyan ışık, yüzeye gelen ışığın tayfı ile yüzeyin tayfsal yansıtma çarpanları eğrisinin çarpımına bağlı bir biçimde renkli ışık içerecektir. Yani, her yansımada, yansıyan ışığın türünde değişiklik olmamasına karşın, yansıyan ışığın renksel doymuşluğu(*) artacaktır. Bir başka deyişle, yansıyan ışığın tayfı, Şekil 16'da gösterildiği gibi, gitgide daralacaktır. Bunun sonucunda da, her yansıma sonunda yansıyan renkli ışık oranı, ondan bir önceki yansımada yansıyan ışığın içerdiği renkli ışık oranına göre daha yüksek olacaktır. Ve bu oran, ard arda yansımalarla sürekli artış gösterecektir. Bu artma oranının, yüzeyin, o renkteki ışık için olan yansıtma çarpanı değerine bağlı olacağı açıktır.

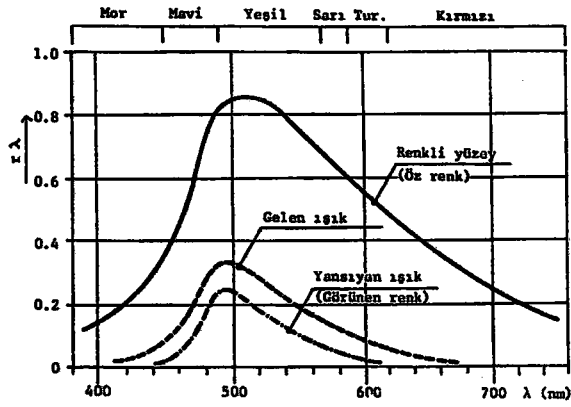
(*) Renksel doymuşluk: Tüm duyulanma içinde arı tayfsal (tek renkli) renk oranını değerlendirmeyi sağlayan görsel duyulanma vergisi(75).



ŞEKİL 16a



ŞEKİL 16b



ŞEKİL 16c

sonucu olarak, her yansıma sırasında, yüzeylerden yansıyan renkli ışığın nicelik ve niteliği bir önceki ve bir sonraki yansımış ışığın nicelik ve niteliğinden farklı olacaktır.

Yansıma sonunda, her yüzey belli bir oranda kendi rengindeki, renkli ışığı yansıtarak, yansımış toplam renkli ışığa katkıda bulunacaktır. Buradan, kürede (kapalı bir mekanda) yer alan renkli bir yüzeyin, tüm renkli yüzeylerin oluşturdukları toplam yansımış renkli ışığa katkı oranının, yansıma sonunda kendisinin yansıttığı toplam renkli ışık (ROy) oranı kadar olacağı ortaya çıkar.

Öte yandan, kürede yer alan renkli yüzeylerin, yansıma oluşturdukları kendi renklerindeki, renkli ışıkların (değişik oranlardaki ROy'lerin), yansımış toplam renkli ışık içindeki oranlarına bağlı olarak, iç yüzeylerin görünen renklerinde belli bir değişime — renk dönmesine — yol açacakları açıktır. Bir başka deyişle, yansıma sonunda yüzeylerde gözlenen renk dönmeleri, yüzeylerin, yansımış toplam renkli ışığa katkı oranlarına bağlı olarak değişim göstermektedir. Küredeki bir yüzeyin, yansımış toplam renkli ışığa katkı oranına bağlı olarak, öteki yüzeyler üzerinde yol açtığı renk dönmelerinin incelenebilmesi için, küredeki her renkli yüzeyin, yansımış toplam renkli ışığa katkı oranının kesin olarak bilinmesi gereklidir.

Bu nedenle, küre yüzeyinde yer alan renkli bir yüzeyin, yansımış toplam renkli ışığa katkı oranının sayısal olarak belirlenmesinde kullanılabilecek bir yöntem geliştirilmiştir. Söz konusu yöntem aşağıdaki bölümde anlatılacaktır.

V.4. KÜRE İÇ YÜZEYİNDE DEĞİŞİK RENKTEKİ RENKLİ YÜZEYLERİN YER ALMASI DURUMUNDA, HER YÜZEYİN YANSIMIS TOPLAM RENKLİ IŞIĞA KATKI ORANININ BELİRLENMESİNDE KULLANILABİLECEK YENİ BİR YÖNTEM

Yukarıdaki bölümde belirtildiği gibi, küre iç yüzeyinde yer alan renkli bir yüzey, yansımış toplam renkli ışığa, yansıma sonunda yansıttığı

renkli ışık (ROy) oranında katkıda bulunmaktadır. Bu oranın nicelik (sayısal) olarak belirlenebilmesi için de, yüzeyden ilk yansıma sonunda yansıyan renkli ışık çokluğu (RO) ile, yansıma sonunda yansıyan toplam renkli ışık oranı (ROy) arasındaki ilişkinin kurulması gereklidir.

Küre iç yüzeyinde yer alan renkli bir yüzeyin, yansıma sonunda yansıttığı toplam renkli ışık çokluğunun (ROy), ilk yansıma sonunda yüzeyden yansıyan renkli ışığa (RO) göre, nasıl bir değişim gösterdiğinin saptanmasında, Ulbricht küresinde "yansımış toplam ışık akısının, ışık kaynağı toplam ışık akısına oranının" hesaplanmasında yararlanılan yöntem (V.1. bölüme bkz.) benzer bir yöntem izlenerek, RO ve ROy arasında, aşağıda açıklandığı gibi bir ilişki kurulabilir.

Küre iç yüzeyinde yer alan renkli bir yüzeyden yansıyan, renkli ışık,

birinci yansımadan sonra	$RO = (r_1 s_1)$
ikinci yansımadan sonra	$RO \cdot RO = RO^2$
üçüncü yansımadan sonra	$RO^2 \cdot RO = RO^3$
.	.
.	.
.	.
n'inci yansımadan sonra	RO^n

olacaktır. Yansıma sonunda yüzeyden yansıyan, toplam renkli ışık (ROy) ise,

$$ROy = RO + RO^2 + RO^3 + RO^4 + \dots + RO^n$$

$$ROy = RO (1 + RO^2 + RO^3 + RO^4 + \dots + RO^{n-1})$$

olur. $(1 + RO^2 + RO^3 + RO^4 + \dots + RO^n)$ serisi $-1 < RO < 1$ koşulu için içbükey bir seridir ve $n \rightarrow \infty$ için sonsuz olmayan bir değeri vardır.

$RO = r_1 s_1$ olduğuna göre $0 < RO < 1$ dir. Bu durumda $(1 + RO^2 + RO^3 + RO^4 + \dots + RO^n) = 1/(1-RO)$ olacaktır. Buradan da,

$$ROy = RO/(1-RO)$$

olarak elde edilecektir. Bu eşitlik aracılığı ile, yüzeyin birinci yansıma sonunda yansıttığı renkli ışığı,

$$RO = ROy / (1 + ROy) \quad (20)$$

biçimindeki bir eşitlikle hesaplamak olanaklıdır. Yani, kürede yer alan renkli bir yüzeyin,

- . ilk yansımada yansıttığı renkli ışık çokluğunun (RO) bilinmesi durumunda, o yüzeyin yansıma sonunda yansıttığı toplam renkli ışığın çokluğu (ROy) 19 numaralı(*),
- . yansıma sonunda yansıttığı toplam renkli ışığın çokluğunun (ROy) bilinmesi durumunda, o yüzeyin ilk yansımada yansıttığı renkli ışık çokluğunun (RO) 20 numaralı,

eşitlik aracılığı ile, nicelik olarak, hesaplanabilir.

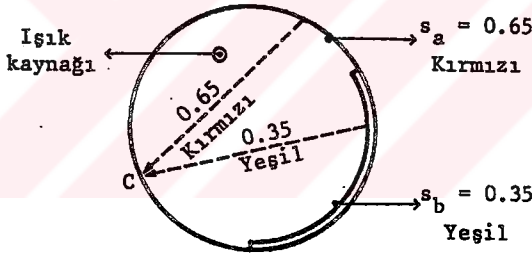
(*) 19 numaralı formül, V.1. bölümdeki 8 numaralı formül ile benzerdir. Bu nedenle, 8 numaralı formüle bağlı olarak hazırlanan, ve V.I. bölümde verilen, Çizelge 1'deki (r) yerine (RO), $(\Phi_r \text{ top} / \Phi_0)$ yerine de (ROy) konulduğunda, istenilen herhangi bir RO ya da ROy değeri kolaylıkla bulunur.

Kürede yeralan renkli bir yüzeye gelen dolaysız ışığın, birinci yansıma sonunda, yüzeyin yansıma çarpanı ve büyüklüğüne bağlı bir biçimde renklerek yansıyacağı V.3.3. bölümde belirtilmiştir. Buna göre, küredeki renkli yüzeylerin tümünün yansıtma çarpanlarının eşit olması durumunda, herhangi bir yüzeyden birinci yansıma sonunda yansıyan renkli ışığın (RO) çokluğunun, yüzeyin gerçek büyüklüğü ile orantılı olacağı açıktır. Bir başka deyişle, renkli yüzeyin ilk yansımada yansıttığı renkli ışığın oranını, doğrudan doğruya yüzeyin büyüklük oranına eşittir. Renkli yüzeylerin yansıtma çarpanlarının eşit olmaması durumunda ise, ilk yansıma sonunda bir yüzeyden yansıyan renkli ışığın (rs) ile orantılı olarak değişim göstereceği bir kez daha anımsatılır.

Yukarıda anlatılan yöntemin, ve küre iç yüzeyinde yeralan renkli bir yüzeyin, yansıma sonunda yansıttığı toplam renkli ışık (ROy) oranının, bi-

rinci yansıma sonunda yüzeyden yansıyan renkli ışık oranına göre nasıl bir değişim gösterdiğinin, daha iyi anlaşılabilmesi için, konuya ilişkin sayısal bir örnekle tanıtlanması yararlı olacaktır.

Küre iç yüzeyinde, toplam yüzeye oranı ($s_a = 0.65$), ($s_b = 0.35$) olan, çok dar tayflı kırmızı (A) ve yeşil (B) renkli, aynı yansıtma çarpanındaki ve lambert yüzeyi özelliği taşıyan, iki yüzeyin yer alması durumunda (bkz. Şekil 17), yüzeyler, birinci yansıma sonunda, kendi büyüklükleri oranında renkli ışık yansıtacaklardır. Yani, küre yüzeyindeki bir C noktası, birinci yansıma sonunda, 0.65 oranında kırmızı ve 0.35 oranında yeşil ışık içeren renkli ışıkla aydınlanacaktır. Bir başka deyişle, kırmızı yüzey için $RO_a = 0.65$, yeşil yüzey için de $RO_b = 0.35$ olacaktır (Burada, yüzeylerin tayfsal yansıtma çarpanları eğrisi dar tayflı olduğundan, kırmızı yüzeyin yeşil, yeşil yüzeyin de kırmızı renkli ışıkları yansıtmadığı varsayılmıştır).



ŞEKİL 17

Sonsuz yansımalar sonunda, C noktasını aydınlatan, yansımış toplam renkli ışık içindeki, kırmızı ve yeşil renkli ışıkların oranı ise, $RO_y = 1/(1-RO)$ eşitliğine bağlı olarak değişecektir. Bu değişim aşağıda verilen çizelgede gösterildiği gibi olacaktır.

Yüzey Büyüklük Oranı	RO	RO _y
$s_a = 0.65$	0.65	1.86
$s_b = 0.35$	0.35	0.538

Yani, yeşil renkli ışığın kırmızı renkli ışığa oranı, birinci yansıma so-

nunda, $ROb/ROa = 0.35/0.65 = 0.538$ iken, yansıma sonunda $ROy.b/ROy.a = 0.538/1.86 = 0.289$ olmaktadır.

Yukarıdaki hesaplamalar irdelendiğinde, kürede yer alan renkli yüzeylerin yansıtma çarpanlarının eşit olması durumunda,

- a. yüzeylerin, birinci yansıma sonunda yansittikleri renkli ışık oranlarının, kendi yüzey büyüklük oranları olduğu,
- b. birinci yansıma sonunda, küçük yüzeyin yansittiği renkli ışığın, büyük yüzeyin yansittiği renkli ışığa oranının, yansıma sonundaki orana göre daha büyük olduğu ($ROb/ROa > ROy.b/ROy.a$) yani,
 - . büyük yüzeyin, yansıma sonundaki toplam renkli ışığa katkısının, ilk yansıma sonundaki toplam renkli ışığa katkısına göre daha çok, küçük yüzeyinkinin ise daha az olduğu,
 - . büyük ve küçük yüzeylerin yansıma sonunda yansittikleri ayrı renkteki iki ışığın birbirine oranı ($ROy.a/ROy.b = X$), aynı renklerdeki daha büyük ve daha küçük iki yüzeyin, birinci yansıma sonunda yansittikleri renkli ışıkların oranına ($RO_A/RO_B = X$) karşılık geleceği; ve buna bağlı olarak, yansıma sonunda oluşan toplam renkli ışığın içindeki renkli ışık oranlarını sağlayan renkli iki yüzeyin yaptığı renksel etkinin, birinci yansıma sonunda, aynı oranı veren daha büyük ve daha küçük iki yüzeyin yaptığı renksel etki ile aynı olacağı,
- c. yüzeylerin, yansıma sonunda oluşan yansımış toplam renkli ışığın içindeki oranlarına ($ROy.a$ ve $ROy.b$) bağlı olarak, küredeki renkli yüzeyler üzerinde renksel etkiye, yani renk dönmesine yol açacakları göz önüne alınarak; belli bir renk dönmesi yaptığı saptanan $ROy.a$ ve $ROy.b$ oranlarının bilinmesi durumunda, renk dönmesine neden olan yüzeylerin gerçek büyüklüklerinin (gerçek büyüklük oranlarının) bulunabileceği,

ortaya çıkar.

Küre iç yüzeyinde değişik renkteki renkli yüzeylerin yer alması durumunda,

her yüzeyin yansımış toplam renkli ışığa katkı oranı (ROy), yukarıda anlatılan yöntem aracılığı ile belirlenirken, normal iç mimari düzenlemelerde kullanılan renkli yüzeylerin büyük bir çoğunluğunun, burada ele alınan örnekte olduğu gibi, çok dar tayflı (renksel doymuşluğu yüksek) renkler olmadığı gözönüne alınmalıdır. Çünkü, bilindiği gibi, geniş tayflı yüzeyler, kendi görünen renklerinin yanı sıra, öteki renklerdeki ışıkları da belli oranlarda yansıtırlar. Bu nedenle, belli bir renk dönmesine yol açan renkli yüzeyin büyüklük oranı belirlenirken, o yüzeyin, hacim içinde yer alan öteki renkleri de ne oranda içerdiğinin (yani, hangi oranlarda yansıttığının) saptanıp, renkli yüzey büyüklük oranları arasında gerekli düzeltmelerin yapılması zorunludur. Ancak bu işlemler yapıldıktan sonra, o yüzeyin, büyüklük oranı belirlenmiş olur.

Küre için yapılan tüm tanıtılamaların, her yanı kapalı, tüm iç yüzeyleri birbirini gören ve boyutları arasındaki oran, mimari hacimler için olağan sayılabilecek mekanlar için de geçerli olduğu (bkz. V.2. bölüm) gözönüne alındığında, yukarıda açıklanan yöntem aracılığı ile,

"her yanı kapalı, tüm iç yüzeyleri birbirini gören ve boyutları arasındaki oran, mimari hacımlar için olağan sayılabilecek bir iç mekanda yer alan renkli bir yüzeyin, yansımış toplam renkli ışığa katkı oranına bağlı olarak, öteki yüzeylerde renk dönmesine yol açacağı; ve belli bir renk dönmesi yaptığı saptanan, yansımış toplam renkli ışığın içindeki tüm renkli ışık oranlarının (bütün ROy'lerin) bilinmesi durumunda, bu oranlar yardımıyla, yüzeylerin, birinci yansıma sonunda yansıttıkları renkli ışık oranlarının (RO'lerin) ve yüzey büyüklük oranlarının saptanmasının olanaklı olduğu"

ortaya çıkar.

V.5. KÜRE İÇ YÜZEYİNDE YER ALARAK, YANSIŞMIŞ TOPLAM RENKLİ IŞIĞA (NİCELİK VE NİTELİK OLARAK) KATKIDA BULUNAN RENKLİ BİR YÜZEYİN, IŞIK YEĞİNLİK ORANI İLE ÖTEKİ RENKLİ YÜZEYLERDE YOL AÇTIĞI RENK DÖNMEŞİ ARASINDAKİ İLİŞKİNİN KURULMASI

V.3.1. bölümde belirtildiği üzere, küre iç yüzeyinde yer alan herhangi bir yüzeyin, yansıtmış toplam ışıığa katkısı —nicelik olarak— kendi yansıtma çarpanı ile büyüklüğünün çarpımı oranındadır. Yani, her yüzey kendi ışık yeğİnliğinin, toplam iç yüzey ışık yeğİnliğine oranına ($I_1/I = r_1 s_1 / \overline{FS}$) bağılı olarak, yansıtmış ışığın oluşturduğu aydınlığa katkıda bulunacaktır.

Öte yandan, V.4. bölümde anlatılan yöntem aracılığı ile, küre iç yüzeyinde yer alan renkli bir yüzeyin yansıtmış toplam renkli ışıığa katkısının —nitelik olarak— yansıma sonunda yansıttığı toplam renkli ışık oranı (RO_y) kadar olacağı ve bu orana bağılı olarak, küre yüzeyindeki herhangi bir noktada renk dönmesi yapacağı tanıtlanmıştır.

Yukarıdaki iki durum birleştirildiğinde, "Ulbricht küresine benzer özellikler taşıyan kapalı bir hacimde yer alan renkli bir yüzeyin ışık yeğİnliğinin toplam iç yüzeyin ışık yeğİnliğine oranı ($r_1 s_1 / \overline{FS}$) hesaplanarak, o ışık yeğİnliği oranındaki renkli bir yüzeyin, yansıtmış ışık nedeniyle, öteki renkli yüzeyler üzerinde yol açtığı renksel etkinin (renk dönmelerinin) saptanabileceği" sonucuna varılabilir. Bir başka deyişle, belli bir büyüklüğü ve yansıtma çarpanı olan renkli bir yüzeyin oluşturduğu yansıtmış ışığın, o iç mekanda yer alan başka renkli bir yüzey üzerinde yol açacağı renksel etkinin, ($r_1 s_1 / \overline{FS}$) oranına bağılı olarak değişim göstereceği söylenebilir.

Bu doktora çalışmasında, yukarıda kuramsal olarak kurulan ilişkiden yararlanarak, "Ulbricht küresine benzer özellikler taşıyan, dikdörtgenler prizması biçimindeki kapalı bir mekanda yer alan belli bir yansıtma çarpanı ve yüzey büyüklük oranı olan renkli bir yüzeyin yansıtmış ışık nedeniyle, iç yüzeylerde kullanılan öteki renkli yüzeyler üzerinde yol açacağı renksel etkinin (renk dönmesinin), o yüzeyin ışık yeğİnliğinin, toplam

iç yüzeyin ışık yeğirliğine oranına (ve buna bağılı olarak yüzey büyüklük oranına göre) ne gibi bir değışim gösterdiğinin belirlenmesi" amaçlanmış-
tır. Bu değışimin incelenebilmesi ve yukarıda belirtilen ilişkinin doğıru-
lanabilmesi için, yansısmış ışık nedeniyle,

- kapalı bir mekanın iç yüzeylerinde yer alan renkli bir yüzeyin, iç mekandaki öteki renkli yüzeylerde belli bir renk dönmesine yol açan yüzey büyüklük oranının,
- belli bir renk dönmesine yol açan ve belli bir büyüklük oranında olan renkli bir yüzeyin ışık yeğirlik oranının,

saptanması gereklidir.

Aşağıdaki bölümlerde, kapalı bir mekanda, yansısmış ışık nedeniyle bir-
birleri üzerinde belli bir renk dönmesine yol açan renkli yüzeylerin, yü-
zey büyüklük ve ışık yeğirlik oranlarının belirlenmesi için, bu çalışmada
kullanılan deney ve hesap yöntemleri ve de bunlardan elde edilen sonuçlar
anlatılacaktır.

VI. YANSIŞMIŞ TOPLAM RENKLİ IŞIĞA KATKILARI NEDENİYLE, BELLİ BİR RENK DÖNMESİNE YOL AÇAN YÖZEYLERİN, BOYÜKLÜK ORANLARININ SAPTANMASI

V.2. bölümde, küre biçimi üzerinde yapılan tüm tanıtlama ve eşitliklerin, dikdörtgenler prizması biçimi içinde "kılğısal alanda kabuledilebilir bir yaklaşıklıkla" geçerli olduğı sonucuna varılmıştır.

Ayrıca, küre içine yerleştirilen bir ışık kaynağından iç yüzeylere gelen dolaysız ışığın, renkli yüzeylerde yansıması ile oluşan, yansımış toplam renkli ışığın içerdığı renkli ışık oranlarının belirlenmesine ilişkin yöntem ise, V.4. bölümde anlatılmıştır.

Bu iki durum birleştirildiğinde, her yanı kapalı tüm iç yüzeyleri birbirini gören ve boyutları arasındaki oran mimari hacimler için olağan sayılabilecek, dikdörtgenler prizması biçimindeki bir iç mekanda,

- belli bir renk dönmesine yol açan, yansımış toplam renkli ışığın, içerdığı renkli ışık oranların deneysel olarak,
- yansıma sonunda bu oranlarda renkli ışık yansıtan yüzeylerin, gerçek yüzey büyüklük oranlarının hesap yolu ile,

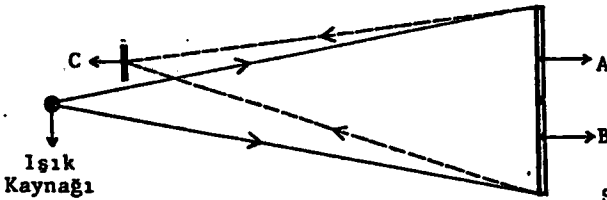
saptanmasının olanaklı olduğı ortaya çıkmaktadır.

Nitekim burada da böyle bir yol izlenmiştir. Yani, küre iç yüzeyinde yer alan renkli yüzeyler üzerinde belli bir renk dönmesine neden olan, yansımış ışığın içindeki renkli ışık oranları, bir deney düzeni aracılığıy-

la belirlenmiş ve daha sonra da, bu oranlarda ışık yansıtan yüzeylerin büyüklük oranları hesaplanmıştır.

Deney düzeninin seçiminde ve yüzey büyüklük oranlarının belirlenmesinde, küre iç yüzeyinde değişik renkteki yüzeylerin yer alması durumunda, her yüzeyin yansıtmış toplam renkli ışığa katkı oranlarının belirlenmesine ilişkin V.4. bölümde anlatılan yöntemden aşağıda belirtilen biçimde yararlanılmıştır.

1- V.4. bölümde, yansıma sonunda oluşan toplam renkli ışığın içinde bulunan, ayrı renkteki iki ışığın birbirine oranının, aynı renklerde daha farklı büyüklükteki iki yüzeyin, birinci yansıma sonunda yansıttıkları renkli ışık oranların oranına karşılık geleceği ve her iki durumda da aynı renksel etkinin elde edileceği belirtilmiştir. Buradan, "renk dönmesine neden olan renkli ışık oranlarının tek yansıma ile belirlenmesi durumunda, bu oranların, daha farklı büyüklüklerdeki yüzeylerin yansıma sonunda oluşturdukları yansıtmış toplam renkli ışık içindeki oranlarına (ya da başka bir deyişle, yansıtmış toplam renkli ışığa katkı oranlarına) karşılık geleceği" biçiminde bir sonuca varmak olanaklıdır. Bu sonuçtan yararlanılarak, bir iç mekanda, değişik renkte ve farklı büyüklükteki iki yüzey bulunması durumunda, belli bir renk dönmesine yol açan yansıtmış toplam renkli ışık içindeki renkli ışık oranlarının, tek yansıma ile elde edilmesini sağlayan bir deney düzeni kurulmuştur. Şematik olarak Şekil 18'de gösterilen bu deney düzeninden de anlaşıldığı gibi, C yüzeyine gelen iki ayrı renkteki ışığın oranı tek yansıma ile elde edilmektedir.



ŞEKİL 18- Deney Düzeni

2- Bu deney düzeni aracılığı ile elde edilen, renkli ışık oranları, kapalı bir hacimde renkli bir yüzey üzerinde belirli bir renk dönmesine yol açan yansımış toplam renkli ışığın içerdiği renkli ışık oranları (ROy'ler) kabul edilerek, yansırma sonunda söz konusu oranlarda renkli ışık yansıtan yüzeylerin, birinci yansırma sonunda yansıttıkları renkli ışık oranları (RO'lar), V.4. bölümde verilen 19 ve 20 numaralı eşitlikler aracılığı ile hesaplanmıştır. Aynı bölümde,

- iç yüzeylerin tümünün yansırma çarpanlarının aynı değeri taşıması durumunda, birinci yansırma sonunda, bir yüzeyin yansıttığı renkli ışık oranının, yüzeyin kendi büyüklüğünün oranı olacağı,
- iç yüzeylerin yansırma çarpanlarının aynı değeri taşıması durumunda ise, birinci yansırma sonunda bir yüzeyin yansıttığı renkli ışığın, $(r_1 s_1)$ ile orantılı olacağı,

belirtildiğı göz önüne alınarak yüzeylerin büyüklük oranları hesaplanmıştır.

Belli bir renk dönmesine yol açan, yansımış ışığın içindeki renkli ışık oranlarının belirlenmesine ilişkin deney yöntemi, deneylerde kullanılan renkler ve deneylerden elde edilen sonuçlar aşağıdaki bölümde; gerçek yüzey büyüklük oranlarını hesaplama yöntemi ve elde edilen sonuçlar ise daha sonraki bölümde anlatılacaktır.

VI.1. BELLİ BİR RENK DÖNMESİNE YOL AÇAN, YANSIMIS İŞİĞİN İÇİNDEKİ RENKLİ İŞİK ORANLARININ SAPTANMASINDA YARARLANILAN DENEY YÖNTEMİ, DÜZENİ VE RENKLİ İŞİK ORANLARININ BELİRLENMESİ

VI.1.1. DENEY YÖNTEMİ

Kapalı bir mekanın iç yüzeyinde yer alan renkli yüzeylerin renklerinde, belli bir renk dönmesine yol açan yansımış toplam renkli ışığın içindeki renkli ışık oranlarının (yansımış toplam renkli ışığa katkı oranlarının) saptanmasında yararlanılan deney düzeni Şekil 19'da gösterilmiştir.

Şekil 19'da verilen deney düzeninden de anlaşıldığı gibi, bu çalışmada; mekanda yalnızca renkli iki yüzeyin yer alması durumu ele alınarak, buradan bir takım sonuçların üretilmesi amaçlanmıştır. Aynı deney düzeninden yararlanılarak, mekanda ikiden fazla sayıda renkli yüzey kullanılması durumu için de geçerli olacak renkli ışık oranlarının elde edilmesi olanaklıdır. Ancak, bu doktora çalışmasının sınırları içinde, yalnızca iki rengin durumunun incelenmesi yeterli görülmüştür.

Deneylerde, belli bir renkteki yüzey üzerinde, birbirini belli adımlarla izleyen renk dönmelerine, daha açık bir deyişle, renkli yüzeyin kendi renginden başlayarak, birbirini Munsell Renk Dizgesi'ne (bkz. Ek III) göre 2.5 tür adımı farkla izleyen renk dönmelerine neden olan renkli ışık oranlarının belirlenmesi biçiminde bir deney yöntemi kullanılmıştır. Yani, Şekil 19'da gösterilen 2 numaralı panoya yerleştirilen değişik büyüklükteki (A) ve (B) yüzeylerinden yansıyan ışıklarla aydınlanan 1 numaralı panodaki A yüzeyinin A' rengini, 3 numaralı panoda yer alan ve A renginden başlayarak birbirini 2.5 Munsell tür sayısı farkla izleyen, değişik renkteki Munsell örneklerinin rengine özdeş olmasını olanaklı kılacak, A ve B renkli ışıkların oranları saptanmıştır. Böylece, belli bir renk dönmesine yol açan renkli ışık oranları belirlenmiş olmaktadır.

Ancak, söz konusu renkli ışık oranlarının belirlenebilmesi için de, 1 ve 3 numaralı panodaki renklerin birbirine eşlenmesi, bir başka deyişle belirli bir renkölçüm işleminin yapılması gerekmektedir. Birbirini belli adımlarla izleyen renk dönmelerinin saptanması için yapılan renk ölçmelerinde, öznel renkölçüm yöntemlerinden biri olan "Görsel Renkölçüm Yöntemi" kapsamına giren, "Renk Atlasları Aracılığı İle Görsel Olarak Rengin Belirlenmesi Yöntemi"nin kullanılmasına karar verilmiştir (belirtilen yönetime ilişkin ayrıntılı açıklama, EK II'de verilmiştir).

Renk ölçmeleri, renk atlasları aracılığı ile görsel olarak rengin belirlenmesi yöntemine göre yapılırken, renk atlası olarak, Munsell Renk Dizgesi'ne dayandırılarak hazırlanmış "Munsell Renk Atlası" kullanılmıştır (Munsell Renk Dizgesi ve Munsell Renk Atlası'na ilişkin açıklamalar EK III'de verilmiştir). Yani renk dönmeleri, Munsell Renk Atlası'ndaki renk

örneklerinin, Munsell Renk Dizgesi'ndeki simgeleri ile belirlenmiştir. Söz konusu belirleme işlemi, tek bir gözlemci ile gerçekleştirilmiştir. Deneylerin neden tek bir gözlemci ile gerçekleştirildiği ve seçilen gözlemcinin özellikleri EK IV'de ayrıntılı bir biçimde anlatılmıştır.

VI.1.2. DENEYLERDE KULLANILACAK IŞIK KAYNAĞININ VE RENKLERİN SEÇİMİ

a) Işık Kaynağının Seçimi

Normal aydınlatma amacıyla kullanılan ışık kaynaklarının (güneşi, akkor ve flüorışıl lamba), tayfları oldukça düzgün olduğundan, bu tür ışık kaynakları ile aydınlatılan bir çevredeki renklerin, gözün renksel uyması nedeniyle, öz renklerine çok yakın bir biçimde algılanacağı bilinmektedir (bkz. I.3. ve III.1. bölüm).

Söz konusu ışık kaynakları içinde en sık kullanılanının akkor lamba olması, ve belirlenen deney düzeninde çok yüksek nicelikte aydınlık düzeyinin sağlanması gerektiğinden, deneylerde ışık kaynağı olarak akkor lambanın kullanılmasına karar verilmiştir.

Deneylerde kullanılan akkor lambanın renk sıcaklığı $T_c = 2790^{\circ}\text{K}$ olup, Ölçün A ışığının renk sıcaklığına ($T_c = 2856^{\circ}\text{K}$) çok yakın bir değer taşımaktadır. Bu nedenle, renk dönmesi belirleme deneylerinin Ölçün A ışığına göre yapıldığı varsayılmıştır.

b) Renklerin Seçimi

Deneylerde kullanılan renkli örnekler, bütün renk türleri için geçerli olabilecek deney sonuçlarının elde edilmesini olanaklı kılan renklerden seçilmiştir. Bu seçim yapılırken,

- deneysel bir ön araştırma ile, renk dönmesinde sınır değerler oluşturabilecek renk türleri belirlenmiş,
- duvar boyası üreten değişik firmalarca son yıllarda piyasada en çok satılan renkler olarak belirlenen renk türleri,

göz önüne alınmıştır.

Deneylerde kullanılacak renklerin seçimi için önce, deneysel olarak yapılan ön araştırma sonunda, Munsell tür sayısı olarak, birbirini 12.5, 25, 50 gibi belli adımlarla izleyen türlerin, renk dönmesi için sınır değerler oluşturacağı saptanmıştır (renk dönmesi konusunda yapılan ön araştırma ile ilgili bilgiler EK V'de anlatılmıştır).

Daha sonra, günlük yaşamda en çok kullanıldığı saptanan renkler arasından, ön araştırma sonuçlarına uygun bir biçimde, yaklaşık olarak birbirini belli bir Munsell tür sayısı adımlarla izleyen beş ana renk, deneylerde kullanılmak üzere seçilmiştir. Bu, beş ana rengin Munsell renk dizgesi simgeleri ve yansıtma çarpanı değerleri Çizelge 2'de verilmiştir.

Belirlenen beş ana rengin değerlerinin yüksek, doymuşluklarının az olması nedeniyle, ve deneylerden daha kapsamlı sonuçlar elde edilebilmesini sağlamak amacıyla, ayrıca, yine birbirini belli tür ayrımları ile izleyen üç renk türünün, dört ayrı doymuşluktaki renkleri olan, toplam oniki yardımcı renk daha seçilmiştir. Bu renklerin Munsell renk dizgesi simgeleri ve yansıtma çarpanı değerleri Çizelge 2'de verilmiştir.

Böylece, belli bir renk dönmesine yol açan yansımış toplam renkli ışığın içindeki renkli ışık oranlarının saptanması için yapılan deneylerde kullanılmak üzere, beşi ana, onikisi yardımcı, toplam onyediyen renk türü belirlenmiş olmaktadır.

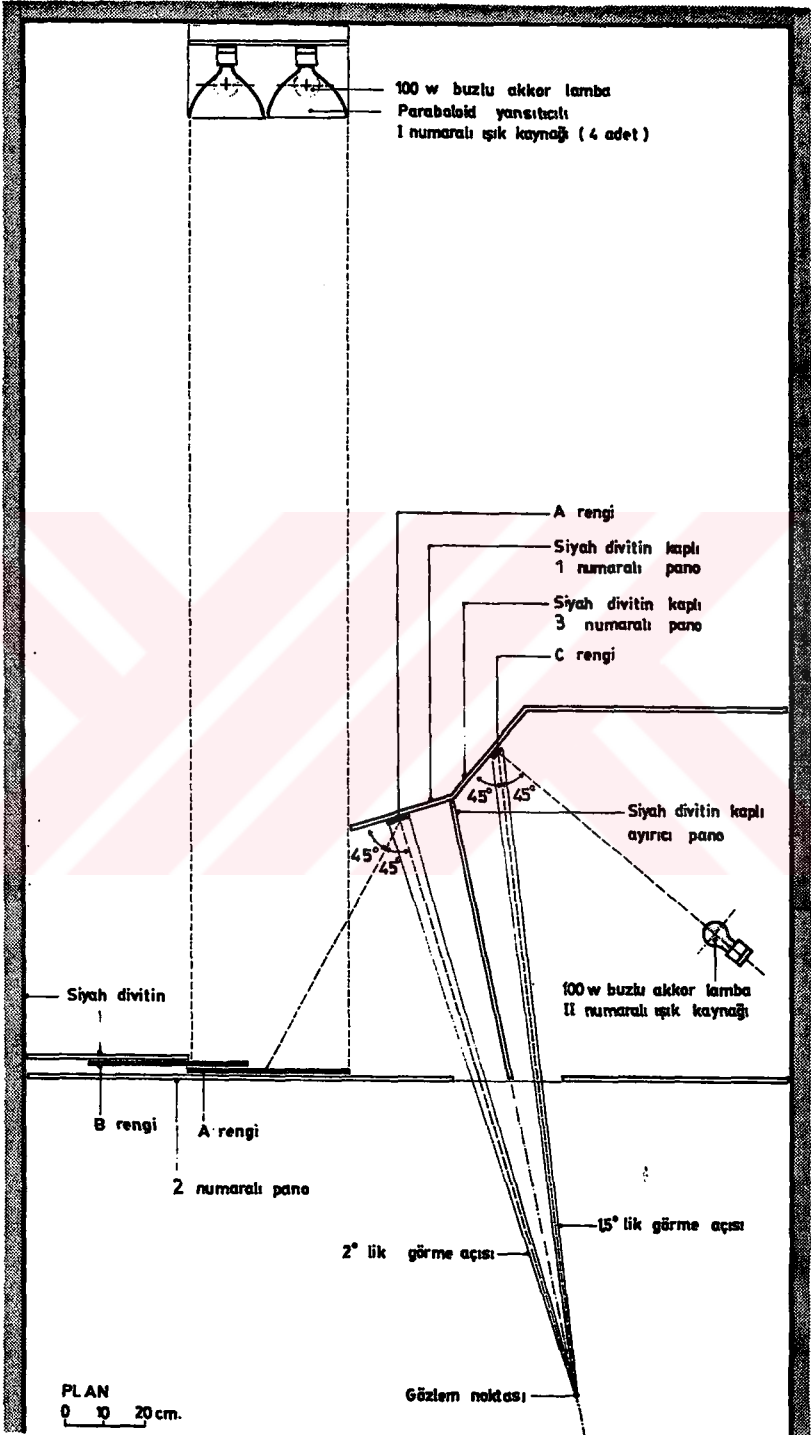
Belirlenen onyediyen değişik renkteki donuk boya, 40 x 40 cm ve 5 x 10 cm boyutlarındaki donuk yüzeyli plakalara sürülerek deneylerde kullanılacak renkli yüzey örnekleri hazırlanmıştır. Yüzeylerin hem kendileri, hem de üzerlerine sürülen boyalar donuk (mat) olduğundan, renkli örneklerin tümü, Lambert yüzeyi özelliği taşımakta ve tam yayınık yansıma yapmaktadır.

Söz konusu örnekler, ana renkler kendi içinde, ve bir ana renkle bir yardımcı renk dönüşümlü olmak üzere, ikişer ikişer eşlendirilerek, ikili renk çiftleri olarak deneylerde kullanılmıştır.

ÇİZELGE 2- Deneylerde Kullanılan Renkler

Munsell Simgesi	(r) Yansıtma Çarpanı
7.5-9/3 (Açık, çok az doymuş, sarımsı kırmızı)	0.8
18.75-9/3 (Açık, çok az doymuş, kırmızımsı sarı)	0.8
29-9/5 (Açık, çok az doymuş, yeşilimsi sarı)	0.8
51.25-9/3 (Açık, çok az doymuş, mavimsi yeşil)	0.8
82.5-9/3 (Açık, çok az doymuş, mor)	0.8
7.5-4/12 (Koyu, çok doymuş, sarımsı kırmızı)	0.12
7.5-4/9 (Koyu, doymuş, sarımsı kırmızı)	0.12
7.5-4/6 (Koyu, az doymuş, sarımsı kırmızı)	0.12
7.5-4/3 (Koyu, çok az doymuş, sarımsı kırmızı)	0.12
25-8/12 (Açık, çok doymuş, sarı)	0.6
25-8/9 (Açık, doymuş, sarı)	0.6
25-8/6 (Açık, az doymuş, sarı)	0.6
25-8/3 (Açık, çok az doymuş, sarı)	0.6
35-8/12 (Açık, çok doymuş, yeşil)	0.6
35-8/9 (Açık, doymuş, yeşil)	0.6
35-8/6 (Açık, az doymuş, yeşil)	0.6
35-8/3 (Açık, çok az doymuş, yeşil)	0.6

VI.1.1. bölümünde de değinildiği gibi, deney düzeni ikiden daha çok sayıdaki renkli yüzeyin birbirleri üzerinde yol açtıkları renk dönmelerini belirlemeyi olanaklı kılabilen niteliktedir. Ancak bu çalışma için hazırlanan deneylerde, aralarında belli bir tür farkı bulunan iki değişik rengin kullanılması yeterli görülmüştür. Böyle bir belirleme yapılırken, EK VI'da anlatılan, görme alanı içinde yer alan karşıtlıklar ve karşıtlık düzenleri ile ilgili yol gösterici nitelikteki kurallar da göz önüne alınmıştır.



ŞEKİL 19

VI.1.3. DENEY DÜZENİ

1- Örneklerin Yerleştirilmesi

Şekil 19'da görüldüğü gibi, belli bir A rengine A' renk dönmesine neden olan renkli yüzeyler (A ve B, 40x40 cm) 2 numaralı, A ve B renklerinin üzerinde yol açtığı renk dönmesi belirlenecek olan A rengi örneği (5x10 cm) 1 numaralı panoya yerleştirilmiştir. 3 numaralı panoda ise, A' rengine Özdeş Munsell renk atlası örneği (C, 3.5x5 cm) yer almaktadır. Panolar ve panoların yer aldığı hacim bütünüyle, yansıtma çarpanı en düşük olarak seçilen siyah tüylü bir kumaş (divitin) ile kaplanmıştır.

2- Aydınlık Düzeyi

1 numaralı panodaki örnek (A), yalnızca 2 numaralı panoda yer alan yüzeylerden (A, B) yansıyan ışıklarla aydınlanacak biçimde yerleştirildi. 2 numaralı panodaki yüzeyler, paraboloid yansıtıcılı aygıt (dört tane) içine yerleştirilmiş 100 W - 220 V - 2790°K (general electric) renk sıcaklığındaki buzlu akkor lambadan oluşan, I numaralı ışık kaynağı ile aydınlatılmıştır. 3 numaralı panoda yer alan örnek ise, yine 100 W - 220 V - 2790°K renk sıcaklığındaki buzlu akkor lamba ile aydınlatılmıştır (bkz., Şekil 19, II numaralı ışık kaynağı).

A örneğindeki (A') renk dönmesinin tam doğru olarak algılanabilmesi için, yüzeyindeki ışıklılık düzeyinin, koni görmesi sınırları içinde kalması gereklidir(76). Yani, A örneği yüzeyinde ortalama 5-500 lm/m²'lik bir aydınlık düzeyinin sağlanması zorunludur. Bu nedenle, A örneğini aydınlatacak olan 2 numaralı panodaki yüzeylerin (A, B) üzerinde çok yüksek aydınlık düzeylerinin oluşturulması gereklidir. Bunu sağlamak amacıyla, A ve B yüzeylerini aydınlatan ışık kaynağı, dört adet paraboloid yansıtıcılı aygıttan oluşturulmuştur (bkz. Şekil 19).

2 numaralı panoya yerleştirilen renkli yüzeylerin (renkli örneklerin) ve yüzeylerin birbirlerine göre olan oranlarının her değişiminde, 1 numaralı panodaki aydınlık düzeyi de değişmektedir. Bu nedenle, 1 numaralı panoda

yer alan A rengi örneği üzerindeki aydınlık düzeyine bağlı olarak, 3 numaralı panoyu aydınlatan II numaralı ışık kaynağının (yansıtıcısız), panoya olan uzaklığı değiştirilerek, 1 ve 3 numaralı panolarda yer alan örnekler üzerindeki aydınlık düzeyleri eşitlenmiştir.

Ayrıca, her üç panoda yer alan yüzeyler üzerindeki aydınlığın düzgün yayılmış sayılabilmesi için, CIE tarafından kabul edilmiş olan $E_{\min} \geq 0.8 \times E_{\max}$ koşulu da sağlanmıştır.

Aydınlık düzeyi ölçümleri, tayfsal duyarlılığı CIE ölçün göz duyarlılığına eşdeğer "Gossen Panlux" aydınlıkölçeri ile gerçekleştirilmiştir.

3- Açısal ilişkiler

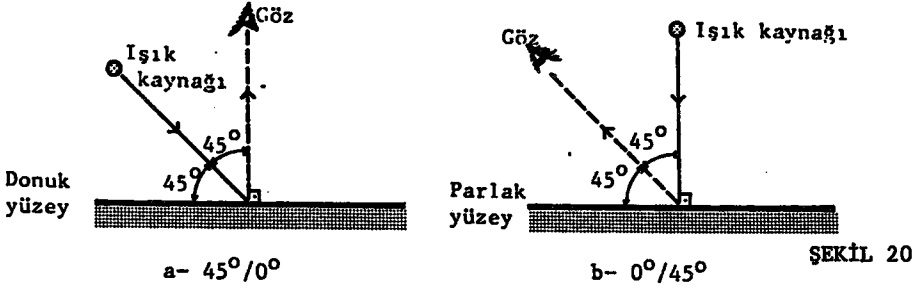
Renk dönmesi saptanmak istenen 1 numaralı panodaki A yüzeyi, Lambert yüzeyi özelliği taşıdığından, yani tam donuk bir yüzey olduğundan, ışık kaynağı, yüzey ve göz arasındaki açısal ilişkiler $45^{\circ}/0^{\circ}$ biçiminde kurulmuştur(77,78,79). Daha açık bir deyişle, ışık kaynağı doğrultusu, yüzeyle 45° 'lik açı yapacak konumda, yüzeydeki aynı noktayı gören göz ise, yüzeyin normali doğrultusunda olacak biçimde, ışık kaynağı, yüzey ve göz arasındaki açısal ilişkiler sağlanmıştır (bkz. Şekil 20a).

3 numaralı panoya yerleştirilen Munsell Atlası renk örneğinin parlak yüzeyli olması nedeniyle, ışık kaynağı, yüzey ve göz arasındaki açısal ilişkiler, $0^{\circ}/45^{\circ}$ biçiminde kurulmuştur(77,78,79). Daha açık bir deyişle, ışık kaynağı doğrultusu, yüzey normali doğrultusunda iken, yüzeydeki aynı noktayı gören göz, yüzeyle 45° 'lik açı yapacak konumda yerleştirilmiştir (bkz. Şekil 20b).

Yukarıda belirtilen açısal ilişkiler kurulurken, örneklerin tam orta noktaları dikkate alınmıştır. Yüzeylerin boyutlarına bağlı olarak ortaya çıkan sapmalar ise, kabuledilebilir hata sınırları(80,81) içinde kalmaktadır.

1 ve 3 numaralı panolarda yer alan örneklerin boyutlarına bağlı olarak,

gözün bu örnekleri görme açısı, sırayla 2° ve $1,5^\circ$ olacak biçimde düzenlenerek, görüntünün fovea üzerine düşmesi sağlanmıştır (bkz. Şekil 19÷20).



4- Önlemler

- Renk ölçmelerinin, tam doğrulukla yapılabilmesi için, 2 ve 3 numaralı panoları aydınlatan ışık kaynaklarının hiçbir biçimde 1 numaralı panoyu aydınlatmaması gerekmektedir. Ayrıca, 1 numaralı panodaki örneği aydınlatan, 2 numaralı panoda yer alan yüzeylerden yansıyan ışıkların 3 numaralı panoyu, benzer biçimde, 3 numaralı panodan yansıyan ışıkların da 2 numaralı panoyu aydınlatmaması zorunludur. Bunların yanı sıra, 1 numaralı panoda yer alan örnek, yalnızca, 2 numaralı panodan yansıyan ışıklarla aydınlanmalıdır. Bu nedenle, tüm panolar, panoların yerleştirildiği yatay düzlem ve hacmin duvarları, yansıtma çarpanı $r = 0.05$ olan, siyah renkli divitin ile kaplanmıştır.
- Yüksek doymuşluktaki renklerle renkölçüm işlemi yapılırken, gözlemcinin karşısına gelen yüzeylerin mat siyah boyalı olması ya da siyah tüylü bir gereçle kaplanması gereklidir(82). Burada da yansıma sonunda genellikle doymuş renkler elde edildiğinden, gözlemcinin karşısındaki yüzeyler, siyah divitin ile kaplanmıştır.
- 1 ve 2 numaralı panoların, birbirlerine koşut konumlarda (yaklaşık olarak) bulunması nedeniyle (bkz. Şekil 19), 1 numaralı panoda yer alan A yüzeyi, 2 numaralı panodaki yüzeylerde (A ve B) renk dönmesine yol açabilir. Bunu önlemek amacıyla,

- . 1 numaralı panoya yerleştirilen A rengi örnekleri 5×10 cm, 2 numaralı panoya yerleştirilen yüzeyler (A, B) ise, 40×40 cm boyutlarında seçilmiştir.
- . Ayrıca, 2 numaralı pano üzerinde, değişmeksizin ortalama 3000 lm/m^2 aydınlık düzeyi sağlanmıştır. 1 numaralı pano üzerinde ise, 2 numaralı panodaki yüzeyleri bağlı olarak, $80-200 \text{ lm/m}^2$ arasında değişen aydınlık düzeyleri oluşturulmuştur.

Böylece yüzey büyüklükleri arasındaki oran, $50 \text{ cm}^2/1600 \text{ cm}^2 = 1/30$, aydınlık düzeyleri arasındaki oran ise, $200 \text{ lm/m}^2/3000 \text{ lm/m}^2 = 1/15$ olmaktadır. 1 ve 2 numaralı panolarda yer alan yüzeylerin boyutları arasında $1/30$, aydınlık düzeyleri arasında da $1/15$ oranında ayrımlar olduğundan, (E.s) büyüklükleri arasındaki oran, $1/450$ olmuştur. Öte yandan deneylerde kullanılan renklerin yansıtma çarpanları arasındaki oran ($r_1/r_2 = 0.12/0.80 = 1/7$) dir.

Renk dönmesinde etkin büyüklük, yüzeylerin ışık yegınlık oranlarıdır ($I_1/I_2 = E_1 s_1 r_1/E_2 s_2 r_2$). Burada kullanılan renkli yüzeylerin yansıtma çarpanları arasındaki oran, (E.s) oranına göre çok ufak olduğundan, yüzeylerin ışık yegınlıklarının oranı, yansıtma çarpanları nedeniyle fazla değişmemektedir. Bu nedenle, 1 numaralı panoda yer alan A düzeyinin, 2 numaralı panodaki yüzeyler üzerinde herhangi bir renksel etki yapması söz konusu olamaz.

- d) 1 ve 2 numaralı panolara yerleştirilen yüzeyler, tam donuk, yani Lambert yüzeyi özelliğı gösteren yüzeyler; 3 numaralı panoya yerleştirilen yüzeyler (Munsell renk aılası örnekleri) ise parlak yüzeyler olduğundan, ışık kaynağı, yüzey ve göz arasındaki açısal ilişkiler, sırasıyla $45^\circ/0^\circ$ ve $0^\circ/45^\circ$ biçiminde kurulmuştur.

VI.1.4. BELLİ BİR RENK DÖNMESİNE YOL AÇAN YANSIŞMIŞ TOPLAM RENKLİ IŞIĞIN İÇİNDEKİ DEĞİŞİK RENKLİ IŞIK ORANLARININ BELİRLENMESİ

Deneylerde belli bir renkteki yüzey üzerinde, birbirini belli Munsell tür adımı farkla izleyen renk dönmelerine yol açan renkli ışık oranlarının be-

lirlenebilmesi için, 1 ve 2 numaralı panolarda (bkz. Şekil 19) yer alan yüzeylerin renklerinin eşlenmesi, yani görünen renklerinin belirlenmesinin gerekli olduğu VI.1. bölümde belirtilmişti.

Munsell renk dizgesi aracılığı ile ölçün renk belirleme yöntemine(83) göre; rengi belirlenecek nesnenin rengine yakın tür-değer/doymuşluktaki renkli örnekler, düşük değerler için siyah, orta değerler için gri, yüksek değerler için açık gri fonda (arka plan üzerinde) şekilde verilen açısız koordinatlara uygun olarak gözlenmelidir; ve rengi belirlenecek nesne ve ona yakın olduğu sanılan renkli örnekler birlikte gözlenecek ve örnekler arasında her boyut (tür-değer/doymuşluk) için ayrı ayrı enterpolasyon ya da ekstrapolasyon yapılarak, nesne rengi belirlenmelidir.

Burada yapılan deneylerin amacı, belli bir renk dönmesine yol açan renkli yüzeylerin yansıttıkları renkli ışıkların oranlarının belirlenmesi olduğundan, yukarıda anlatılan, Munsell renk dizgesi aracılığı ile ölçün renk belirleme yönteminin dışında bir yol izlenmiştir. Deneylerde izlenen işlem sırası şöyledir:

a) 1 numaralı panodaki gri fon üzerine, renk dönmesi belirlenecek A rengi (5 x 10 cm boyutunda), 2 numaralı panoya ise, yine A rengi yüzeyi (40 x 40 cm boyutunda) yerleştirildi.

b) 1 numaralı panodaki A rengine, 2 numaralı panodan yansıyan ışıkların yol açtığı renk dönmesi sonucunda ortaya çıkan (A') rengine yakın olduğu sanılan değişik renkteki Munsell atlası örnekleri (3.5 x 5 cm boyutlarında), 3 numaralı panodaki gri fon üzerine yerleştirildi. Böylece, görme alanının sol yarısında (A') rengi, sağ yarısında ise (A') ye özdeş olduğu sanılan Munsell atlası rengi yerleştirilerek, renk eşleme için gerekli koşullar sağlanmış oldu. (A') rengine en yakın Munsell atlası rengi ile (A') rengi arasında tür ve değer boyutları için enterpolasyon, doymuşluk boyutu için de kimi zaman enterpolasyon kimi zaman da ekstrapolasyon yapılarak, (A') renginin Munsell renk dizgesi karşılığı, her üç boyut için, belirlendi.

- c) Belirlenen (A') renginden 2.5 Munsell tür adımı farklı, bir başka renkteki Munsell atlası örneği, 3 numaralı panoya yerleştirildi.
- d) 2 numaralı panodaki A renkli yüzeyin yanına B renkli yüzey yerleştirildi. A ve B yüzeyleri yerleştirilirken, toplam yüzey boyutunun 40 x 40 cm olması sağlandı.
- e) 1 numaralı panodaki A renginde, 2 numaralı panodan yansıyan (A+B) rengindeki ışıkların yol açtığı renk dönmesi sonucunda ortaya çıkan yeni A' rengi, 3 numaralı panodaki Munsell atlası örneğinin rengine (c'de anlatılan) özdeş oluncaya dek, 2 numaralı panodaki A ve B yüzeylerinin konumları, yani A ve B yüzeylerinin, yüzey oranları, değiştirildi. 1 ve 3 numaralı panodaki renkler eşlendiğinde A ve B yüzeylerinin alanları ölçülerek, A ve B yüzey oranları belirlendi.
- f) "c, d, e" bölümlerinde anlatılan işlemler, 2 numaralı panodaki A yüzeyinin alanı sıfır (B yüzeyinin alanı 40 x 40 cm) oluncaya kadar yinelen-di. Böylece, 1 numaralı panodaki A renginde, bir öncekine göre 2.5 Munsell tür sayısı fark yapan her A ve B yüzeyi oranı saptanmış oldu.
- g) Çizelge 2'de gösterilen beş ana ve oniki yardımcı renk, Munsell tür çemberi üzerinde birbirini soldan sağa izleyecek biçimde, ana renkler kendi içinde, ve bir ana renkle bir yardımcı renk olmak üzere ikiyeşer ikiyeşer eşlendi. Belirlenen renk çiftleri sıra ile 1 ve 2 numaralı panolara yerleştirilen A ve B renklerinin yerine konularak, yukarıda anlatılan "a-f" arasındaki işlemler yinelendi.

Yukarıda anlatılan biçimde yapılan deneyler sonucunda bulunan oranlar, VI. bölümde belirtildiği üzere, kapalı bir hacimde yer alan renkli bir yüzey üzerinde belli bir renk dönmesine yol açan yansımış toplam renkli ışığın içindeki renkli ışık oranlarına, yani her yüzeyin yansıma sonunda yansıttığı renkli ışık oranlarına (yansımış toplam renkli ışığa katkı oranlarına, ROy 'lere) karşılık gelmektedir.

Deneylerde A ve B simgeleri altında kullanılan renk çiftlerinin ve (A+B)

renginin yansıma sonunda, A renkli yüzey üzerinde yol açtığı (A') renk dönmesinin Munsell renk dizgesi karşılıkları, EK VIII'de verilen Çizelge 15'de gösterilmiştir. Aynı çizelgede, A ve B renkli yüzeylerin, yansıma sonunda oluşan toplam renkli ışığa katkı oranları ROy.a ve ROy.b simgelerinde altında gösterilmiştir.

VI.2. YANSIŞMIŞ IŞIĞA KATKILARI NEDENİYLE, BELLİ BİR RENK DÖNMESİNE YOL AÇAN RENKLİ YÜZEYLERİN GERÇEK BÜYÜKLÜK ORANLARININ SAPTANMASI

VI.1.3. bölümde anlatılan deney düzeni aracılığı ile elde edilen değerler, kapalı bir hacimde yer alan renkli bir yüzey üzerinde belli bir renk dönmesine yol açan, yansımış toplam renkli ışığın içindeki iki ayrı renkteki ışığın oranları (ROy.a ve ROy.b) olarak kabul edildiği, VI. bölümün başında belirtilmiştir. Yine aynı bölümde, bu oranlardan yararlanılarak, renkli yüzeylerin birinci yansıma sonunda yansıttıkları renkli ışık oranlarını hesap yolu ile belirlenebileceği ve buradan da renk dönmesine neden olan renkli yüzeylerin büyüklük oranlarının saptanabileceği anlatılmıştır.

Bu durumda, deneyler sonucunda elde edilen renkli ışık oranları (EK VIII, Çizelge 15'e bkz.), V.3.4. bölümde verilen

$$ROy = RO / (1 - RO) \quad (19)$$

$$RO = ROy / (1 + ROy) \quad (20)$$

eşitliklerindeki, (ROy)'e karşılık gelmektedir. Nitekim burada da, deneysel olarak elde edilen ROy.a ve ROy.b değerleri sıra ile 20 numaralı eşitlikteki ROy. yerine konularak, renkli yüzeylerin birinci yansıma sonunda yansıttıkları renkli ışık oranları (RO'lar), bütün renkler için hesaplanmıştır (konuya ilişkin sayısal örneğin gösterildiği Çizelge 3'deki A1 ve B1 değerleri, A ve B renkli yüzeylerinin, birinci yansıma sonunda yansıttıkları renkli ışık oranlarını vermektedir).

Öte yandan, V.4. 'üçüncü bölümde değinildiği gibi bu yöntemle, yalnızca, çok dar tayflı renkli yüzeylerin, yani tayfında kendi renginden başka

renk içermeyen yüzeylerin gerçek büyüklük oranları saptanabilmektedir. Buradaki deneylerde kullanılan renkler ise, genellikle az doymuş ya da çok doymuş olmayan renkler yani, geniş tayflı renklerdir. Bu nedenle, deneylerde kullanılan her renkli yüzeyin, öteki renkli yüzeylerin içerdiği renkleri ne oranda yansıttığının, bir başka deyişle, tayfında ne oranda bulundurduğunun bilinmesi gereklidir. Çünkü, yüzeyin birinci yansıma sonunda yansıttığı saptanan renkli ışık oranının içindeki öteki renkteki ışığın oranı, o yüzeyin gerçek büyüklük oranını(*) değiştirmektedir. Bu durumda da, bir A renginin B rengini ne oranda yansıttığının saptanması ve bu oranın, A yüzeyinin gerçek büyüklük oranı hesaplamalarına katılması gereklidir. Bu işlemin yapılabilmesi için, deneylerde kullanılan her renkli yüzeyin, öteki rengi yansıtma oranı, EK VII'de anlatılan yöntem ve deney düzeni aracılığı ile belirlenmiş olup, elde edilen sonuçlar, yine EK VII'deki Çizelge 14'de verilmiştir.

(*) "Gerçek büyüklük oranı" deyimi, tayfsal yansıtma çarpanları çok dar olan yüzeyler türünden, yüzey büyüklük oranını anlatmaktadır.

Bir A renginin B rengini hangi oranda yansıttığı bilindiğinde, bu oranın A renginin birinci yansıma sonunda yansıttığı renkli ışık oranı (hesap yolu ile bulunan oran $RO_a = A1$), ile çarpımından elde edilen sonuç (B2), B rengindeki renkli ışık oranına eklenmesi gereken çokluğu verecektir. B renginin birinci yansıma sonunda yansıttığı hesaplanan renkli ışık oranı (B1) ile (B2) değerinin toplamı, B renginin birinci yansıma sonunda, yansıttığı gerçek renkli ışık oranına karşılık gelecektir. Belli bir renk dönmesi yaptığı saptanan A ve B renkli yüzeylerinin, birinci yansıma sonunda yansıttıkları, gerçek renkli ışık oranlarının (ARI ve BRI) hesaplanmasına ilişkin sayısal bir örnek, Çizelge 3'de verilmiştir.

Çizelge 3'de verilen örnek için yapılan işlemlerin tümü, deneylerde kullanılan renkler için yinelenerek, söz konusu renkli yüzeylerin birinci yansıma sonunda yansıttıkları gerçek renkli ışık oranları hesaplanmıştır. Hesaplamalar, MPF II mikro işlemcisi için hazırlanmış ve EK IX/2'de verilen bir Basic programı aracılığı ile gerçekleştirilmiştir.

ÇİZELGE 3

	ROy. (Çizelge 15'den)	RO (20 Numaralı) Eşitlikten)	Öteki Rengi Yansıtma Oranı (Çizelge 14'den)	Öteki Renge Eklenecik Çokluk
renge yüzey	ROy.a = 1.667	ROa = 0.625 (A1)	0.80 (B)	A1xB=0.500 (B2)
renge yüzey	ROy.b = 0.600	ROb = 0.375 (B1)	0.30 (A)	B1xA=0.113 (A2)

	Toplam Renkli Işık Oranı	Birinci Yansıma Sonunda Yansıyan Gerçek Renkli Işık Oranı
renge yüzey	A1 + A2 = 0.738 (TA)	TA/(TA+TB) = 0.458 (ARI)
renge yüzey	B1 + B2 = 0.875 (TB)	TB/(TA+TB) = 0.542 (BRI)

V.4. ve VI. bölümlerde belirtildiği üzere, yukarıda anlatılan biçimde hesaplanan "yüzeylerin birinci yansıma sonunda yansıttıkları renkli ışık oranları (ARI ve BRI)", yüzeylerin yansıtma çarpanlarının eşit ya da birbirine yakın olması durumunda, doğrudan doğruya yüzeylerin büyüklük oranlarına karşılık gelmektedir. Yani, deneylerde kullanılan, yansıtma çarpanları birbirine yakın renklerin (beş ana rengin), birinci yansıma sonunda yansıttıkları renkli ışık oranları doğrudan doğruya yüzeylerin büyüklük oranlarına karşılık gelmektedir.

Öte yandan, yüzeylerin yansıtma çarpanlarının birbirinden farklı olması durumunda ise, bir yüzeyin birinci yansıma sonunda yansıttığı renkli ışık oranı, yüzeyin yansıtma çarpanı ile büyüklüğünün çarpımı ile orantılı olacaktır. Yani bu tür renkli yüzeylerin, yüzey büyüklük oranını doğrudan doğruya elde etmek olanaklı değildir. Bu nedenle, deneylerde yer alan farklı yansıtma çarpanındaki renkli yüzeylerin, yüzey büyüklük oranlarının saptanabilmesi için,

$$\frac{ARI}{BRI} = \frac{r_a \cdot s_a}{r_b \cdot s_b} \quad (21)$$

biçiminde bir eşitlik kurularak, A ve B renkli yüzeylerinin, yüzey büyüklük oranları aşağıda verilen örnekte gösterildiği gibi hesaplanmıştır.

$$ARI = 0.485 \quad r_a = 0.75; \quad BRI = 0.515 \quad r_b = 0.12 \text{ ise}$$

$$\frac{ARI}{BRI} = \frac{r_a \cdot s_a}{r_b \cdot s_b} = \frac{0.485}{0.515} = \frac{0.75 \cdot s_a}{0.12 \cdot s_b}$$

$$\frac{s_a}{s_b} = 0.151 \text{ olacak}$$

ve buradan $s_a = 0.131$; $s_b = 0.869$ olarak bulunacaktır.

Deneylerde kullanılan yansıtma çarpanları birbirinden farklı renkli yüzeylerin (oniki yardımcı rengin), yüzey büyüklük oranları, yukarıda belirtilen biçimde, MPF II mikroişlemcisi için hazırlanmış bir Basic Programı kullanılarak hesaplanmıştır (söz konusu program EK IX/3'de verilmiştir).

VII. KÜRE İÇ YÜZEYİNDE YER ALARAK ÖTEKİ RENKLİ YÖZEYLERDE BELLİ BİR RENK DÖNMESİNE YOL AÇAN VE BELLİ BİR BOYÜKLOKTEKİ YÖZEYİN İŞİK YEĞİNLİK ORANININ BELİRLENMESİ

V.3.1. bölümde, küre iç yüzeyinde, yansıtma çarpanları ve büyüklükleri değişik yüzeylerin yer alması durumunda, her yüzeyin, yansımış toplam ışık akısı (kısaca, yansımış toplam ışık) ile oluşan aydınlığa katkısının, söz konusu yüzeyin ışık yeğİnliğİnin, toplam iç yüzeylerin ışık yeğİnliğİne oranı kadar, yani

$$\frac{I_1}{I_2} = \frac{r_1 \cdot s_1}{\bar{r} \cdot S} \quad (15)$$

olduğı tanıtlanmış, ve yüzeylerin yansıtma çarpanlarının eşİt olması durumunda,

$$\frac{I_1}{I} = \frac{s_1}{S} \quad (16)$$

olacağı belirtilmişti.

V.3.2. bölümde de, küre iç yüzeyinde yer alan herhangi bir yüzeyin, yansıtma çarpanı ve/ya da büyüklüğü değıştirilerek, bir başka yüzeyin ışık yeğİnliğİne getirilebileceğı anlatılmıştır.

Öte yandan, V.5. bölümde ise, kapalı bir mekanda yer alan, belli bir yansıtma çarpanı ve büyüklüğü olan renkli bir yüzeyin oluşturduğı yansımış

ışığın, iç yüzeyde yer alan bir başka renkli yüzey üzerinde yapacağı renksel etkinin, yüzeyin ışık yeğİnliğinin, toplam iç yüzeyin ışık yeğİnliğine oranına yani, $(r_1 s_1 / FS)$ oranına bağlı olarak değişim göstereceğine değinilmiştir. Bir başka deyişle, her yüzey, kendi ışık yeğİnlik oranına bağlı olarak, öteki renkli yüzeyler üzerinde, belli bir renk dönmesine yol açacaktır. Bu nedenle VI.1. bölümdeki deneylerde kullanılan renkli yüzeylerin ışık yeğİnliğinin, toplam yüzeylerin ışık yeğİnliğine oranının belirlenmesi gereklidir.

Bu durumda, deneylerde kullanılan, yansıtma çarpanları eşit renklerin ışık yeğİnliğinin, toplam yüzeyin ışık yeğİnliğine oranı, yukarıdaki 16 numaralı formüle bağlı olarak $I_1 / I = s_1 / S$, yani, o yüzeyin büyüklüğünün, toplam yüzey büyüklüğüne oranı, kısaca, yüzey büyüklük oranına kadar olacaktır. Daha açık bir deyişle, hacim iç yüzeyinde yansıtma çarpanı değeri birbirine eşit iki rengin kullanılması durumunda, o yüzeyin toplam ışık yeğİnliğine katkı oranı kendi yüzey büyüklüğünün oranı kadardır.

Öte yandan, kapalı bir mekanda, iç yüzeylerin yansıtma çarpanları birbirine eşit, ya da yakın olan renkli yüzeylerden oluşması durumunda, her yüzeyin birinci yansıma sonunda kendi yüzey büyüklük oranı kadar renkli ışık yansıtacağı VI.2. bölümde belirtilmişti.

Yukarıda sözü edilen iki ayrı durum incelendiğinde, kapalı bir mekanın iç yüzeylerinin, yansıtma çarpanları birbirine eşit ya da yakın renkli yüzeylerden oluşması durumunda, renkli bir yüzeyin, birinci yansıma sonunda yansıttığı gerçek renkli ışık oranının (ARI gibi), hem yüzeyin büyüklük oranına, hem de yüzeyin toplam ışık yeğİnliğine katkı oranına eşit olduğu, ve yüzeyin bu orana bağlı olarak, öteki renkli yüzey üzerinde belli bir renk dönmesine yol açtığı ortaya çıkar.

Hacmin iç yüzeylerinde yer alan renkli yüzeylerin yansıtma çarpanlarının farklı değerler taşıması durumunda, renkli bir yüzeyin, toplam ışık yeğİnliğine katkı oranı $(I_1 / I = r_1 s_1 / FS)$ olacağından, bu oranı hemen belirlemek olanaklı değildir. Yani deneylerde kullanılan, bu tür renkli yüzeyler için, bir önceki bölümde (VI.2. bölüme bkz.) belirlenen gerçek yüzey

büyüklik oranlarına, ve yüzeylerin yansıtma çarpanlarına bağlı olarak ($r_1/s_1/\bar{r}S$) oranının saptanarak yüzeyin ışık yeğinliğinin, toplam yüzeyin ışık yeğinliğine oranının bulunması gerekir. Ancak bu oranların, yine, her yüzeyin birinci yansıma sonunda yansıttığı gerçek renkli ışık oranına (VI.2. bölümde belirtilen ARI oranına) karşılık geleceği açıktır. Bu durum, aşağıdaki gibi sayısal bir örnekle tanıtlanabilir:

A rengi yüzey büyüklik oranı = 0.131

A rengi yansıtma çarpanı = 0.75

B rengi yüzey büyüklik oranı = 0.869

B rengi yansıtma çarpanı = 0.12 olması durumunda,

$$\frac{I_a}{I} = \frac{r_a \cdot s_a}{\bar{r} \cdot S} \quad \text{ve} \quad \frac{I_b}{I} = \frac{r_b \cdot s_b}{\bar{r} \cdot S} \quad (15)$$

olduğuna göre,

$$\bar{r} = \frac{r_a \cdot s_a + r_b \cdot s_b}{s_a + s_b} = \frac{0.131 \cdot 0.75 + 0.869 \cdot 0.12}{0.131 + 0.869} = 0.203 \quad (18)$$

$$\frac{I_a}{I} = \frac{r_a \cdot s_a}{\bar{r} \cdot S} = \frac{0.869 \times 0.12}{0.203 \times (0.131 + 0.869)} = 0.515$$

olacaktır. A ve B yüzeyleri için elde edilen bu oranlar ile, VI.2. bölümdeki örnekte hesaplanan ARI ve BRI oranları karşılaştırıldığında, I_a/I değerinin ARI, I_b/I değerinin de BRI değerine karşılık geldiği görülecektir. Yani, A ve B yüzeylerinin birinci yansıma sonunda yansıttıkları renkli ışık oranları (ARI ve BRI), söz konusu yüzeylerin ışık yeğinaliklerinin, toplam iç yüzeyinin ışık yeğinliğine oranına karşılık gelmektedir. Bu nedenle de kapalı bir hacimde yer alan renkli bir yüzey, ($r_s/\bar{r}S$) oranına bağlı olarak öteki renkli yüzeyler üzerinde belli bir renk dövmesine yol açacaktır.

Yukarıdaki açıklamalardan da anlaşılacağı gibi, deneylerde kullanılan renkli bir yüzeyin, EK IX/2'de verilen bir Basic program aracılığı ile hesaplanan, birinci yansıma sonunda yansıttığı gerçek renkli ışık oranı, o yüzeyin ışık yegînlığının, toplam yüzeyin ışık yegînlğine oranına karşılık gelmektedir, ve yüzey bu oranlara bağılı olarak hacimde yer alan öteki renkli yüzey üzerinde belli bir renk dönmesine yol açmaktadır.

Kapalı bir mekanda yer alan ve belli bir ışık yegînlık oranına bağılı olarak yansımış toplam ışığın oluşturduğu aydınlığa katkıda bulunan renkli bir yüzeyin, iç mekandaki bir başka renkli yüzey üzerinde yol açtığı renk dönmeleri (tür ya da doymuşluk sapmaları) ile ışık yegînlık oranı arasındaki ilişki-değişim VIII. bölümde tanıtılan ve EK X'da verilen grafik ve çizelgeler ile gösterilmiştir.

Öte yandan V.3.2. bölümde, belli bir ışık yegînlık oranındaki bir yüzeyin yansıtma çarpanı ve/ya da büyüklüğü değiştirilerek, bir başka yüzeyin ışık yegînlğine getirilebileceğı, bir başka deyişle, yansıtma çarpanları ve/ya da büyüklükleri farklı iki yüzeyin aynı ışık yegînlık oranında olabileceğı tanıtlanmıştır. Bu nedenle, belli bir (r_a ve r_b), (s_a ve s_b) ve (I_a/I ve I_b/I) değerleri olan iki renkli yüzeyin ışık yegînlık oranları aynı kalmak üzere, yansıtma çarpanlarının ve/ya da yüzey büyüklüklerinin değişmesi durumunda, birbirleri üzerinde yapacakları renksel etkinin, ne gibi bir değişim göstereceğı de incelenmesi gereken bir konudur.

Söz konusu değişimin incelenebilmesi amacıyla yönelik olarak, deneylerde yer alan beş ana rengin, ikişer ikişer eşlenmesi durumunda belirlenen I_a/I ve I_b/I değerleri değişmeksizin, 18 numaralı eşitlikteki (r_a , r_b ve $\bar{r}$) değerleri (yani yüzeylerin yansıtma çarpanları ve toplam yüzeyin ortalama yansıtma çarpanı) sıra ile, 0.1'den 0.9'a kadar 0.1 artım adımı ile değiştirilerek, yeni yüzey büyüklük oranları hesaplanmıştır (bu işlemler, MPF II mikroişlemcisi için hazırlanmış, EK IX'da verilen bir basic programı ile gerçekleştirilmiştir). Buradan elde edilen yeni r_a , r_b ve s_a , s_b değerlerine özdeş olan, daha önce hesaplanmış gerçek yansıtma çarpanı ve yüzey büyüklük oranları araştırılmıştır. Yani, deneylerde eşlenerek kullanılan renkli yüzeylerin gerçek yansıtma çarpanları ve yüzey büyüklük

oranları ile, hesaplanan yeni yansıtma çarpanı ve yüzey büyüklük oranları karşılaştırılmıştır.

Ancak, deneylerde kullanılan renklerin yansıtma çarpanı değerlerinin 0.8, 0.6, 0.12 olması nedeniyle, bu değerlere bağlı olarak saptanan yeni yüzey büyüklükleri ile deneylerde kullanılan renklerin gerçek büyüklük oranları ve buna bağlı olarak ışık yeğirlik oranlarının ve de öteki renkli yüzey üzerinde yol açtıkları renk dönmelerinin ölçüştürülmesi yapılabilmektedir.

Yapılan karşılaştırma işlemi sonunda, aynı ışık yeğirlik oranındaki, aralarında eşit ya da eşite yakın tür farkı olan renk çiftlerinin yansımış ışık nedeniyle birbirleri üzerinde yol açtıkları renk dönmelerinin, ışık yeğirlikleri değişmeksizin yansıtma çarpanları ve/ya da yüzey büyüklük oranlarının değişmesi durumunda ne olacağı konusunda, genel bir sonuç çıkarılabilecek kadar belirgin değerlere ulaşılammıştır.

Bununla birlikte, EK X'de verilen grafik ve çizelgeler incelendiğinde aralarında belli bir tür farkı bulunan renkli yüzeylerin yansıtma çarpanlarının ve yüzey büyüklük oranlarının birbirinden farklı, fakat ışık yeğirlik oranlarının aynı olması durumunda, yansımış ışık nedeniyle renk türlerinde ortaya çıkan tür sapmalarının (doymuşluğa bağlı olarak belli bir değişim göstermesine karşın), genellikle birbirine yakın değerlere ulaştığı ortaya çıkar. Ancak, elde edilen yakınlık, "aralarında belli bir tür farkı bulunan, yansıtma çarpanları ve yüzey büyüklükleri değişik fakat ışık yeğirlik oranları aynı olan renkli yüzeyler, yansımış ışığın oluşturduğu aydınlık nedeniyle birbirleri üzerinde aynı oranda renk dönmesine yol açar" biçiminde kesin bir sonuca varılmasını sağlayacak nitelikte değildir. Bu nedenle, ışık yeğirlik oranları eşit, yansıtma çarpanları ve yüzey büyüklük oranları farklı renkli yüzey çiftlerinin, birbirleri üzerinde yol açtıkları renk dönmelerinin gösterilmesine ilişkin herhangi bir sayısal örnekleme yapılmamıştır.

VIII. KAPALI BİR MEKANDA YER ALAN RENKLİ BİR YÜZEYİN, IŞIK YEĞİNLİK ORANI İLE, MEKANDAKİ ÖTEKİ RENKLİ YÜZEYLER ÜZERİNDE YOL AÇTIĞI RENK DÖNMELERİ ARASINDAKİ İLİŞKİNİN GÖSTERİLMESİ

Bu bölümde, kapalı bir mekanda yer alan renkli bir yüzeyin, ışık yeğİnlik oranı ile, mekanda yer alan öteki renkli yüzeyler üzerinde yol açtığı renk dönmesi (tür ya da doymuşluk sapması) arasındaki ilişkinin gösterilmesi amacıyla yapılan deney ve hesap sonuçlarından yararlanılarak hazırlanmış olan grafik ve çizelgelerin tanıtımı yapılacaktır. Yani, ışık yeğİnlik oranı ve/ya da yüzey büyüklük oranı bilinen renkli bir yüzeyin, yansımış ışık nedeniyle iç mekanda yer alan bir başka renkli yüzey üzerinde, yol açtığı renk dönmesinin ne kadar olduğunu gösteren grafik ve çizelgeler anlatılacaktır.

Bir iç mekanda yer alan renkli bir yüzeyin ışık yeğİnlik oranı ve/ya da yüzey büyüklük oranı ile, mekandaki bir başka renkli yüzey üzerinde yol açtığı renk dönmesi arasındaki ilişkinin -değişimin- gösterilebilmesi için, deneylerde kullanılan ve aralarında belli bir Munsell tür sayısı fark bulunan renkli yüzeylerin,

- ışık yeğİnlik oranları ve/ya da yüzey büyüklük oranları fonksiyonunda, tür ve doymuşluk değişim eğrilerini gösteren, 66 adet grafik,
- ışık yeğİnlik oranlarına bağılı olarak, her renkli yüzeyin, kendi esas türüne göre tür sayısı olarak ne kadar değişime uğradığını gösteren, 8 adet çizelge; ve her rengin kendi esas doymuşluğuna

göre, doymuşluk sayısı olarak ne kadar değişime uğradığını gösteren, 8 adet çizelge,

hazırlanmış olup, bunlar 'EK X'da verilmiştir.

Gerek grafikler gerekse çizelgeler hazırlanırken, renklerin tür sayıları (deneylerde olduğu gibi), tür çemberi üzerinde birbirini soldan sağa doğru izleyecek biçimde, ikiye ikiye eşlendirilmiştir. Eşlendirme işlemi yapılırken, renkler, anlatım kolaylığı açısından, Çizelge 4'de gösterilen biçimde numaralandırılmıştır. Grafik ve çizelgelerdeki renkler, bu numaralara bağlı olarak ve Çizelge 5'de gösterildiği üzere, örneğin 1-21, 3-31, 34-4 gibi, eşleme simgeleri ile belirtilmiştir.

ÇİZELGE 4- Çizelge ve Grafiklerde Belirtilen Renklerin Munsell Renk Dizgesi Karşılıkları ve Eşleme Numaraları

Munsell Renk Dizgesi Simgesi	Eşleme Simgesi (no)
Ana Renkler	7.5-9/3
	18.75-9/3
	29-9/5
	51.25-9/3
	82.5-9/3
Yardımcı Renkler	7.5-4/12
	7.5-4/9
	7.5-4/6
	7.5-4/3
	25-8/12
	25-8/9
	25-8/6
	25-8/3
	35-8/12
	35-8/9
	35-8/6
	35-8/3
	11
	12
	13
	14
	21
	22
	23
	24
	31
	32
	33
	34

ÇİZELGE 5- A ve B Renklerinin Eşleme Sırası ve A-B Renkleri Arasındaki
Munsell Tür Sayısı Farklar

Eşleme Sırası A - B	Tür Sayısı Fark	Eşleme Sırası A - B	Tür Sayısı Fark
1-2	11.25	1-11	0
1-3	21.5	1-12	
1-4	43.75	1-13	
5-1	25	1-14	
2-3	10.5	11-2	11.25
2-4	32.5	12-2	
5-2	36.25	13-2	
		14-2	
3-4	22.25	11-3	21.5
5-3	46.5	12-3	
		13-3	
4-5	31.25	14-3	
		11-4	43.75
		12-4	
		13-4	
		14-4	
		5-11	25
		5-12	
		5-13	
		5-14	
1-21	17.5	1-31	27.5
1-22		1-32	
1-23		1-33	
1-24		1-34	
2-21	6.25	2-31	16.25
2-22		2-32	
2-23		2-33	
2-24		2-34	
21-3	4.0	3-31	6.0
22-3		3-32	
23-3		3-33	
24-3		3-34	
21-4	26.25	31-4	16.25
22-4		32-4	
23-4		33-4	
24-4		34-4	
5-21	42.5	5-31	52.5
5-22		5-32	
5-23		5-33	
5-24		5-34	

EK X'da verilen her grafiğin üzerinde, söz konusu iki rengin (A ve B), Munsell renk dizgesi karşılıkları, iki renk arasındaki Munsell tür sayısı fark ve renklerin eşleme numaraları yer almaktadır. Grafiklerin,

- . (x) ekseninde, A ve B renkli yüzeylerinin $(I_a/I)/(I_b/I)$ yani (I_a/I_b) biçimindeki ışık yeğinlik oranları, ve ayrıca yüzeylerin $(S_a/S)/(S_b/S)$ yani (S_a/S_b) biçimindeki yüzey büyüklük oranları,
- . (y) ekseninin sol yanında, Munsell tür sayısı, sağ yanında ise Munsell doymuşluk sayısı göstergeleri,

bulunmaktadır. Yani grafikler A ve B renkli yüzeylerinin ışık yeğinlik oranları ve/ya da yüzey büyüklük oranları fonksiyonunda, tür ve doymuşluk değişim eğrilerini, A ve B renkleri için ayrı ayrı göstermektedir.

Böylece bu grafikler aracılığı ile, her yanı kapalı, tüm iç yüzeyleri birbirini gören ve boyutları arasındaki oran mimari hacimler için olağan sayılabilecek dikdörtgenler prizması biçimindeki bir iç mekanın iç yüzeylerinde, belli bir yüzey büyüklük oranı ve yansıtma çarpanı değeri taşıyan iki renkli yüzeyin yer alması durumunda, yüzeylerin ışık yeğinlik oranlarına ya da yüzey büyüklük oranlarına bağlı olarak, her rengin öteki renkli yüzey üzerinde ne gibi tür ve/ya da doymuşluk dönmesi yaptığı saptanabilir.

Yani, bir iç mekanda normal aydınlatma amacıyla kullanılan ışık kaynaklarının (akkor lamba) yer alması durumunda, ışık kaynağından iç yüzeylere gelen dolaysız ışığın, iç yüzeylerde peş peşe yansımaları sonucunda oluşan yansımış toplam renkli ışığın, mekandaki renkli yüzeyler üzerinde ne gibi renksel etki yaptığı; bir başka deyişle, renkli yüzeylerin ışık yeğinlik oranlarına ve/ya da yüzey büyüklük oranlarına bağlı olarak, görünen renklerinin ne olacağı ya da görünen renklerinin öz renklerinden Munsell tür ve doymuşluk sayısı olarak, ne kadar uzaklaşacağı söz konusu grafikler üzerinde görülmektedir.

Yine EK X'da verilen tür sapmalarını gösteren çizelgelerin,

- . sol sütununda, renkli yüzeylerin ışık yeğinlik oranları,
- . en üst satırında A ve B renkleri arasındaki Munsell tür sayısı fark ve eşleme simgeleri,
- . sütun ve satırların kesiştiği yerlerde ise, aralarında belli Munsell tür sayısı fark bulunan A ve B renklerinin yansıma olayı sonunda ortaya çıkan "görünen renkleri" ile "öz renkleri" arasındaki Munsell tür sayısı farklar (tür çemberi üzerinde sağdan sola dönüşler (-) işaretli olarak),

yer almaktadır. Yani çizelgelerde, aralarında belli bir tür farkı bulunan A ve B renkli yüzeylerinin ışık yeğinlik oranlarına bağlı olarak, kendi esas tür sayılarından, Munsell tür sayısı olarak ne kadar uzaklaştıkları gösterilmiş olmaktadır.

Doymuşluk sapmalarını gösteren çizelgelerin,

- . sol sütununda, renkli yüzeylerin ışık yeğinlik oranları,
- . en üst satırında, A ve B renkleri arasındaki Munsell tür sayısı farklar, eşleme simgeleri ve A ve B renklerinin doymuşluk sayıları,
- . sütun ve satırların kesiştiği yerlerde ise, aralarında belli tür ve doymuşluk sayısı farkları bulunan A ve B renklerinin, yansıma olayı sonunda ortaya çıkan "görünen renklerinin doymuşluk sayıları" ile, "öz renklerinin doymuşluk sayıları" arasındaki farklar (doymuşluk azalması olan durumlar (-) işaretli olarak),

yer almaktadır. Yani çizelgelerde, aralarında belli tür ve doymuşluk farkı bulunan A ve B renkli yüzeylerinin ışık yeğinlik oranlarına bağlı olarak kendi esas doymuşluk sayılarından, Munsell doymuşluk sayısı olarak ne kadar uzaklaştıkları gösterilmiş olmaktadır.

Çizelgeler hazırlanırken tür sayısı farkları birbirine eşit ya da yakın olduğu varsayılan eşlenmiş renk çiftlerinin sonuç değerleri aynı çizelge üzerinde gösterilmiştir. Böylelikle, tür sayısı farkları aynı ya da yakın olan renkli yüzey çiftlerinin tür ya da doymuşluk sapmalarını aynı çizelgeden izlemek olanaklı olmuştur.

Her çizelge üzerinde birden fazla renk çiftinin durumu gösterildiği için, 66 adet grafik olmasına karşın, 8 adet tür ve 8 adet de doymuşluk sapmalarını gösteren çizelge hazırlanmıştır. EK X'da verilen grafik ve çizelgeler, her çizelgenin arkasına, çizelgede yer alan renk çiftlerine ait grafikler gelecek biçimde sıralanmıştır(*) .

- (*) "1-11, 1-12, 1-13, 1-14" numaralı örneklerin, tür sayısı ayrımlar (0) olduğundan ve bu konu R.Krossawa tarafından ele alındığından, bu renklerin, grafikleri çizilmemiş ve değerlendirmesi yapılmamıştır.



IX. KAPALI BİR HACİMDE YER ALAN DEĞİŞİK RENKLİ İKİ YÜZEYİN, YANSIŞMIŞ IŞIK NEDENİYLE, BİRBİRLERİ ÜZERİNDE YOL AÇTIKLARI RENK DÖNMELERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ

Tüm iç yüzeyleri birbirini gören bir iç mekanda yer alan renkli iki yüzeye ışık kaynağından gelen dolaysız ışığın yüzeylerden yansımaları ile oluşan yansımış ışığın, daha sonra, yüzeyler arasında yansıyarak oluşturduğu yansımış toplam renkli ışığın, yüzeylerde yol açtığı renk dönmelerine ilişkin olarak yapılan deney ve hesaplama sonuçları ve bunlara bağlı olarak hazırlanan grafik ve çizelgelerdeki değerler, "bütün iç yüzeyleri birbirini gören, boyutları arasındaki oran normal mimari mekanlar için olağan sayılabilecek 1/1/1 ve 2/1/1 oranlarına yakın dikdörtgenler prizması biçimindeki ve ışık kaynağı olarak akkor lambanın kullanıldığı hacimler" için tam doğrulukla geçerlidir. Aynı değerler, beyaz ışık kaynağı olarak normal mimari aydınlatmada kullanılan günışığı ve flüorışıl lambalar içinde büyük bir yaklaşıklıkla kullanılabilir(*).

- (*) VI.1.2. bölümde belirtildiği gibi, renk dönmeleri belirleme deneylerinde ışık kaynağı olarak akkor lamba kullanılmıştır. Bu nedenle, deneylerden elde edilen değerler, hacimde akkor lamba kullanılması durumu için geçerli olmaktadır.

Hacimde akkor lamba gibi beyaz ışık kaynağı sayılabilecek günışığı ya da flüorışıl lamba ışığı gibi bir başka ışık kaynağının kullanılması durumunda, özellikle mor ve mavi renkli yüzeylerdeki renk dönmeleri, belli bir oranda değişebilir. Bu nedenle bu tür ışık kaynaklarının kullanılması durumunda, renk dönmelerinin çizelgelerde verilen değerlerden biraz farklı olacağı göz önüne alınmalıdır. Bununla birlikte, bu çalışmada elde edilen renk dönmeleri değerleri, normal aydınlatma amacıyla kullanılan ışık kaynakları için de kullanılabilir.

Bu konuda çok daha hassas sonuçlar gerektiğinde, 84 numaralı kaynakta verilen, renklerin günışığı ve lamba ışığı altındaki sapma değerlerine uygun olarak gerekli düzeltmeler yapılmalıdır.

Kapalı bir hacimde yansımış ışığın oluşturduğu aydınlık nedeniyle birbirleri üzerinde renk dönmesine yol açan renkli iki yüzeyin, ışık yeginalik ya da yüzey büyüklük oranları fonksiyonunda tür ve doymuşluk değişim eğrilerinin yer aldığı grafik, ve ışık yeginalik oranlarına bağlı olarak tür ve doymuşluk sapmalarının gösterildiği çizelgelerdeki (Bkz. EK X) sayısal değerlerin irdelemesi, tür ve doymuşluk sapmaları olarak iki ayrı bölümde ele alınmıştır.

IX.1. YANSIŞMIŞ IŞIK NEDENİYLE, RENKLİ YÜZEYLERDE ORTAYA ÇIKAN TÜR SAPMALARI

Bu bölümde, kapalı bir mekanda yer alan, aralarında eşit ya da eşite yakın Munsell tür sayısı fark bulunan renk çiftlerinin yansıtma çarpanları ve yüzey büyüklük oranlarına bağlı olarak, yansımış ışık nedeniyle birbirleri üzerinde yol açtıkları tür dönmelerinin (tür sayısı sapmaların) irdelemesi yapılmıştır.

a) Aralarında 4-6 Munsell tür sayısı fark bulunan renkli yüzeylerin Munsell doymuşluk sayılarının değişik, ve yansıtma çarpanlarının $r_a/r_b = 0.8/0.6$ olması durumunda, yüzey büyüklük oranları $s_a/s_b = 0.415 / 0.585$ ve $0.445/0.555$ sınırları arasında değişmektedir. Tür sapmaları ise, 4 Munsell tür sayısına kadar çıkmaktadır. Yani, yukarıdaki yüzey büyüklük oranlarında kullanılan renkli yüzeyler, özellikle birinin doymuşluğunun ötekine oranla daha yüksek olması durumunda, birbirleri üzerinde 4 tür sayısı kadar tür sapmasına neden olabilmektedir.

b) Aralarında 10.5-11.25 Munsell tür sayısı fark bulunan renkli yüzeylerin,

. Munsell doymuşluk sayılarının (3) ve yansıtma çarpanlarının (0.8) eşit olması durumunda, yüzey büyüklük oranları $s_a/s_b = 0.480/0.520$

ve 0.515/0.485 sınırları arasında değişmektedir. Tür sapmaları ise, 5 Munsell tür sayısına kadar çıkmaktadır. Yani renkli yüzeylerin belirtilen yüzey büyüklük oranları arasında kullanılması durumunda, bir renk öteki renk üzerinde 5 tür sayısı kadar sapmaya yol açabilmektedir.

- . Munsell doymuşluk sayılarının değişik, yansıtma çarpanlarının $r_a/r_b = 0.8/0.12$ olması durumunda, yüzey büyüklük oranları $s_a/s_b = 0.140/0.860$ ve $0.100/0.900$ sınırları arasında değişmektedir. Tür sapmaları ise, 8.5 Munsell tür sayısına kadar çıkmaktadır. Bu değer, özellikle yüzeylerden birinin doymuşluğunun ötekine göre yüksek olması durumunda, düşük doymuşluktaki renkli yüzey üzerindeki tür sapmasının üst sınırı belirtmektedir.

- c) Aralarında 16.25-17.5 Munsell tür sayısı fark bulunan renkli yüzeylerin, Munsell doymuşluk sayılarının farklı, yansıtma çarpanlarının $r_a/r_b = 0.8/0.6$ olması durumunda, yüzey büyüklük oranları $s_a/s_b = 0.390/0.610$ ve $0.460/0.540$ sınırları arasında değişmektedir. Tür sapmaları ise, 14 Munsell tür sayısına kadar çıkmaktadır. Bu değer özellikle, yüzeylerden birinin doymuşluğunun ötekine göre yüksek olması durumunda, düşük doymuşluktaki renkli yüzey üzerindeki tür sapmasının üst sınırını belirtmektedir.

- d) Aralarında 21.5-22.5 Munsell tür sayısı fark bulunan renkli yüzeylerin,

- . Munsell doymuşluk sayılarının (3) ve yansıtma çarpanlarının (0.8) eşit olması durumunda, yüzey büyüklük oranları $s_a/s_b = 0.475/0.525$ ve $0.520/0.480$ sınırları arasında değişmektedir. Tür sapmaları ise, 13 Munsell tür sayısına kadar çıkmaktadır. Yani, renkli yüzeylerin belirtilen büyüklük oranları arasında kullanılması durumunda, bir renk öteki renk üzerinde 13 tür sayısı kadar sapmaya yol açabilmektedir.

- . Munsell doymuşluk sayılarının değişik, yansıtma çarpanlarının $r_a/r_b = 0.8/0.12$ olması durumunda, yüzey büyüklük oranları $s_a/s_b = 0.145/0.855$ ve $0.110/0.890$ sınırları arasında değişmektedir. Tür

sapmaları ise, 13-17 Munsell tür sayısına kadar çıkmaktadır. Bu değer özellikle, yüzeylerden birinin doymuşluğunun ötekine göre yüksek olması durumunda, düşük doymuşluktaki renkli yüzey üzerindeki tür sapmasının üst sınırını belirtmektedir.

e) Aralarında 25-26.25-27.5 Munsell tür sayısı fark bulunan renkli yüzeylerin,

. Munsell doymuşluk sayılarının (3) ve yansıtma çarpanlarının (0.8) eşit olması durumunda, yüzey büyüklük oranları $s_a/s_b = 0.470/0.530$ ve $0.520/0.480$ sınırları arasında değişmektedir. Tür sapmaları ise, 14.5 Munsell tür sayısına kadar çıkmaktadır. Yani, renkli yüzeylerin belirtilen büyüklük oranları arasında kullanılması durumunda, bir renk öteki renk üzerinde, 14.5 tür sayısı kadar sapmaya yol açabilmektedir.

. Munsell doymuşluk sayılarının değişik yansıtma çarpanlarının $r_a/r_b = 0.8/0.6$ ve $r_a/r_b = 0.8/0.12$ olması durumunda, yüzey büyüklük oranları sırasıyla $s_a/s_b = 0.395/0.605 - 0.450/0.550$ ve $s_a/s_b = 0.115/0.885 - 0.130/0.870$ sınırları arasında değişmektedir. Tür sapmaları ise, 24 Munsell tür sayısına kadar çıkmaktadır. Bu değer özellikle, yüzeylerden birinin doymuşluğunun ötekine göre yüksek olması durumunda, düşük doymuşluktaki renkli yüzey üzerindeki tür sapmasının üst sınırını belirtmektedir.

f) Aralarında 31.25-32.5-36.25 Munsell tür sayısı fark bulunan renkli yüzeylerin, Munsell doymuşluk sayılarının (3) ve yansıtma çarpanlarının (0.8) aynı olması durumunda, yüzey büyüklük oranları $s_a/s_b = 0.460/0.540$ ve $0.550/0.450$ sınırları arasında değişmektedir. Tür sapmaları ise, 13 Munsell tür sayısına kadar çıkmaktadır. Yani, renkli yüzeylerin belirtilen büyüklük oranları arasında kullanılması durumunda, bir renk öteki renk üzerinde 13 tür sayısı kadar sapmaya yol açabilmektedir.

g) Aralarında 42.5-43.75-46.5 Munsell tür sayısı farkı bulunan renkli yüzeylerin,

. Munsell doymuşluk sayılarının (3) ve yansıtma çarpanlarının (0.8) eşit olması durumunda, yüzey büyüklük oranları $s_a/s_b = 0.455/0.545$ ve $0.535/0.465$ sınırları arasında değişmektedir. Tür sapmaları ise, 40 Munsell tür sayısına kadar çıkmaktadır. Yani, renkli yüzeylerin belirtilen büyüklük oranları arasında kullanılması durumunda, bir renk öteki renk üzerinde 40 tür sayısı kadar sapmaya yol açabilmektedir.

. Munsell doymuşluk sayılarının değişik, yansıtma çarpanlarının $r_a/r_b = 0.8/0.6$ ve $r_a/r_b = 0.8/0.12$ olması durumunda, yüzey büyüklük oranları sırasıyla $s_a/s_b = 0.395/0.605 - 0.445/0.555$ ve $s_a/s_b = 0.130/0.870 - 0.100/0.900$ sınırları arasında değişmektedir. Tür sapmaları ise, 42 Munsell tür sayısına kadar çıkmaktadır. Bu değer özellikle, yüzeylerden birinin doymuşluğunun ve yüzey büyüklük oranının ötekine göre yüksek olması durumunda, az doymuş renkli yüzey üzerindeki tür sapmasının üst sınırını belirtmektedir.

h) Aralarında 52.5 Munsell tür sayısı fark bulunan renkli yüzeylerin, Munsell doymuşluk sayılarının değişik, yansıtma çarpanlarının $r_a/r_b = 0.8/0.6$ olması durumunda, yüzey büyüklük oranları $s_a/s_b = 0.430/0.570$ ve $0.395/0.605$ sınırları arasında değişmektedir. Tür sapmaları ise, 50 Munsell tür sayısına kadar çıkmaktadır. Bu değer özellikle, yüzeylerden birinin doymuşluğunun ötekine göre yüksek olması durumunda, düşük doymuşluktaki renkli yüzey üzerindeki tür sapmasının üst sınırını belirtmektedir.

XI.2. YANSIŞMIŞ IŞIK NEDENİYLE, RENKLİ YÜZEYLERDE ORTAYA ÇIKAN DOYMUŞLUK SAPMALARI

Kapalı bir mekanda yer alan, aralarında eşit ya da eşite yakın tür sayısı fark bulunan renk çiftlerinin doymuşluk sayıları ve yüzey büyüklük oranlarına bağlı olarak, yansımış ışık nedeniyle birbirleri üzerinde yol açtıkları doymuşluk dönmelerinin (doymuşluk sayısı sapmalarının) irdelenmesi aşağıda yapılmıştır.

- a) Aralarında 4-6 Munsell tür sayısı fark bulunan renkli yüzeylerin yüzey büyüklük oranlarının $s_a/s_b = 0.415/0.585$ ve $0.445/0.555$ sınırları arasında ve Munsell doymuşluk sayılarının 12'den 3'e kadar değişmesi durumunda, doymuşluk sapma sayısı 10 Munsell doymuşluk sayısına kadar çıkmaktadır. Bu sayı, az doymuş renklerle doymuş renklerin birlikte kullanılması durumunda, az doymuş rengin doymuşluğundaki artışı (sapmayı) belirtmektedir. Renkli yüzeylerin doymuşluk sayıları birbirine yaklaştıkça, doymuşluk sayısındaki sapmalar da azalmakta ve renklerin doymuşlukları birbirine yaklaşmakta ve renklerin doymuşluğunda 3-4 doymuşluk sayısı kadar artış olmaktadır.
- b) Aralarında 10.5-11.25 Munsell tür sayısı fark bulunan renkli yüzeylerin yüzey büyüklük oranlarının,
- . $s_a/s_b = 0.480/0.520$ ve $0.515/0.485$ sınırları arasında değişmesi ve doymuşluklarının eşit (3) olması durumunda, doymuşluk sapmaları 2-3 Munsell doymuşluk sayısına kadar artış göstermektedir.
 - . $s_a/s_b = 0.140/0.860$ ve $0.100/0.900$ sınırları arasında ve Munsell doymuşluk sayılarının 12'den 3'e kadar değişmesi durumunda, doymuşluk sapmaları 15 Munsell doymuşluk sayısına kadar çıkmaktadır. Bu sayı, az doymuş renklerle doymuş renklerin birlikte kullanılması ve doymuş, rengin yüzey büyüklük oranının yüksek olması durumlarında, az doymuş rengin doymuşluğundaki en çok artışı (sapmayı) belirtmektedir. Renklerin doymuşluk sayıları birbirine yaklaştıkça doymuşluk sayılarındaki sapmalarda azalmakta ve renklerin doymuşlukları birbirine yaklaşmakta ve renklerin doymuşluğunda 3 Munsell doymuşluk sayısı kadar artış olmaktadır.
- c) Aralarında 16.25-17.5 Munsell tür sayısı fark bulunan renkli yüzeylerin yüzey büyüklük oranlarının $s_a/s_b = 0.390/0.510$ ve $0.460/0.540$ sınırları arasında ve Munsell doymuşluk sayılarının 12'den 3'e kadar değişmesi durumunda, doymuşluk sapma sayısı 10 Munsell doymuşluk sayısına kadar çıkmaktadır. Bu sayı az doymuş renklerle doymuş renklerin birlikte kullanılması durumunda, az doymuş rengin doymuşluğundaki en çok artışı

(sapmayı) belirtmektedir. Renklerin doymuşluk sayılarının birbirine yaklaştıkça, doymuşluk sayısındaki sapmalar da azalmakta ve renklerin doymuşlukları birbirine yaklaşmakta olup doymuşluklarda 3 Munsell doymuşluk sayısı kadar artış olmaktadır.

d) Aralarında 21.5-22.5 Munsell tür sayısı fark bulunan renkli yüzeylerin yüzey büyüklük oranlarının,

. $s_a/s_b = 0.475/0.525$ ve $0.520/0.480$ sınırları arasında değişmesi ve ve doymuşluklarının eşit (3) olması durumunda, doymuşluk sapmaları 3-5 Munsell doymuşluk sayısı kadar artış göstermektedir.

. $s_a/s_b = 0.110/0.890$ ve $0.145/0.855$ sınırları arasında ve Munsell doymuşluk sayılarının 12'den 3'e kadar değişmesi durumunda, doymuşluk sapmaları 13 Munsell doymuşluk sayısına kadar çıkmaktadır. Bu sayı, az doymuş renklerle doymuş renklerin birlikte kullanılması durumunda, az doymuş rengin doymuşluğundaki en çok artışı (sapmayı) belirtmektedir. İki rengin doymuşluk sayıları birbirine yaklaştıkça, doymuşluk sayısındaki sapmalar da azalmakta ve renklerin doymuşlukları birbirine yaklaşmakta olup renklerin doymuşluğunda, 3-5 Munsell doymuşluk sayısı kadar artış olmaktadır.

e) Aralarında 25-26.25-27.5 Munsell tür sayısı fark bulunan renkli yüzeylerin yüzey büyüklük oranlarının,

. $s_a/s_b = 0.470/0.530$ ve $0.520/0.480$ sınırları arasında değişmesi ve doymuşluklarının eşit (3) olması durumunda, doymuşluk sapmaları 2 Munsell doymuşluk sayısı kadar artış göstermektedir.

. $s_a/s_b = 0.395/0.605 - 0.450/0.550$ ve $0.115/0.885 - 0.130/0.870$ sınırları arasında ve Munsell doymuşluk sayılarının 12'den 3'e kadar değişmesi durumunda, doymuşluk sapmaları 13 Munsell doymuşluk sayısına kadar çıkmaktadır. Bu sayı az doymuş renklerle doymuş renklerin birlikte kullanılması durumunda, az doymuş rengin doymuşluğundaki en çok artışı (sapmayı) belirtmektedir. Renklerin doymuş-

luk sayıları birbirine yaklaştıkça, doymuşluk sayısındaki sapmalar azalmakta ve renklerin doymuşlukları birbirine yaklaşmakta ve renklerin doymuşluğunda, 2-3 Munsell doymuşluk sayısı kadar artış olmaktadır. Ayrıca kimi durumlarda, renklerin doymuşluklarında büyük bir azalma olmakta ve renklerin doymuşlukları 1'e kadar inmektedir.

f) Aralarında 31.25-32.5-36.25 Munsell tür sayısı fark bulunan renkli yüzeylerin, yüzey büyüklük oranlarının $s_a/s_b = 0.460/0.540$ ve $0.550/0.450$ sınırları arasında değişmesi ve doymuşluklarının eşit (3) olması durumunda, kimi yüzey büyüklük oranlarında doymuşluk sapmaları, 3 Munsell doymuşluk sayısı kadar artış göstermesine karşın, kimi yüzey büyüklük oranlarında da herhangi bir sapma olmadığı belirlenmiştir.

g) Aralarında 42.5-43.75-46.5 Munsell tür sayısı fark bulunan renkli yüzeylerin yüzey büyüklük oranlarının,

. $s_a/s_b = 0.455/0.535/0.465$ sınırları arasında değişmesi ve doymuşluklarının eşit (3) olması durumunda, doymuşluk sapmaları (+2) ve (-1) Munsell doymuşluk sayısı kadar değişim göstermektedir.

. $s_a/s_b = 0.395/0.605 - 0.445/0.555$ ve $0.130/0.870 - 0.100/0.900$ sınırları arasında ve Munsell doymuşluk sayılarının 12'den 3'e kadar değişmesi durumunda, doymuşluk sapmaları (0) ile (10) Munsell doymuşluk sayısı kadar değişim göstermektedir. En büyük doymuşluk artışı, az doymuş renklerle doymuş renklerin birlikte kullanılması ve doymuş rengin yüzey büyüklük oranının yüksek olduğu durumda ortaya çıkmaktadır. İki rengin doymuşluk sayıları birbirine yaklaştıkça, doymuşluk sayısındaki sapmalar azalmakta ve renklerin doymuşlukları birbirine yaklaşmakta olup, kimi durumlarda renklerin doymuşlukları 1'e kadar düşmektedir.

h) Aralarında 52.5 Munsell tür sayısı fark bulunan renkli yüzeylerin yüzey büyüklük oranlarının $s_a/s_b = 0.385/0.605$ ve $0.445/0.555$ sınırları arasında ve Munsell doymuşluk sayılarının 12'den 3'e kadar değişmesi

durumunda, doymuşluk sapmaları (-2) ile (8) Munsell doymuşluk sayısı kadar değişim göstermektedir. En büyük doymuşluk artışı, az doymuş renklerle doymuş renklerin birlikte kullanılması ve doymuş rengin yüzey büyüklük oranının yüksek olması durumunda ortaya çıkmaktadır. Renklerin doymuşluk sayıları birbirine yaklaştıkça, doymuşluk artışı azalmakta ve kimi durumlarda renklerin doymuşlukları 1'e kadar düşmektedir.

XI.3. YANSIŞMIŞ IŞIK NEDENİYLE, RENKLİ YÜZEYLERDE ORTAYA ÇIKAN TÜR VE DOYMUŞLUK SAPMALARININ DEĞERLENDİRMESİ

Kapalı bir hacimde yer alan değişik renkli iki yüzeyin, yansıtmış ışık nedeniyle birbirleri üzerinde yol açtıkları renk dönmelerinin -tür ve doymuşluk değişimlerinin-, bu çalışmada kullanılan deney ve hesaplama sonuçlarından yararlanılarak belli değişkenler için irdelenmesi yukarıdaki bölümlerde yapılmıştır. Söz konusu irdelene sonuçları, A ve B gibi iki renkli yüzeyin Munsell tür sayısı farklarının, ışık yeğinlik ve yüzey büyüklük oranı sınırlarının, yüzeylerin yansıtma çarpanlarının, Munsell doymuşluk sayılarının, tür ve doymuşluk sapma değerlerinin yer aldığı bir çizelge üzerinde gösterilmiştir (Bkz. Çizelge 6).

Çizelge 6'daki veriler değerlendirilerek aşağıdaki sonuçlara ulaşılmıştır:

- 1- Kapalı bir mekanda yer alan A ve B gibi değişik iki renkli yüzeyin yansıtmış ışık nedeniyle birbirleri üzerinde belli bir renk dönmesine (tür ya da doymuşluk sapmasına) yol açabilmeleri için, ışık yeğinlik oranlarının ortalama olarak 0.460 - 0.540 değerleri arasında kalması gereklidir. Bu değerlerin dışında, yüzeylerin birbirlerini renksel bakımdan etkilemesi algılanabilir düzeyde olmamaktadır.
- 2- Renksel bakımdan birbirini etkileyebilen söz konusu yüzeylerin, yüzey büyüklük oranları, yüzeylerin yansıtma çarpanlarına bağlı olarak değişik değerlere ulaşmaktadır.

ALGE 6- Değişik Renkli İki Yüzeyin Özellikleri

Munsell tür sayısı fark	Işık yegün- lik oranı sınırları (Ia/I) (Ib/I)	Yansıtma çarpanları r_a^* / r_b^*	Yüzey bü- yüklük oranı sınırları (Sa/S) / (Sb/S)	Ortalama max. tür sapması		Doymuşluk sayısı		Ort. max. doymuşluk sapması	
				A	B	A	B	A	B
6,25	0,485/0,515 0,515/0,485	0,8/0,6	0,415/0,585 0,445/0,555	2	4	3	3	3	4
				4	3	3	12/9/6	10	5
5/11,25	0,480/0,520 0,515/0,485	0,8/0,8	0,480/0,520 0,515/0,485	5	5	3	3	2,5	2,5
				7	4	3	3	3	3
25/17,5	0,480/0,520 0,565/0,435	0,8/0,12	0,140/0,860 0,100/0,900	8,5	1,3	3	12/9/6	15	9
				10	6	3	3	3	3
25/17,5	0,480/0,520 0,540/0,460	0,8/0,6	0,390/0,610 0,460/0,540	14	5	3	12/9/6	10	6
				10	6	3	3	3	3
5/22,5	0,475/0,525 0,520/0,480	0,8/0,8	0,475/0,525 0,520/0,480	13	6	3	3	3	5
				13	9	3	3	5	3
26,25/27,5	0,470/0,530 0,540/0,460	0,8/0,12	0,110/0,890 0,145/0,855	17	3	3	12/9/6	13	9
				14,5	8	3	3	2	2
26,25/27,5	0,470/0,530 0,540/0,460	0,8/0,6	0,395/0,605 0,450/0,550	24	10	3	3	2	3
				24	3	3	12/9/6	9	8
25/32,5/36,25	0,460/0,540 0,550/0,450	0,8/0,8	0,460/0,540 0,550/0,450	4	6	3	3	2	3
				21	1,3	3	12/9/6	13	9
5/43,75/46,5	0,455/0,545 0,535/0,465	0,8/0,8	0,455/0,545 0,535/0,465	40	4	3	3	-1/+2	-1/+2
				35	2	3	3	2	2
5/43,75/46,5	0,465/0,535 0,510/0,490	0,8/0,6	0,395/0,605 0,445/0,555	40	2,5	3	12/9/6	6	4
				42	1,3	3	3	-1,5	3
5	0,500/0,500 0,580/0,420	0,8/0,12	0,130/0,870 0,100/0,900	42	1,3	3	12/9/6	10	9
				32,5	4	3	3	-1	3
5	0,465/0,535 0,510/0,490	0,8/0,6	0,395/0,605 0,445/0,555	50	2,5	3	12/9/6	-2+8	-1
				50	2,5	3	12/9/6	-2+8	-1

- . Yüzeylerin yansıtma çarpanlarının (değerlerinin) düşük olması durumunda (bu tür yüzeyler az ışık yansıtacaklarından), belli bir renk dönmesine yol açan yüzey büyüklük oranı yaklaşık olarak 0.9 dur. Yani, düşük değerli renkli yüzeyler, ancak hacim içinde büyük oranlarda kullanılmaları durumunda, renksel bakımdan öteki yüzeyleri etkileyebilmektedirler.
- . Yüzeylerin yansıtma çarpanlarının birbirine yakın olması durumunda, birbirini renksel bakımdan etkileyebilecek yüzey büyüklük oranları yaklaşık olarak 0.4-0.6 sınırları arasındadır.
- . Yansıtma çarpanları birbirine eşit olan yüzeylerin, birbirlerini renksel bakımdan etkileyebilmeleri için yüzey büyüklük oranlarının 0.45-0.55 sınırları arasında olması gerekmektedir.

Daha açık bir deyişle, yüzeylerin renksel bakımdan birbirlerini etkileyebilmeleri için, iç mekanda, yansıtma çarpanlarına bağlı olarak belli bir büyüklük oranında kullanılması gereklidir.

- 3- Aralarında 10-15 tür sayısı fark bulunan renklerin tür sapmaları yaklaşık olarak, iki rengin tür sayısı farkının yarısı kadar olmaktadır.
- Birbirleri ile 25 Munsell tür sayısı fark yapan renklerdeki tür sapmaları (özellikle doymuş renklerin kullanılması durumunda) yaklaşık olarak 25 tür sayısı kadar olabilmektedir.

Birbirleri ile 45-50 Munsell tür sayısı fark yapan renkli yüzeylerdeki tür sapmaları yaklaşık olarak 40-50 tür sayısı kadar olabilmektedir. Bunun yanı sıra, bu renklerin, doymuşluklarının da yukarıdakilere oranla çok azaldığı ortaya çıkmıştır.

- 4- Az doymuş yüksek değerli renklerle birlikte kullanılan doymuş alçak ve orta değerli renklerin (yansıtma çarpanlarına bağlı olarak yüzey büyüklük oranları değişik olmasına karşın), az doymuş yüksek değerli renklerin üzerinde yol açtıkları doymuşluk sapma değerleri birbirine çok yakın

olup, sapmalar ortalama 10 Munsell doymuşluk adımı kadardır.

Az doymuş yüksek değerli renklerle, az doymuş alçak ya da orta değerli renklerin birlikte kullanılması durumunda, alçak ve orta değerli renklerin yüzey büyüklük oranları farklı olmasına karşın, tüm renkli yüzeylerdeki doymuşluk sapması en alt düzeye, 2-3 Munsell doymuşluk adımına kadar inmektedir. Yani, az doymuş renklerle çok doymuş renklerin birlikte kullanılması durumunda, en büyük doymuşluk artışı, az doymuş renklerde görülmekte olup, renklerin doymuşlukları birbirine yaklaştıkça, doymuşluk sapmaları daha küçük değerlerde olmaktadır. Doymuşluk sapmalarının yüksek olduğu renklerde, doğal olarak tür sapmaları da oldukça büyük değerlere ulaşmaktadır.

Çizelge 6'dan da görüldüğü gibi birbiri üzerinde tür ya da doymuşluk sapmasına neden olan yüzey büyüklük oranları 0.1 ile 0.9 arasında değişen değerlere ulaşmaktadır. Bu değerler, boyutları arasında, 1/1/1 ve 2/1/1 . (boy, en, yükseklik) oranlarına yakın oranlar bulunan dikdörtgenler prizması biçimindeki hacimler için geçerlidir. Boyutları arasında belirtilen oranlar olan bir hacimde, tavan döşeme, duvar gibi iç yüzey elemanlarının büyüklüğünün, toplam iç yüzey büyüklüğüne oranları ortalama olarak aşağıdaki gibidir:

	Boyutları Arasında 1/1/1 Oranı Olan Hacimler	Boyutları Arasında 2/1/1 Oranı Olan Hacimler
s_{tavan}/S	0.165	0.200
$s_{\text{döşeme}}/S$	0.165	0.200
s_{duvar}/S	$0.165 \cdot 4 = 0.660$	$0.100 \cdot 2 = 0.200$ $0.200 \cdot 2 = 0.400$ } 0.600

Yukarıda verilen yüzey büyüklük oranları ile, Çizelge 6'daki —ya da EK X da verilen grafiklerdeki— yüzey büyüklük oranları karşılaştırılarak, iç yüzeylerde belli renklerin kullanılması durumunda, yüzey renklerindeki tür ve doymuşluk sapmalarının ne olacağı önceden bilinebilir. Bir başka deyişle, hacimde kullanılması düşünülen renklerin Munsell dizgesi karşı-

lıkları ve hangi yüzey elemanı üzerinde kullanılacağı belirlendiğinde, yansımış ışık nedeniyle yüzeylerin görünen renklerinin öz renklerinden ne kadar uzaklaşacağı söz konusu grafik ve çizelgeler aracılığı ile saptanabilir.

Yüzey elemanlarının belli bir bölümünün renksiz olması durumunda, renksiz yüzeyin renkli yüzeyler üzerinde herhangi bir renk dönmesine yol açmaya-
cağı göz önüne alınmalıdır. Böyle bir durumda, renksiz olan yüzey elemanı-
nın dışında kalan yüzeylerin toplam oranı (1) alınarak, değişik renkli yü-
zey oranları belirlenir, ve yine grafik ya da çizelgeler aracılığı ile
renkli yüzeylerdeki renksel değişimlerin niteliği bulunur.

Kapalı bir mekanda yer alan renksiz yüzey, renkli yüzeyler üzerinde renk-
sel bir etki yapmamasına karşın, renkli yüzeylerin renksiz yüzeyler üze-
rinde renk dönmesine yol açacağı açıktır (bkz. III.1. bölüm). Bu durumda,
renksiz yüzeyin renk dönmesinin doymuşluğu ve/ya da yüzey büyüklük oranı
en yüksek olan renkli yüzey doğrultusunda olacağı açıktır (bu konu, T.Ya-
manaka ve Y.Nayatani tarafından ayrıntılı bir biçimde incelendiğinden,
burada ele alınmamıştır, Bkz. IV.2. ve IV.3. bölüm).

Buraya kadar olan bölümlerde, kapalı bir hacimde ışık kaynağından iç yü-
zeylere gelen dolaysız ışığın yüzeylerden yansımaları ile oluşan yansımış
ışığın oluşturduğu aydınlık nedeniyle, yüzey renklerindeki renk değişim-
lerinin belirlenmesinde yararlanılan yöntemler, bu yöntemleri bağlı ola-
rak yapılan deney ve hesap sonuçları ele alınmıştır. Yani, yansımış ışık-
ın oluşturduğu aydınlık nedeniyle renkli yüzeylerdeki tür ve doymuşluk
sıpmaları incelenmiştir.

Ancak, bir iç mekanda, dolaysız ışığın oluşturduğu aydınlığın iç yüzey-
lerde düzgün yayılmamasına, yansımış ışığın oluşturduğu aydınlığın ise
düzgün yayılmasına bağlı olarak ortaya çıkan aydınlık düzeyi ayrımları da
iç mekanda görünen renkler üzerinde bir takım değişikliklere yol açarak,
bu renklerin daha farklı bir nitelik kazanmasına neden olmaktadır. Bu ne-
denle, bir iç mekan renk düzenlemesi yapılırken, dolaysız ve yansımış
ışığın birbirine oranının, nelere bağlı olarak değişim gösterdiğinin ve

aydınlık düzeyi ayrımlarına göre yüzey renklerinde hangi bileşenlerin değişeceğinin de incelenmesi gereklidir. Nitekim aşağıdaki bölümde bu konu ele alınmıştır.



X. KAPALI BİR HACİMDE DOLAYSIZ VE YANSIŞMIŞ IŞIĞIN OLUŞTURDUĞU AYDINLIKLARIN BİRBİRİNE GÖRE ORANLARINA BAĞLI OLARAK DEĞİŞEN RENK BİLEŞENLERİ

II.1. bölümde belirtildiği gibi, kapalı bir mekanda iç yüzeyler üzerindeki aydınlığı oluşturan toplam ışığın dolaysız ve yansımış ışık olmak üzere iki bileşeni vardır.

Söz konusu bileşenlerden biri olan dolaysız ışığın, hacimde ışık kaynağı olarak normal aydınlatma amacıyla kullanılan ışık kaynaklarının yer alması durumunda, iç yüzeylerde herhangi bir renksel etkiye (renk dönmesine) yol açmayacağı konusuna III.1. bölümde değinilmiştir.

Toplam ışığın bileşenlerinden ikincisi olan yansımış ışığın ise, yüzey renklerinde belli bir tür ve doymuşluk dönmesine yol açacağı III.2. bölümde tanıtlanmıştır. Yansımış toplam renkli ışık nedeniyle, birbirleri üzerinde belli bir renk dönmesine yol açan renkli yüzeylerin ışık yeğirlilik ve yüzey büyüklük oranları belirlenmiş, ve sonuç değerler grafik ve çizelgeler üzerinde gösterilmiştir. Yani yansımış ışığın oluşturduğu aydınlık, bir iç mekan renk düzenini rengin tür ve doymuşluk bileşeni bakımından etkilemektedir.

Belli bir aydınlık düzeni olan bir iç mekanda, yansımış ışığın oluşturduğu aydınlığın iç yüzeylerde düzgün yayılmış olmasına karşın, ışık kaynaklarının konumlarına, ışık yeğirlilik diyagramlarına (kaynağın hangi doğrultuya ne kadar ışık gönderdiğini gösteren diyagramlar) ve ışık ışınlamalarının, yüzeyin normali ile yaptığı açıya bağlı olarak, dolaysız ışığın

oluşturduğu aydınlık iç yüzeylerde düzgün olmayan bir biçimde yayılacaktır. Yani iç yüzeylerde aydınlık düzeyi ayrımları ortaya çıkacaktır.

Değişik aydınlık düzeylerinin söz konusu olduğu bir iç mekanda yer alan renkli yüzeyler, üzerlerine gelen ışığın azlığına ya da çokluğuna bağlı olarak az ya da çok ışıklılı (yani koyu ya da açık) görüneceklerdir. Bir başka deyişle, yüzeyleri aydınlatan ışığın niceliğine ve yüzeylerin yansıtma çarpanlarına bağlı olarak, her yüzey belli bir ışıklılık değerinde görünecektir ($L = E \cdot r$). Işıklılığın, Munsell renk dizgesindeki değer boyutu ile eş anlamlı kullanılması durumunda, ve bir rengin doymuşluğunun değer boyutu ile ilgisi olmadığı göz önüne alındığında, iç mekandaki renklerin değerlerinin değişmesine karşın, doymuşluklarının değişmeyeceği açıktır. Yani, bir iç mekandaki renkli bir yüzey üzerindeki aydınlık düzeyinin değişmesi nedeniyle, yüzeyde o renk türünün aynı doymuşluktaki, değişik değerli renkleri aynı anda görünecektir.

Öte yandan, aydınlığın düzgün yayılmadığı bir iç mekanda, değişik yansıtma çarpanındaki yüzeylerin yer alması durumunda, aydınlık düzeyi ve yansıtma çarpanına bağlı olarak, yüzeylerin ışıklılıkları birbirinden çok farklı değerlere ulaşacaktır. Daha açık bir deyişle, yüzeylerin yansıtma çarpanlarının 0.85 ile 0.05 değerleri, aydınlık düzeylerinin de yaklaşık olarak $10-1000 \text{ lm/m}^2$ arasında değiştiği göz önüne alındığında, yüzeylerdeki ışıklılık ayrımları 1/200'e varan değişimler gösterecektir. Bu da iç mekandaki renklerin değer boyutunu büyük ölçüde etkiler.

Özetle, bir iç mekandaki renk düzeni, değer ve doymuşluk bakımından aydınlık düzeyi değişimlerine sıkı bir biçimde bağlıdır. Ayrıca tür ve doymuşluk boyutları bakımından da yansımış ışığın oluşturduğu aydınlık oranlarına bağlıdır, ve yansımış ışığın oluşturduğu aydınlık nedeniyle ortaya çıkan renk dönmeleri, bu aydınlığa dolaysız ışığın katkısı oranında azalacaktır.

Bu nedenle, kapalı bir hacimde iç yüzeylerdeki aydınlığı oluşturan toplam ışığın bileşenleri olan dolaysız ve yansımış ışığın, birbirine göre oranının (ya da toplam ışık içindeki oranlarının) nelere bağlı olarak deði-

şim göstereceği incelenmelidir. Söz konusu değişim, burada,

- iç yüzeylerin yansıtma çarpanlarına,
- ışık kaynağının konumuna,
- ışık kaynaklarının aydınlatma biçimlerine,

bağlı olarak üç ayrı durumda ele alınmıştır.

- a) Aynı büyüklükteki A ve B gibi iki yüzeyden birinin (A) yansıtma çarpanının ötekine göre yüksek olması durumunda, A yüzeyinden yansıyan ışığın, B'den yansiyana oranla daha fazla olacağı açıktır. Kapalı bir mekanda, iç yüzeylerin ortalama yansıtma çarpanlarının yüksek olması durumunda, yansımış toplam ışık akısının ($\Phi_{r \text{ top.}}$) ışık kaynağı toplam akısına (Φ_o) oranının yüksek olacağı V.1. bölümdeki Çizelge 1'de görülmektedir. İç yüzeylerin ortalama yansıtma çarpanı değerinin $r = 0.70-0.75$ olması durumunda ($\Phi_{r \text{ top.}}/\Phi_o$) oranı 2.5-3 gibi değerlere ulaşmaktadır. Yani yansımış ışığın oluşturduğu aydınlığın niceliği, dolaysız ışığın oluşturduğu aydınlığın üç katına ulaşmaktadır. İç yüzeylerin ortalama yansıtma çarpanının $r = 0.20-0.25$ olması durumunda ise ($\Phi_{r \text{ top.}}/\Phi_o$) oranı 0.25-0.35'dir. Yani, yansımış ışığın oluşturduğu aydınlığın niceliği, dolaysız ışığın oluşturduğu aydınlığın yaklaşık 1/4 oranında olacaktır.

Yansıtma çarpanı yüksek ve düşük olan aynı büyüklükteki iki yüzeyden, yansıtma çarpanı düşük olanı daha az renkli ışık yansıtacağından, bu yüzeyin renksel etkileşime katkısı ötekine göre daha az olacaktır. Bu durum grafiklerde de açıkça görülmektedir. Yansıtma çarpanları farklı aynı tür iki yüzeyin, eşit tür dönmesine yol açabilmeleri için, yansıtma çarpanı düşük olan yüzeyin, ötekine göre alanının çok daha büyük olması gereklidir (Şkz. EK X). Bu nedenle iç yüzeylerin yansıtma çarpanlarının yüksek olması durumunda, yüzeyler renksel etkileşime daha çok katkıda bulunacaklardır.

- b) Işık kaynağının hacim içindeki konumuna bağlı olarak, ışık kaynağına yakın olan yüzeylerde, dolaysız ışığın oluşturduğu aydınlık, kaynağa

uzak olan yüzeylere oranla daha yüksek olacaktır. Buna bağlı olarak, kaynağa yakın olan yüzeylerde, yansımış ışığın dolaysız ışığa oranı düşük olacaktır. Hacim iç yüzeylerinin tümü aynı yansıtma çarpanı değerinde olsa bile, kaynağa yakın olan yüzeylerin daha ışıklı, yani daha açık renkli görüneceği açıktır. Kaynağa uzak olan yüzeyler ise, daha düşük değerli olarak algılanacaktır. Yani:

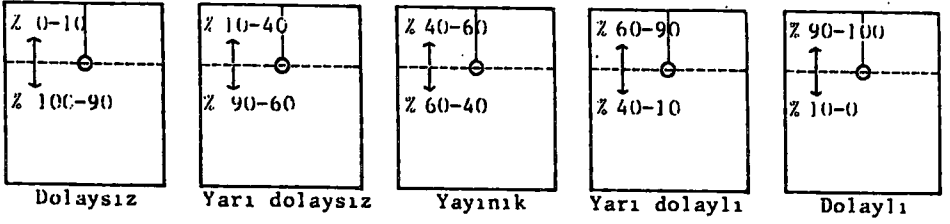
. Kaynağa yakın ve uzak olan yüzeylerde, yansımış ışığın dolaysız ışığa oranı değişeceğinden, iç yüzeylerde kullanılan türlerde, aynı doymuşluktaki değişik değerli renkler, ve bir takım değer karşıtlıkları görünecektir.

. Kaynağa uzak olan yerlerde yansımış ışığın dolaysız ışığa oranı, kaynağa yakın olan yüzeylere göre daha yüksek olduğundan, renk dönmeleri, kaynağa uzak olan yüzeylerde fazla, yakın olanlarda ise az olacaktır.

c) Bir hacimde yer alan ışık kaynaklarının aydınlatma biçimleri, yani ışık yegînlik (uzaysal ışık dağıtım) diyagramları da, yüzeye gelen yansımış ve dolaysız ışıkların oranını etkilemektedir. Aydınlatma amacıyla kullanılan ışık kaynaklarının (aydınlatma aygıtlarının) ışık yegînlik diyagramları çok değişik olabilir. Ancak genel olarak bunlar beş bölümde toplanmıştır(86,86,87). Bu bölünme, aygıtın aşağı ya da yukarı yolladığı ışık akısının, yayımladığı toplam ışık akısına oranına göre yapılmıştır. Aygıtın, aşağı doğru yayımladığı ışık akısı,

- . % 100-90 ise dolaysız,
- . % 90-60 ise yarı dolaysız,
- . % 60-40 ise yayınık,
- . % 40-10 ise yarı dolaylı,
- . % 10- 0 ise dolaylı,

aydınlatma adını almaktadır (bkz. Şekil 21).



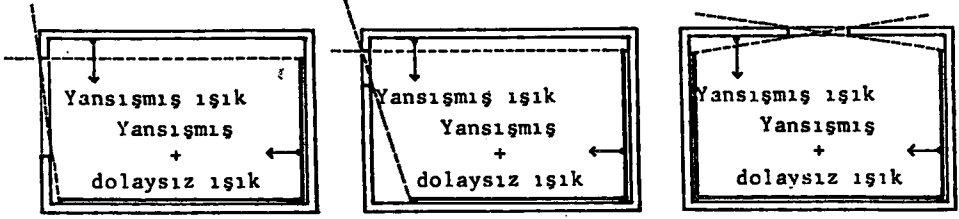
ŞEKİL 21- Aydınlatma Biçimleri

Aydınlatma biçimlerine bağlı olarak, yansımış ışığın oluşturduğu aydınlığın, dolaysız ışığın oluşturduğu aydınlığa oranını, ve yüzey renk bileşenlerinin ne gibi bir değişim göstereceği aşağıda ele alınmıştır.

- Dolaysız aydınlatma biçiminde, ışık kaynağının yayımladığı dolaysız ışık, tavan dışında tüm iç yüzeyleri aydınlatacaktır. Yani, duvar ve döşeme yüzeyleri hem dolaysız hem de yansımış ışık, tavan ise hemen hemen yalnızca yansımış ışık ile aydınlanacaktır. Bu durumda, duvar ve döşeme yüzeylerindeki renksel etkileşim, iç yüzeylerin yansıtma çarpanlarına göre değişim gösteren yansımış ışığın, dolaysız ışığa oranına bağlı olacaktır. Tavan yüzeyi büyük oranda yansımış ışıkla aydınlanacağından, yansımış ışık nedeniyle en büyük renk dönmesi (tür ve doymuşluk sapması) bu yüzeyde olacaktır. Ayrıca tavan yüzeyindeki aydınlık düzeyi ile öteki yüzeyler arasında belli bir ayırım olacağından, tavan daha düşük değerli gibi algılanacaktır.

Hacimde ışık kaynağı olarak gün ışığının kullanılması durumunda da yukarıdakilere benzer olaylar olacaktır. Böyle bir durumda, pencerelerin iç yüzeyler üzerindeki konumları (yan duvarlar ya da tavan yüzeyinde yer alması), yüzeylere gelen yansımış ve dolaylı ışıkların oranını etkileyecektir. Yüzeylerin yansımış + dolaysız ve yansımış ışık alan bölümleri, pencerelerin hacim içindeki konumlarına bağlı olarak, Şekil 22'de gösterilmiştir. Ayrıca, pencerelerin biçim ve sayısına göre de yüzeylerde belli aydınlık düzeyi ayrımları ortaya çıkacaktır. Böylece bu tür hacimlerde de, yansımış ışık nedeniyle tür ve doymuşluk değişimleri, aydınlık düzeyi ayrımlarına

bağlı olarak da değer ve doymuşluk farklılıkları olacaktır.



ŞEKİL 22

- Yarı dolaysız aydınlatma biçiminde, ışık kaynağının yayımladığı dolaysız ışığın % 10-40'ı tavan yüzeyine gelmektedir. Yayınık aydınlatma biçiminde ise, dolaysız ışığın tüm iç yüzeyleri oldukça eşit yegınlıkte (aynı düzeyde) aydınlattığı varsayılabılır. Her iki durumda da, hacmin tüm yüzeyleri hem dolaysız hem de yansımış ışık ile aydınlanmaktadır. Yüzeylerdeki aydınlığı oluşturan toplam ışığın içindeki dolaysız ve yansımış ışıkların oranlarına göre yüzeylerde aydınlık ayrımları olacaktır. Bu nedenle yüzey renklerinin değer boyutunda ve doymuşluk boyutunda beklenenden daha farklı izlenimler elde edilecektir. Yansımış ışık nedeniyle yine tür ve doymuşluk değişimleri ortaya çıkacak ve bu sapmalar, yansımış ışığın dolaysız ışığa oranına bağlı olarak az ya da çok olacaktır.
- Yarı dolaylı aydınlatma biçiminde, ışık kaynağının yayımladığı ışığın % 60-90'ı, dolaylı aydınlatma biçiminde ise, % 90-100'ü tavan yüzeyine gelecektir. Özellikle dolaylı aydınlatma biçiminde, yansımış ışık bakımından özel bir durum ortaya çıkmaktadır. Çünkü bu durumda:
 - . Duvar ve döşeme yüzeyleri, ışık kaynağından tavan yüzeyine gelen ve buradan yansıyan ışıklarla aydınlanmaktadır. Yani, tavan, ikincil bir ışık kaynağı durumuna dönüşmüştür.
 - . Tavan yüzeyi, hem dolaysız hem de yansımış ışıkla aydınlanırken, duvar ve döşeme yüzeyleri, tavandan yansıyan ve yansımış ışıklarla aydınlanacaktır.

Bunun doğal sonucu olarak, dolaylı aydınlatma biçiminde:

- . Yansıymış ışık nedeniyle, duvar ve döşeme yüzeylerindeki renk dönmeleri en üst düzeyde olacaktır.
- . Tavan yüzeyi ise, hem dolaysız hem de yansıymış ışıkla aydınlanacağından, tavadaki aydınlık düzeyi duvar ve döşemedekinden daha yüksek olacak, ve bu yüzey daha açık görünecektir. Ayrıca, bu yüzey de yansıymış ışık nedeniyle, renksel etkileşime uğrayacaktır.

Dolaylı aydınlatma biçiminde, tavan, ışık kaynağından gelen ışıkları yansıtarak, ikincil kaynak durumuna dönüştüğünden, tavan rengi, öteki yüzeylerin, renklerini büyük oranda etkileyecektir. Bu konuda, ışık kaynağının renginin beyaz olması durumu için, aşağıdaki gibi bir irdeleme yapılabilir.

- . Tavan yüzeyinin "renksiz" olması durumu: Tavan ışık kaynağının rengine, beyaz ışık yayımlayan ikincil bir ışık kaynağı olacaktır. Bu nedenle, tavan yüzeyi, yansıymış ışığın oluşturduğu aydınlığa "renksel bakımdan" katkıda bulunmayacaktır. Yansıymış ışık nedeniyle, duvar ve döşeme yüzeylerindeki renk dönmeleri, bu yüzeylerin kendi renklerine bağlı kalacaktır. Ancak, tavan yüzeyinin "beyaz" olması, yansıymış ışığın dolaysız ışığa oranını yükseltecektir.
- . Tavan yüzeyinin "renkli" olması durumu: Tavan bütünüyle kendi rengine ışık yayımlayan, ikincil bir ışık kaynağı olacaktır. Bu nedenle de, tavandan, öteki yüzeylere gelen renkli ışık, öteki yüzeylerin renklerinde büyük değişikliklere yol açacaktır.

Yukarıda belirtilen nedenlerden ötürü, dolaylı aydınlatma biçimi ile aydınlatılan bir hacimde, tavan rengi, duvar ve döşeme yüzeyleri üzerindeki renk dönmelerini belirleyen en büyük etkidir.

Ayrıca, tavan yüzeyinin yansıtma çarpanının yüksek ya da düşük olması, yansımış ışığın oluşturduğu aydınlığın niceliğini değiştirecektir. Bununla birlikte, dolaylı aydınlatma biçiminde, kaynaktan çıkan ışık, tavadan yansıyarak iç yüzeylere geleceği için, hacim içinde oldukça düzgün yayılmış bir ışık alanı oluşturacaktır. Bu nedenle de, özellikle, tavanın beyaz olması durumunda, duvar ve döşeme yüzeyleri, yalnızca yansımış ışığın yol açtığı renksel değişimlerle (tür ve doymuşluk sapmaları ile) algılanacak, ve bu yüzeylerde büyük ışıklılık ayrımları (değer farklılıkları) ortaya çıkmayacaktır.

Buraya kadar yapılan açıklamalardan anlaşılacağı üzere, kapalı bir mekanda, iç yüzeyler üzerindeki aydınlığı oluşturan toplam ışığın bileşenlerinden biri olan yansımış ışık nedeniyle, iç mekan renk düzeninde tür ve doymuşluk değişimleri olacaktır. Ayrıca, yüzeylerdeki aydınlığın, dolaysız ve yansımış ışıkla oluşan bölümlerinin, birbirine göre oranlarına bağlı olarak, iç yüzeylerde bir takım aydınlık ayrımları ortaya çıkmaktadır. Bu aydınlık düzeyi ayrımları, renklerin değer boyutunda değişimlere yol açmaktadır. Söz konusu aydınlık düzeyi değişimlerine bağlı olarak, renkli yüzeyler değişik değerlerde (açık ya da koyu) görünürken, yansımış ışık nedeniyle ortaya çıkan tür ve doymuşluk sapmaları değişmeyeceğinden, yüzeylerde aynı türün değişmez doymuşluktaki, değişik değerli renkleri algılanacaktır.

Böylece, bir iç mekan renk düzeninin, tür ve doymuşluk boyutları bakımından yansımış ışığın oluşturduğu aydınlık, değer ve doymuşluk boyutları bakımından da aydınlık düzeyine bağlı olduğu tanıtlanmış olmaktadır. Bu nedenle, bir iç mekan renk düzenlemesi yapılırken, yansımış ışığın oluşturduğu aydınlık, ve aydınlatma düzenine bağlı olarak ortaya çıkan aydınlık düzeyi ve ayrımlarına dikkat edilmesi gereklidir. Bunlar göz önüne alınmadan, bir iç mekanın, bir enteriyörün iki boyutlu görünüşü -perspektifi- üzerinde belli bir etki yaratan renk düzeninin kurulması durumunda, istenilen anlam ve etki büyük bir olasılıkla hacim içinde elde edilemeyecektir.

XI. GENEL DEĞERLENDİRME SONUÇLARI

Bu bölümde, her yanı kapalı, tüm iç yüzeyleri birbirini gören, boyutları arasındaki oran, mimari hacimler için olağan sayılabilecek bir iç mekanda, ışık kaynağı olarak normal aydınlatma amacıyla kullanılan ışık kaynaklarından birinin yer alması durumunda,

- iç yüzeylerdeki aydınlığı oluşturan toplam ışığın bileşenleri olan dolaysız ve yansımış ışığın oluşturdıkları aydınlıkların birbirine oranına bağlı olarak ortaya çıkan büyük aydınlık ayrımları nedeniyle, iç mekan renk düzeninde değişen renk bileşenleri,
- yansımış ışığın oluşturduğu aydınlığın, iç mekan renk düzeninde yol açtığı renksel değişimlerin (tür-doymuşluk sapmaları), yüzey büyüklük ve ışık yeginalik oranlarına bağlı olarak belirlenmesi amacıyla yönelik olarak yapılan çalışma sonunda elde edilen değerler,

göz önüne alınarak elde edilen değerlendirme sonuçları anlatılacaktır. Bu sonuçlar aşağıda sıralanmıştır.

1- Aynı tür ışık kaynağı ile aydınlatılmış, büyük aydınlık ayrımları olmayan bir düzlem üzerinde yan yana gelmiş renklerin etkileşimi ve algılanması ile, bir iç mekanda birbirini gören yüzeyler üzerinde yer almış renklerin etkileşimi ve algılanması, birbiriyle hemen hemen hiç ilgisi olmayan, ayrı kurallara bağlı olaylardır.

Bir düzlem üzerinde, yanyana gelen değişik renkli yüzeylerin birbirini

etkilemesi bir bakıma yalnızca "çevre etkisi"(*) nedeniyle olacaktır. Oysa aynı renklerin, bir iç mekanda birbirini gören yüzeyler üzerinde kullanılması durumunda, dolaysız ışığın yüzeylerden yansımaları ile oluşan yansımış ışığın, daha sonra iç yüzeyler arasında peşpeşe yansıyarak oluşturduğu yansımış ışık nedeniyle, yüzeyler birbirini, toplamsal ve çıkarımsal bileşim kurallarına bağlı olarak etkileyeceklerdir.

(*) Çevre etkisi: Gözün çok hareketli bir organ olması, ve belli bir şeye bakıldığında bile, ağtabakadaki titreşimler ve bir bütün olan ağtabaka içindeki yan etkiler nedeniyle, çevre renk ve ışıklılıklarının, bakılan alanın renk ve ışıklılığı üzerinde, ve bakılan alanın da çevre üzerinde ve özellikle, bakılan alan sınırlarına yakın bölgelerde, gözün uyması olayından ötürü ortaya çıkan etkiler. Buna örnek olarak; mavi renkli bir fon üzerinde, mavimsi-kırmızı bir rengin tam kırmızı (sıcak renkli) aynı rengin tam kırmızı fon üzerinde ise, mavi (soğuk renkli) görünmesi; ya da, orta koyuluktaki renksiz bir yüzeyin, koyu renkli bir fonda açık, açık renkli bir fonda da koyu renkli görünmesi gösterilebilir.

2- Bir hacim içindeki renklerin etkileşimi ve algılanması, o hacimdeki ışık düzeni ve aydınlatma tekniği konularına sıkı bir biçimde bağlı olup, bu konulardan ayrı ve bağımsız olarak düşünülemez ve ele alınmaz.

Yansımış ışığın oluşturduğu aydınlığın iç mekan yüzeylerinde düzgün yayılmasına karşın, ışık kaynağının konumuna ve aydınlatma biçimine bağlı olarak dolaysız ışığın oluşturduğu aydınlık düzgün yayılmayacaktır. Bunun doğal sonucu olarak, iç yüzeylerdeki aydınlık düzeyleri arasında belirli ayrımlar ortaya çıkacaktır.

Değişen aydınlık düzeylerine bağlı olarak, belli bir renkteki yüzey elemanı üzerinde, aynı türün aynı doymuşluğundaki, ancak değişik değerli renkleri algılanacak, ve ayrıca aydınlık düzeyi ayrımları nedeniyle iç yüzeylerde büyük değer ayrımları ortaya çıkacaktır. Yani bir iç mekan renk düzeni, değer ve doymuşluk boyutları bakımından aydınlık düzeyine bağlıdır.

Öte yandan, yansımış ışığın iç yüzeyler arasında ard arda yansımaları

ile renklenmiş olan yansımış ışık, yüzey renklerinde, tür ve doymuşluk değişimlerine yol açacaktır. Örneğin, birbirine yakın türlerin doymuşlukları büyük oranda artarken, birbirini yaklaşık 50 tür farkla izleyen renklerin doymuşlukları sıfıra yaklaşmakta, ve buna bağlı olarak da renkler türsüzlüğe doğru gitmektedir. Yani, iç mekan renk düzeni, tür ve doymuşluk boyutları bakımından yansımış ışığın oluşturduğu aydınlığa bağlıdır.

Bu nedenle bir hacimdeki renk düzeni, ışık düzenine ve aydınlatma biçimine bağlı olarak, renklerin tür, değer ve doymuşluğundaki değişimlerle beklenenden daha farklı bir biçimde algılanır.

3- Bir düzlem üzerinde yanyana gelmiş renklerden oluşan bir renk düzeninde, bir yüzeyden yansıyan renkli ışık öteki yüzeyleri aydınlatmayacağından, renklerde tür ve doymuşluk bakımından etkileşim olmayacaktır. Renkler kendi tür, değer ve doymuşluklarında görünecektir. Ayrıca, renklerin büyük aydınlık ayrımları olmayan bir düzlem üzerinde yer aldığı göz önüne alındığında, renklerin değerleri arasındaki ayrım kendi yansıtma çarpanları arasındaki kadar olacaktır.

Oysa, 2'deki açıklamalardan anlaşılacağı üzere, bir iç mekan renk düzeninde renklerin her üç boyutu da değişime uğramaktadır.

Bu nedenle, bir iç mekanın, iki boyutlu bir düzlem üzerine görünüşü (perspektifi) çizilerek, bu şekil üzerinde, belli estetik kurallara uygun olarak istenilen etkiyi veren renklerin belirlenmesi, ve aynı renk düzeninin hacim iç yüzeylerinde kullanılması durumunda, iç mekan renk düzeni ile düzlemdeki renk düzeni arasında, etki ve anlatım bakımından büyük ayrımlar ortaya çıkacaktır.

4- "1-2-3" de anlatılanlar gözönüne alındığında,

a) Bir iç mekanda belli bir renk düzeninin kurulurken, estetik kuralların yanı sıra, en azından, renk kuramı ve aydınlatma tekniği ile ilgili kuralların da bilinmesi ve hep birlikte ele alınmasının ge-

rekli olduğu ortaya çıkar. Ve, bu nedenle, bir iç mekan renk düzeninin kurulması, düzlem üzerinde renk düzeni kurulmasına göre, çok daha fazla boyutlu ve çok daha karmaşık bir olaydır.

b) Bir iç mekanda oluşturulacak renk düzenini etkileyen etkenlerin çokluğu ve bir düzlem üzerindeki renk düzenine göre elde edilebilecek sonuçların büyük çeşitliliği ve zenginliği nedeniyle, iç mekanlarda başarılı renk düzenlerinin kurulması ile ilgili basit kurallar konulamaz.

c) Bir iç mekanda başarılı renk düzenlemeleri yapabilecek kişilerin (uzmanların) yetişmesi ile, bir düzlem üzerinde başarılı renk düzenlemeleri yapabilecek uzmanların yetişmesi için izlenecek yollar, gerekli bilgiler, kılgsal çalışmalar, gereçler, uygulama alanları, yaklaşım biçimleri, amaçlar, sonuçlar v.b. bakımından birbirlerinden kesinlikle ayrıdır. Yani, düzlem üzerinde başarılı renk düzenlemeleri yapan bir kişinin, iç mekan renk düzenlemesinde, ya da tersine, başarılı iç mekan düzenlemeleri yapan bir kişinin de, düzlem üzerindeki renk düzenlemelerinde kesinlikle başarılı olacağı söylenemez. Bu nedenle, bir alanın uzmanından, öteki alan için de başarı beklenemez.

5- Bir iç mekanda kurulabilecek renk düzenleri, o mekanın mimarisi ve bunun yanı sıra, aynı mimari düzen içinde kullanılan aydınlık düzeni ile de sıkı bir biçimde bağlıdır. Bu nedenle, bir iç mekan renk düzenlemesini, yalnızca renk kullanımı ve renkler arası ilişkilerle ilgili kurallar aracılığı ile başarılı kılmak olanaksızdır. Bununla birlikte, yapılan bu çalışmanın deney ve hesap sonuçlarından, ve genel renk düzenleme kurallarından (bkz. EK VI) yararlanarak, kesin olmayan, ama geniş bir geçerlilik alanı olabilecek, yani büyük bir olasılıkla iyi sonuç verebilecek bir takım yol gösterici öneriler belirlenebilir. Belirlenen bu öneriler, aşağıda sıralanmıştır.

a) İç yüzeylerde, yüksek değerli az doymuş renklerin kullanılması durumunda, renksel etkileşim bakımından, aykırı ya da beklenmeyen sonuçların elde edilme olasılığı çok düşüktür. Ancak, bu durumda, iç yüzeylerde

yansıymış ışıqla oluşan aydınlığın dolaysız ışıqla oluşan aydınlığa oranının yüksek olacağı gözönüne alınmalıdır.

- b) İ yüzeylerde, yüksek değerli az doymuş renklerin büyük alanlar, ve çok doymuş alçak ya da yüksek değerli renklerin küçük alanlar kaplaması durumu, bir önceki (a) durumuna yakın sonuçlar verecek, yani renksel etkileşim bakımından beklenmeyen sonuçların elde edilmesi olasılığı az olacaktır.

Çünkü, grafiklerden görüleceği gibi, yüksek değerli az doymuş renklerle kullanılan, alçak değerli çok doymuş renklerin, etkili bir renk dönmesi yapabilmeleri için, i yüzeylerde büyük alanlar üzerinde kullanılması gereklidir. Ayrıca, çok doymuş, yüksek değerli renklerin büyük alanlar kaplaması durumunda da, yine grafiklerden görüleceği üzere, özellikle doymuşluk boyutunda büyük sapmalar ortaya çıkmaktadır.

Bu nedenle, başarılı renk düzenlerinin elde edilebilmesi bakımından, yüksek değerli az doymuş renklerin büyük, çok doymuş alçak ya da yüksek değerli renklerin küçük alanlar üzerinde kullanılması daha çok önerilebilir.

- c) İ yüzeylerde, doymuşluğu az, değeri yüksek ve alçak renklerin birbirine yakın alanlar kaplaması durumunda da sonuç (a) dakine yakın olacaktır. Ancak böyle bir düzende, yüksek değerli renklerin kapladığı alanın daha büyük olması önerilir.
- d) İ yüzeylerde, doymuşluğu az değeri alçak renklerin büyük alanlar kaplaması durumunda, renksel etkileşim bakımından aykırı sonuçların elde edilmesi olasılığı azdır. Grafiklerde de görüldüğü gibi, doymuşluğu az, değeri alçak renklerin büyük alanlar kaplaması durumundaki renksel etkileşim, doymuşluğu az değeri yüksek renklerininkine yakındır. Ancak bu durumda, i yüzeylerde yansıymış ışıqla oluşmuş aydınlığın, dolaysız ışıqla oluşmuş aydınlığa oranı düşüktür. Bu nedenle, bu tür renk düzenlemelerinin, aydınlatma tekniği açısından (ışık alanı birleşimi, gölge niteliği(*) ve aydınlık düzeyi ayrımları) zorluklar ortaya koyduğundan,

içinde uzun süre yaşanmayacak mekanlarda kullanılmalıdır. İçinde uzun süre yaşanacak mekanlarda, başarılı düzenler kurabilmek için, daha ileri düzeyde çalışmalar yapılmalıdır.

(*) Kara gölge yorucudur, görme alanı içinde elverişsiz alanlar oluştur, dolayısı ile algılama eksik olur. Sert gölge yuvarlak çizgilerin söz konusu olduğu nesnelerin algılanmasını önler. Üç boyutsal estetik değerler kaybolur ve görsel algılamada yanılgılar ortaya çıkar. Saydam gölge kara gölgenin karşısı olup dikkat çekici değildir. Bu gölgede uzun süre rahatlıkla bakılabilir; ayrıca yumuşak, tatlı bir anlatımı vardır. Yumuşak gölge'de ise görünüş net değildir ancak üç boyutlu nesnelerin algılanması sağlandığı gibi, insan doğasına uygun doğal bir görünüş ortaya çıkar (bu konuda ayrıntılı bilgi için 46 numaralı kaynağa bakınız).

e) İç yüzeylerde, doymuşluğu fazla, alçak değerli renklerin, büyük alanlar kaplaması durumunda, renksel etkileşim bakımından, beklenmeyen sonuçların elde edilmesi olasılığı çok yüksektir. Ayrıca, bu tür yüzeylerin neden olduğu yansımış ışığın oluşturduğu aydınlığın, dolaysız ışığın oluşturduğu aydınlığa oranı düşük olduğundan, (d) de belirtildiği gibi istenmeyen anlam ve etkiler ortaya çıkar. Bu tür bir düzen genelde önerilemez.

f) İç yüzeylerde, doymuşluğu fazla, değeri orta ya da yüksek renklerin büyük alanlar kaplaması durumunda, renksel etkileşim büyük önem kazanır, bunun doğal sonucu olarak da, isteğe aykırı ve beklenenden çok uzak anlam ve etkiler elde edilir.

Bu gibi durumlarda, istenilen etkiye, sonuca ulaşmak için, çok ciddi araştırmaların yapılması gereklidir. Ayrıca, doymuşluğu fazla, değeri orta ya da yüksek renklerin büyük yüzeyler üzerinde kullanıldığında, seçilen renk türleri arasındaki farklar (farkların az ya da çok olması, yani birbirine yakın ya da tümler renklerin kullanılması) gerek tür gerekse doymuşluk bakımından çok aykırı sonuçlar doğuracaktır.

Bu tür bir renk düzeninin, içinde uzun süre yaşanmayan mağaza vitrini, sahne dekoru, fuar pavyonu v.b. gibi ancak dıştan kısa bir süre bakılıp geçilecek mekanlar dışında, yani içinde yaşanan hacimlerde kulla-

nilması durumunda, aydınlatma tekniği açısından da bir takım sakıncaları ortaya çıkabilir. Bu nedenle, böyle bir renk düzeni kurulmak istendiğinde, bu konunun, gerçek uzmanlarına bırakılması gereklidir.

g) İç yüzeylerde, doymuşluğu fazla değeri orta ya da yüksek renklerin büyük alanlar, doymuşluğu az renklerin küçük alanlar kaplaması durumunda, doymuşluğu az olan renklerin tür ve doymuşluklarında büyük sapmalar olabilir. Grafiklerde de görüldüğü gibi, en büyük renk dönmeleri, doymuşluğu az olan renklerin, doymuş ve büyük yüzeyli renklerle birlikte kullanılması durumunda, az doymuş küçük yüzeyli renklerde ortaya çıkmaktadır. Ayrıca bu tür düzenlerde, az doymuş renkler, hacmin genel anlatımında etkisiz kalırlar.

h) İç yüzeylerde, doymuşluğu fazla değeri orta ya da yüksek renklerle, doymuşluğu az değeri orta ya da yüksek renklerin birbirine yakın alanlar kaplaması durumu ise, iç mekan renk düzenleme tekniği bakımından genellikle anlamsızdır. Bu durumda, iç mekanın renksel anlatımı çok zayıf, kararsız ve anlamsız olabilir. Bu nedenle, bu tür düzenlemelere gidilmesi önerilmez.

i) Değer ve doymuşluk boyutlarının yanı sıra, seçilen renk türlerinin birbirine yakınlığı ya da uzaklığı, ve sayısı da iç mekan renk düzeninin anlam ve etkisini belirler.

İç yüzeylerde, birçok sayıda değişik türün yer alması durumunda, renksel etkileşim kurallarının karmaşıklığı nedeniyle, renksel anlatımın ne olacağını önceden belirlemek olanaksızdır. Buna bağlı olarak, renksel etkileşim bakımından beklenmeyen sonuçların elde edilmesi olasılığı çok yüksektir. Ayrıca, bu tür bir düzenleme, iç mekanın genel anlatımını anlamsız kılacağından, bu düzene gidilmemesi, iki ya da üç türün seçilerek farklı büyüklüklerde kullanılması daha çok önerilir.

j) İç mekan renk düzenlemesi yapılırken, iç yüzeylerde kullanılan iki renk türünün,

- . birbirine yakın olması durumunda, özellikle doymuşluk boyutu bakımından belli bir artma olacağı,
- . birbiri ile 25 ya da 50 tür fark yapması durumunda ise, hem tür hem de doymuşluk boyutları bakımından sapmaların büyük olacağı,

göz önüne alınmalıdır.

Yukarıda 5'de sıralanan öneriler, daha önce de belirtildiği gibi, kesin katı kurallar olmayıp, yalnızca iç mekan renk düzenlemesinde başarılı olmayı olanaklı kılacak nitelikte yol gösterici belirlemelerdir. Çünkü, renk ve ışıklılık karşıtlıklarının olmadığı bir iç mekanda, görsel algılamadan söz edilemez. Görünen büyüklük ışıklılık, ve her yüzeyinde belli bir rengi olduğuna göre "renk" ışıklılığın ayrılmaz bir ögesidir. Bu nedenle, görsel algılama, geniş anlamda yalnızca, ışıklılık algılanması biçiminde ele alınmalıdır.

Görme alanı içindeki her türlü nesne ve yüzeylerin anlam ve etkisi ışıklılığa bağlıdır. Renksiz yüzeylerin ışıklılıkları türsüz ışıklılıklar, renkli yüzeylerin ışıklılıkları ise, renkli ışıklılıklar biçiminde ele alındığında, bir iç mekanda türsüz değil ama, renksiz ışıklılıkların olması düşünülemez, zaten bu durum da tanımlara aykırıdır.

Genelde algılanan ve görme alanının görsel anlamını oluşturan, rengin de bir ögesi olduğu ışıklılık karşıtlıkları düzenidir. Bu açıklamadan da anlaşılacağı gibi, görsel algılama, geniş anlamda ışıklılıkların algılanmasına indirgenebilir. Bu da bu çalışmanın temel sonucunu oluşturan bilimsel bir gerçektir.

Öte yandan, aydınlık düzeyinde büyük ayrımların olmadığı, yani aydınlığın büyük oranda değişmediği durumlarda, aynı aydınlık içinde yer alan, resim, afiş, kilim, fresk, vitray v.b. düzlem yüzeyler —alanlar—, ya da giysi, vazo, biblo v.b. tek nesnelerde ışıklılık, yalnızca yansıtma çarpasına bağlı kalmaktadır. Bu tür nesne ya da yüzeylerin hiçbir bölümü, öteki bölümlerine ışık yollamadığından, yani birbirleri arasında ışık alışverişi olmadığından renksel etkileşim de olmayacaktır. Bu nedenle, bu gibi

durumlarda renk konusu görelî olarak basit olabilmekte, ve kendi içinde ele alınarak bir takım kesin kurallar ileri sürülebilmektedir.

Oysa, büyük aydınlık düzeyi ayrımları olan bir iç mekan yüzeylerinin ışıklılıkları yalnız kendi yansıtma çarpanlarına değil, öteki yüzeylerin yansıtma çarpanlarına dolayısıyla renk ve ışıklılıklarına bağlıdır. Bu nedenle, bu konuda, kesin katı kurallar belirlenemez. Ancak, yukarıdaki gibi kural görünümündeki öneriler ileri sürülebilir, bu bakımdan yukarıdaki önerilerin böyle bir bakış açısı içinde ele alınması ve değerlendirilmesi gereklidir.



XII. SONUÇ

Bir iç mekanda, fizik ortam öğeleri olan, renk ve ışık (aydınlık) birbirinden soyutlanarak, yalnızca renk düzeni ya da yalnızca aydınlatma düzeni olarak ele alınamaz. Çünkü, bir iç mekanda yer alan yüzeyler, ışık kaynağından gelen ışıkları yansıtarak, aydınlığı nicelik ve nitelik olarak etkilerken, kendileri de renksel bakımdan etkilenmektedirler.

Tüm iç yüzeyleri birbirini gören, her tarafı kapalı bir hacimde, normal aydınlatma amacıyla kullanılan beyaz ışık kaynağından yüzeylere gelen dolaysız ışığın, yüzeylerde oluşturduğu aydınlık, yüzey renklerinde herhangi bir renksel etki yapmamasına karşın, dolaysız ışığın yüzeylerden yansımaları ile oluşan yansımış ışığın, daha sonra, iç yüzeyler arasında ard arda yansımaları sonucu oluşturacağı yansımış ışığın, iç yüzeylerde oluşturduğu düzgün yayılmış aydınlık, yüzeyleri renksel bakımdan (tür ve yoğunluk boyutunda) etkilemektedir.

Kapalı bir mekanda yer alan bir yüzeyde yansımış ışıkla oluşan aydınlık, iç yüzeylerin bir fonksiyonudur. Bu nedenle, belli bir (S) büyüklüğü ve ($\bar{r}$) ortalama yansıtma çarpanı olan bir hacimde yer alan renkli bir yüzeyin öteki yüzeyler üzerindeki renksel etkisi, yüzeyin rengine, ve ışık yoğunluğunun (r_1s_1), tüm iç yüzeylerin ışık yoğunluğuna ($\bar{r}S$) oranına ($I_1/I = r_1s_1/\bar{r}S$) bağlı olarak değişim göstermektedir. Bu konu, boyutları arasındaki oran mimari hacimler için olağan sayılabilecek bir iç mekanda, beyaz ışık kaynağı olarak akkor lambanın yer alması ve iç yüzeylerde değişik renklerin kullanılması durumunda, yansımış ışık nedeniyle yüzey renklerinde ortaya çıkan renk dönmelerinin belirlenmesine ilişkin olarak yapılan dene-

ve hesap sonuçlarından yararlanılarak hazırlanan grafik ve çizelgelerde gösterilmiştir.

Öte yandan, ışık kaynaklarının —aygıtlarının— hacim içindeki konumlarına ve ışık yeğirlik diyagramlarına bağlı olarak, dolaysız ışığın oluşturduğu aydınlık, iç yüzeylerde düzgün yayılmamaktadır. Bu da, kapalı bir mekandaki iç yüzeyler üzerinde büyük aydınlık ayrımlarının oluşmasına neden olmaktadır. Yüzeylerdeki aydınlık ayrımları nedeniyle iç mekan renk düzeninin değer ve doymuşluk boyutları daha farklı bir biçimde algılanmaktadır.

Bir iç mekan renk düzeni, değer ve doymuşluk boyutları ile, aydınlık düzeylerine, tür ve doymuşluk boyutları ile de yansımış ışığın oluşturduğu aydınlığa sıkı bir biçimde bağlıdır. Yani, bir iç mekan renk düzeni, ışığın yansımāsından ve aydınlık düzeyi dağılımlarından bağımsız olarak, yalnızca yüzey renkleri (boyalar) olarak ele alınamaz.

Kapalı bir mekanın iki boyutlu bir düzlem üzerine çizilmiş görünüşü üzerinde iç yüzeylerin renklendirilmesi (boyanması) ile kurulan bir renk düzeninin anlam ve etkisi, ancak, büyük aydınlık ayrımları olmayan bir düzlem üzerinde yan yana gelmiş renklerin (bir resmin) renksel etkileşimi ve algılanmasına eşdeğerdir. Oysa, çalışmanın içinde ve yukarıda belirtildiği gibi, bir iç mekanda yer alan renkli yüzeylerin anlam ve etkisi, aydınlık düzeyi ayrımları ve ışığın yansımāsı ile sıkı bir biçimde ilişkilidir.

Bu nedenle, bir iç mekan renk düzenlemesi yapacak kişilerin, tasarlama evresinde,

- iç mekanda kullanılacak ışık kaynağının ışık rengini,
- ışık kaynağının ışık yeğirlik diyagramını,
- ışık kaynağının konumunu ve hacim içindeki dağılıma düzenini,
- dolaysız ve yansımış ışığın oluşturdukları aydınlıkların oranını (yüzeylerdeki aydınlık ayrımlarını), aydınlık düzeyini,
- yansımış ışığın oluşturduğu aydınlık nedeniyle, iç yüzey renklerinde ortaya çıkan renksel değişimleri,

bilmesi, ve bu değişkenleri göz önüne alarak, istediği anlam ve etkiyi yaratacak renkleri belirlemeleri gereklidir.

Kapalı bir mekanda, yansısmış ışık nedeniyle, renkli yüzeylerin birbirleri üzerinde yol açtıkları renksel etkinin belirlenmesine ilişkin olarak, bu çalışma içinde geliştirilen yöntem (bkz. Bölüm V), ya da bu yöntem yardımı ile hazırlanmış olan grafik ve çizelgeler aracılığı ile, bir iç mekanda yansısmış ışığın oluşturduğu aydınlığın, yüzey renkleri üzerinde neden olduğu renk dönmeleri belirlenebilir.

Ayrıca başarılı bir iç mekan renk düzenine ulaşabilmek için göz önüne alınması önerilen yol gösterici nitelikteki kimi kurallar, genel değerlendirme sonuçları (bkz. Bölüm XI) bölümünde sunulmuştur. Bu öneri niteliğindeki kurallara ve yukarıda sıralanan değişkenlere dikkat edilmediği zaman, yani, iç mekanın iki boyutlu görünüşü üzerinde kurulan renk düzeninin anlam ve etkisi ile yetinildiğinde, aynı renklerin iç mekan yüzeylerinde kullanılması durumunda ortaya çıkan anlam ve etki, büyük bir olasılıkla beklenenden çok farklı olacaktır. Çünkü, görme alanının her türlü anlam ve etkisi, geniş anlamda, ışıklılıkların algılanması olarak varsayılabılır. Ve yine geniş anlamda, renk, ışıklılığın ayrılmaz bir öğesidir. Genelde algılanan ve görme alanının görsel anlamını oluşturan, rengin de bir öğesi olduğu ışıklılık karşıtlıkları düzenidir. Bu da, bu çalışmanın temel sonucunu oluşturan bilimsel bir gerçektir.

EK I

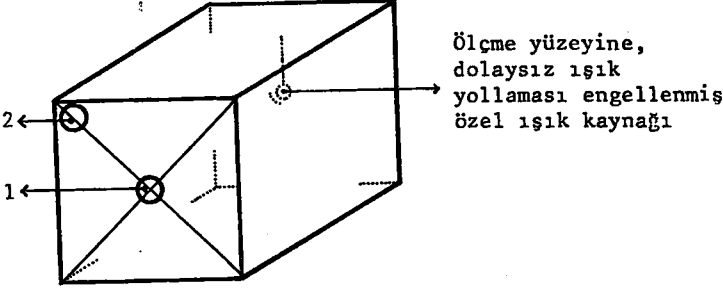
DİKDÖRTGENLER PRİZMASI BİÇİMİNDEKİ HACİMLERDE, YANSIŞMIŞ TOPLAM IŞIĞIN İÇ YÜZEYLERDE OLUŞTURDUĞU AYDINLIĞIN DENEYSEL OLARAK ÖLÇÜLMESİ

Dikdörtgenler prizması biçimindeki hacimlerde, yansımış toplam ışığın iç yüzeylerde oluşturduğu aydınlığın, deneysel olarak ölçülmesi işlemlerinde, V.1. bölümde anlatılan yöntemden (Ulbricht küresi'nden) ve biri küp, öteki dikdörtgenler prizması biçimindeki iki model hacimden yararlanılmıştır (bilindiği gibi, küp, dikdörtgenler prizmasının özel bir durumudur). Ölçmeler aşağıda anlatılan deney düzeni ve yöntemi aracılığı ile gerçekleştirilmiştir.

1. DENEY DÜZENİ

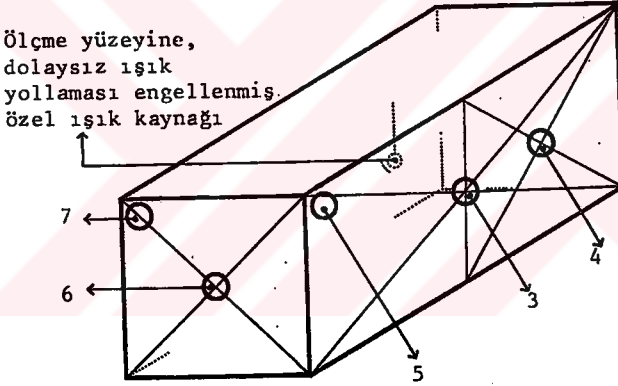
- a) Dikdörtgenler prizması biçimindeki hacimlerde, yansımış ışığın iç yüzeylerde oluşturduğu aydınlığın ölçülmesi için, biri küp (40x40x40 cm, boyutları arasındaki oran 1/1/1 olan), öteki dikdörtgenler prizması (80x40x40 cm, boyutları arasındaki oran 2/1/1 olan) biçimindeki iki ayrı model hazırlanmıştır. Modellerin boyutları belirlenirken, genelde mimari hacimlerde kullanılan boyutlar arasındaki oranlar gözönüne alınmıştır.
- b) Model hacimlerin iç yüzeyi, yansıtma çarpanı $r=0.85$ olan, tam donuk beyaz boya ile boyanmıştır. Böylelikle, iç yüzeylerin, Ulbricht küresinde olduğu gibi, Lambert yüzeyi özelliği taşıması sağlanmıştır.
- c) Modellerin içine herhangi bir yere ışık kaynağı olarak, nokta kaynak özelliği taşıyan, 12 W-220 V'lık özel bir akkor lamba yerleştirilmiştir.
- d) Şekil 23'de görüldüğü gibi, küpte iki, dikdörtgenler prizmasında ise beş olmak üzere toplam yedi ölçme deliği (aydınlık düzeyinin ölçülmesinde kullanılan aydınlıkölçer'in (luxmetre'nin) fotoselinin büyüklüğünde $\phi 4$ cm çapında) açılmıştır (ölçmelerde, "gossen panlux" aydınlıkölçeri kullanılmıştır).

- e) Işık kaynağının önüne, belli bir ölçme noktasına dolaysız ışık gelmesini engelleyecek nitelikte, hareketli bir engel yüzeyi yerleştirilmiştir.



a) küp

b) dikdörtgenler prizması



ŞEKİL 23

2. DENEY YÖNTEMİ VE DENEY SONUÇLARI

Belli bir ölçme noktası dışındaki tüm delikler kapatılarak,

- ışık kaynağının önüne, yalnızca ölçme yapılan noktaya dolaysız ışık gelmesini önleyen, bir engel yerleştirilmesi,
- aydınlık ölçerin fotoselinin, ölçme noktasına yerleştirilerek, aydınlık düzeyinin ölçülmesi,

işlemleri, Şekil 23'de gösterilen yedi ölçüm noktası için yinelenmiştir.

Küp biçimindeki model üzerinde yapılan ölçmelerde;

1 noktasındaki aydınlık düzeyi	670 lm/m^2 ,
2 noktasındaki aydınlık düzeyi	620 lm/m^2 ,

olarak bulunmuştur.

Dikdörtgenler prizması biçimindeki model üzerinde yapılan ölçmelerde;

3 noktasındaki aydınlık düzeyi	420 lm/m^2 ,
4 noktasındaki aydınlık düzeyi	390 lm/m^2 ,
5 noktasındaki aydınlık düzeyi	340 lm/m^2 ,
6 noktasındaki aydınlık düzeyi	380 lm/m^2 ,
7 noktasındaki aydınlık düzeyi	385 lm/m^2 ,

olarak bulunmuştur.

3. DENEY SONUÇLARININ DEĞERLENDİRİLMESİ

- a) Küp biçimi model üzerinde, iki sınır konum için elde edilen aydınlık düzeyleri arasındaki oran, $620 \text{ lm/m}^2 / 670 \text{ lm/m}^2 = 0.925$ dir.
- b) Dikdörtgenler prizması biçimi model üzerinde, beş sınır konum için elde edilen aydınlık düzeyleri arasındaki oranlar, kaynağa en yakın noktada olan 3. noktadaki aydınlık düzeyinin, sıra ile öteki ölçme noktalarındaki aydınlık düzeylerine oranlanmasıyla elde edilmiştir. Söz konusu oranlar 0.775 ile 0.927 değerleri arasında değişmektedir.

Yukarıda verilen aydınlık düzeyi oranları, aydınlığın düzgün yayılmış sayılabilmesi için, CIE tarafından kabul edilen $E_{\min} \geq 0.8 \times E_{\max}$ koşulu sınırları içinde kalmaktadır. Yani, bu biçimdeki hacimlerde yansımış ışığın iç yüzeylerde oluşturduğu aydınlık düzeyleri arasındaki ayırım % 20 yi geçmemektedir.

Bu sonuçtan yararlanarak, deneylerde kullanılan modellerin boyutları arasındaki gibi, ya da o değerlere yakın oranlarda boyutları olan, dikdörtgenler prizması biçimindeki hacimlerde, yansımış toplam ışığın iç yüzeylerde oluşturduğu aydınlığın, kılğısal alanda, Ulbricht küresinde olduğu gibi düzgün yayılmış olduğu kabul edilebilir.

EK II

RENKÖLÇÜM YÖNTEMLERİ

Renkli bir nesneden-yüzeyden- yansıyan/geçen, ya da bir ışık kaynağından doğrudan doğruya göze gelen ışığın, renginin ölçülmesi konusunda bir çok yöntem ve aygıt geliştirilmiştir. Bu yöntem ve aygıtlar temelde,

- nesnel (objektif), ya da fiziksel renkölçümü,
- öznel (subjektif), ya da görsel renkölçümü,

olmak üzere iki bölüme ayrılır(88,89,90,91,92).

Bunlardan ilki, adından da anlaşılacağı gibi, yalnızca fiziksel ölçmele-re, ikincisi ise insan gözünün özelliklerine dayanır.

İnsan gözünün özelliklerine dayanan öznel renkölçümü, nesnel renkölçümün-den çok daha önce kullanılmaya başlanmıştır. Nitekim, bugün tüm dünyaca kabul edilmiş ve kullanılmakta olan CIE 1931 XYZ dizgesi (Bkz. EK III) de öznel renkölçümleri sonucunda ortaya çıkmıştır. Ancak, kılıgıda nesnel ve öznel renkölçümünün her ikisinde de CIE 1931 XYZ dizgesi ile uyuşan so-nuçlara ulaşmak çok zordur. Her iki durumda da, söz konusu dizgeden sapan veriler elde edilir.

İlke olarak, sonuçların, CIE 1931 XYZ dizgesi ile uygunluğunu sağlamak, öznel renkölçümüne göre nesnel renkölçümünde biraz daha kolaydır. Çünkü, öznel renkölçümünde daima gözlemci gözünün özellikleri söz konusudur. De-neylerde kullanılan gözlemcilerin gözlerinin özellikleri, hiçbir zaman, çizelgelerde yer alan CIE ölçün gözlemcisinin özelliklerine özdeş değıl-dir, ve ikisi arasında belli bir sapma olabilir.

Buna karşın, nesnel renkölçümünün de birtakım zorluk ve sakıncaları var-dır. Bunlardan birincisi, çok doğru ölçüm yapabilmek için, çok hassas ve değerli aletlere ve de bu aygıtları çalıştıracak, fiziksel ölçmeler konu-sunda deneyimli uzman kişilerin bulunması zorunluluğudur. İkincisi ise, ölçüm sonuçlarının yüksek matematik bilgisi olan kişilerce değerlendiril-

mesi gerektiğinden, ölçüm yapanların matematik konusunda derin bilgisi olması zorunluluğudur.

En çok bilinen renkölçüm yöntemi, ışık kaynağı ışığının, ya da renkli yüzeylerden yansıyan ışığın tayfsal erke dağılımının belirlenmesi ve bulunan değerler aracılığı ile çeşitli çizelgelerden, yararlanılarak yansıyan ışığın üçrenksel koordinatlarının hesaplanmasıdır(93,94). Bu da yukarıda belirtildiği gibi, çok hassas aygıtlar ve derin matematik bilgisi gerektirir.

Öznel renkölçüm yöntemleri daima, sınanan renk duyulanmasından ayırtedilemeyen bir başka renk duyulanmasının saptanması biçimindedir(95,96).

"Başka renk duyulanması" genellikle,

- a) renkli nesnelerin geniş bir kolleksiyonundan (renk atlaslarından, bkz. EK III), sınanacak renge en çok benzeyen rengin belirlenmesi (bu yöntem özellikle renkli yüzeylerin — renkli yüzeylerden yansıyan ışığın— değerlendirilmesinde kullanılır),
- b) bilinen bir rengi değiştirerek, ya da renklerin toplamsal bileşimi ile elde edilmesi (aygıtlar yardımı ile renk eşleme — bir renge öteki renge özdeş kılma— işlemi yapılır),

gibi iki biçimde saptanır.

Bir rengin ölçülmesinde kullanılabilen öznel ve nesnel renkölçme yöntemleri arasındaki seçimi, ölçmede elde edilmesi istenilen "doğruya yaklaşıklık derecesi" belirler. Doğruya yaklaşıklık derecesi, K.L.Kelly ve D.B.Judd tarafından, aşağıda verilen altı basamağa bölünmüştür(97,98).

- 1- En basit renk belirleme düzeyi olup, pembe, kırmızı, turuncu, kahverengi, sarı, zeytin yeşili, sarı-yeşil, mavi, mor ve türsüz olan beyaz, gri-siyah, gibi 10 renkten (türden) birinin saptanması yeterlidir. Örneğin, sarı gibi.

- 2- Burada, yukarıdaki 10 renge 16 tane ara renk adının eklenmesi ile ortaya çıkan 26 türden birinin saptanması yeterlidir. Örneğin, sarımsı yeşil gibi.
- 3- Renk türlerine, renksel doymuşluk ve açıklık derecelerinin eklenmesi ile ortaya çıkan yaklaşık 280 renk adından birinin belirlenmesi yeterlidir. Örneğin, açık, doymuş sarımsı yeşil gibi.
- 4- Renk uzayının (renklerin üç boyutu ile gösterildiği ortam) 1000 ile 10 000 renge bölünmesi ile ortaya çıkan renklerden birinin belirlenmesi yeterlidir. Bu aşamada, renkler harfler ya da sayılarla gösterilmektedir. Örneğin Munsell renk dizgesi simgeleri ile 29-8/12 gibi (Munsell renk dizgesi için EK III'e bkz.).
- 5- Doğruya yakınlığın dördüncü derecesinde elde edilen renklerin, görsel olarak enterpolasyon ya da ekstrapolasyon yolu ile bölünmesi sonucunda ortaya çıkan yaklaşık 300 000 renkten birinin saptanması yeterlidir. Örneğin, Munsell renk dizgesi simgeleri ile 28.5-8.3/12.4 gibi.
- 6- Doğruya yaklaşıklıkla en üst derecesi olan bu aşamada, ölçmeler hassas optik aletlerle yapılarak, renklerin üçrenksel koordinatları hesaplanabilir. Böylece 5-10 milyon renk belirlenebilir. Örneğin CIE 1931 XYZ dizgesinde (0.291-0.433-0.468) gibi. Ayrıca bu belirlemeler Munsell simgelerine dönüştürülebilir, 28.6-8.35/12.4 gibi.

Doğruya yaklaşıklık derecesi, nesnel ya da öznel renkölçme yöntemleri arasındaki ilişki konusunda aşağıdaki gibi bir değerlendirme yapılabilir(99):

- Para ve zaman konusunda sınırlama olmadığında, en yüksek doğruluk derecesine erişileceği açıktır. Bu durumlarda nesnel yöntemlerin kullanılması uygundur. Böylece, yansıyan/geçen ya da dolaysız bir biçimde göze gelen ışığın renk koordinatlarının belirlenmesinde, düşünülebilen en büyük doğruluğa ulaşılabilir.

- En iyi görsel aygıtların ulaşabildiğinden daha büyük doğruluk istenmediğinde, her iki yöntem de kullanılabilir. Bu durumda kullanılacak yöntemin seçimi, yan konulara bağlı olarak yapılmalıdır.
- Çok hassas değerler gerekli değilse ya da üçrenksel koordinatların hemen bilinmesi gerekmiyorsa, belli ölçünlerle renkleri ölçüştürmek yeterli ise, öznel renkölçümünün basit yöntemlerinden biri kullanılabilir. Zaten bunlar kaba renkölçüm yöntemlerinden çok daha sağlıklı sonuç verir.

Bu çalışmada, bir iç mekanın yüzeylerinde kullanılan renklerde, ışığın yansıması ile ortaya çıkan renk dönmelerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu nedenle, burada özellikle renkli yüzeylerin renklerinin belirlenmesinde kullanılması önerilen, öznel renkölçüm yöntemlerinden biri olan, "renk atlasları yardımıyla görsel olarak rengin belirlenmesi yöntemi" seçilmiştir. Söz konusu yöntemle, doğruya yaklaşıklık derecelendirmesinde, beşinci dereceye ulaşılabilir. Bu yaklaşıklık derecesi de, çalışma konusunda, yeterli doğrulukta sonuçların elde edilmesini olanaklı kılmaktadır.

Öznel renkölçüm yöntemlerinden biri olan, bir renk atlası aracılığı ile, rengin görsel olarak belirlenmesi yönteminde, uyulması gereken kurallar ve renk belirleme işlemleri ile ilgili açıklamalar aşağıdaki bölümde anlatılmıştır.

1. BİR RENK ATLASI ARACILIĞI İLE RENGİN GÖRSEL OLARAK BELİRLENMESİ

Verilmiş bir yüzey renginin, bir yüzey renkleri koleksiyonunda (renk atlasında) yer alan, kendisine en yakın örnek ile ölçüştürülerek belirlenmesi, tüm yöntemler içinde en kolay ve geçerli olanıdır. Bu yöntemle, doğrudan doğruya zaman kaybetmeden, yeterli doğrulukla değerlendirme yapılabilmektedir.

Ancak, renk belirleme işleminin doğru ve hassas yapılabilmesi için, ölçün

olarak kullanılan renk kolleksiyonunun yer aldığı, renk atlasları aşağıdaki özellikleri taşımalıdır(100,101):

- 1- Atlas, kılıgıda karşılaşılan tüm yüzey renklerin içermelidir.
- 2- Atlasta yer alan bitişik iki renk arasındaki ayırım, birbirinden gözle ancak ayırtedilebilecek kadar küçük olmalıdır. Ayrıca, doğru bir ölçme yapabilmek için atlastaki örnekler arasındaki renk ayırımı, kesinlikle, bu niceliğin iki katını geçmemelidir(*).

(*) D.N.Judd'un belirlemesine göre, ayırtedilebilen yüzey renkleri sayısı yaklaşık 10 milyondur. Ames ise, kılıgısal uygulamalar için, yeterli sıklıkta ve gerekli koşulları sağlayan örneklerin sayısının 13.000 olduğunu belirlemiştir. Bir çok renk atlası ortalama 1900 renk örneği içermektedir. Yalnızca, Maerz ve Paul'un "renk atlası" 7000 renk örneği içermektedir (Bkz. EK III). Bu da, 1 ve 2. koşulların yerine getirilmesinin ne denli zor olduğunu ortaya koyar.

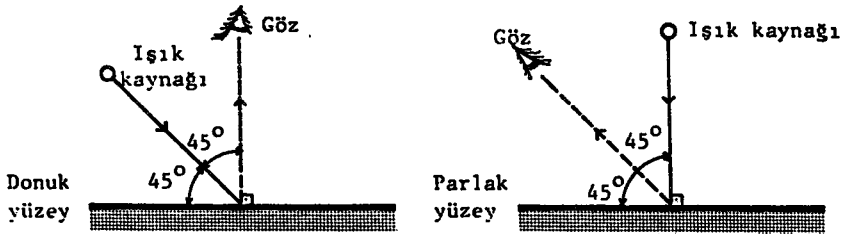
- 3- Atlasın değişik kopyalarının birbirine özdeş olması gerekir. Kopyaların gerek renk gerekse örnek sayısı bakımından farklılığı olmamalıdır.
- 4- Atlasta yer alan örneklerin, zaman içinde renklerinin değişmemesi gerekir(*).

(*) 3 ve 4. koşulların yerine getirildiği, örneklerin, CIE 1931 ölçüm renkölçüm yöntemine göre renklerinin belirlendiği atlasların başlıcaları, Munsell Renk Atlası ve DIN Renk Kartları'dır.

- 5- Renklerin CIE 1931 XYZ dizgesi karşılıklarını bulmak isterken, bu yöntem kullanıldığında, atlastaki renklerin, üçrenksel koordinatlarının belirlenmiş olması gereklidir. Yani, atlasta yer alan renklerin, CIE 1931 XYZ dizgesine dönüşümlerinin yapılmış olması gereklidir (Munsell renk atlası ve DIN renk kartları gibi).

Yukarıdaki özellikleri taşıyan bir atlasta yer alan renkli örnekler aracılığı ile görsel olarak, bilinmeyen bir rengin değerlendirmesi -belirlenmesi- yapılırken, yerine getirilmesi gereken koşullar şunlardır(102, 103,104,105,106).

- a) Değerlendirme işlemi, üçrenksel renk görmesi, CIE ölçün renkölçümsel gözlemcisinin renk görmesine yakın olan bir kişi ile yapılmalıdır. Eğer bu sağlanamıyorsa, renk görme sapaklığı olmayan belli bir sayıda ki birkaç kişi ile değerlendirme yapıp, daha sonra sonuçların ortalaması alınmalıdır.
- b) Gözün yorgun olmaması, önceki renk ve ışık uyartısından etkilenmemiş olması gerekir.
- c) Işıklılık düzeyi, koni görmesini sağlayacak düzeyde, en az 3 cd/m^2 olmalıdır.
- d) Ölçün örnek ve bilinmeyen rengin, aynı ışık kaynağı ile aydınlatılması gereklidir.
- e) Yüzeyi aydınlatan ışık kaynağının ve yüzeydeki aynı noktayı gören gözün doğrultusu (kaynak/göz açısı), yüzey normali ile;
- . donuk yüzeyli renkli örnekler için sırasıyla 45° ve 0° açı yapmalı, yani $45^\circ/0^\circ$,
 - . parlak yüzeyli renkli örnekler için sırasıyla 0° ve 45° açı yapmalı, yani $0^\circ/45^\circ$
- olmalıdır (Bkz. Şekil 24).



donuk yüzeyler için kaynak/göz ilişkisi $45^\circ/0^\circ$

parlak yüzeyler için kaynak/göz ilişkisi $0^\circ/45^\circ$

ŞEKİL 24

2. RENK ATLASI VE GÖZLEMCI SEÇİMİ

1. bölümde renk atlaslarının özellikleri konusunda anlatılan koşullara uygun olarak hazırlanmış, az sayıdaki renk atlaslarından biri de, dünyada en çok kullanılan Munsell Renk Dizgesi'ne göre üretilen Munsell Renk Atlası'dır.

Ek III de belirtildiği gibi, büyük Munsell renk atlasında 1450 renk örneği yer almakta olup, renkler birbirini oldukça eşit adımlarla izlemektedir. Ayrıca atlastaki her rengin, üçrenksel koordinatları, ölçün renkölçümsel yöntemlerle belirlenmiştir. Bu nedenle, bu çalışmada yer alan deneylerdeki renklerin Munsell renk atlası yardımı ile öznel (görsel) olarak değerlendirilmesine karar verilmiştir.

Bir renk atlası ile görsel olarak renk belirleme işlemi yapılırken, uyulması gereken birinci koşul, "değerlendirmenin üçrenksel renk görmesi, CIE ölçün renkölçümsel gözlemcisinin gözüne çok yakın bir kişi tarafından gerçekleştirilmesi" dir. Bu koşul, renkölçümü yapacak olan kişinin gözü'nün özelliklerinin belirlenmesi ile yerine getirilebilir. Nitekim, bu çalışmada yer alan deneylerdeki renklerin belirlenmesini yapacak kişinin gözünün özellikleri, EK IV de verilen "gözlemci tür ayrım eşiğinin saptanması" adlı bölümde belirtildiği üzere sınanmış, ve bu işlemleri yerine getirebilecek yetenekte olduğu saptanmıştır.

EK III

RENK DİZGELERİ

Yüzyıllardan beri birçok sanatçı, bilim adamı ve kuruluş renkle ilgili dizgeler kurmayı denemiş ve bu amaç için rengi, bileşenlerine ayırmaya çalışmıştır. Bunlardan bir bölümü yalnızca renkli yüzeylerle ilgilenmiş, bir bölümü ise rengi duyulanma ögesi ya da ışıksal uyartılar biçiminde ele almış ve yüzey renkleri ayrımını yapmıştır.

Rengi bir duyulanma ögesi ya da ışıksal uyartılar biçiminde ele alarak ve insan gözünde var olan üç ayrı renk duyarlılığının (Bkz. Bölüm I.3) ölçülebilen kesin değerlerinden yararlanarak kurulan dizgelerin başlıcaları aşağıda sıralanmıştır.

- $B_1 B_2 B_3$ dizgesi
- CIE 1931 XYZ dizgesi
- RGB dizgesi
- $\lambda_d P_e L$ dizgesi
- CIE 1964 tekdüze $U^*V^*W^*$ dizgesi
- CIE 1976 ($L^*u^*v^*$) tekdüze renk dizgesi (CIELUV)
- CIE 1976 ($L^*a^*b^*$) tekdüze renk dizgesi (CIELAB)

Yukarda belirtilen dizgelerin tümü, bu doktora çalışmasını yapanın "Geçmişten Günümüze Renk Dizgeleri" adlı yayınında çok ayrıntılı bir biçimde anlatıldığından, burada yinelenmeyecektir. Bu dizgeler arasında yer alan, CIE 1931 XYZ Dizge'si bugün bütün dünyaca kullanılmakta olup, söz konusu dizgenin tüm öteki dizgelerle ilişkisi kurulmuştur.

Renkleri yüzey renkleri biçiminde ele alarak kurulmuş pek çok renk dizgesi ve bu dizgelere uygun olarak hazırlanmış renk örneklerinin yer aldığı renk atlasları bulunmaktadır. Ancak, kimi renk atlasları belli bir dizgeye dayanmadan, kendi içinde bir bütün oluşturacak biçimde hazırlanmıştır. Bu dizge ve renk atlaslarının başlıcaları, Çizelge 7 de sıralanmıştır.

Yüzey renkleri ile ilgili olarak kurulan pek çok dizge ve renk atlasının, CIE (x,y,Y) - CIE 1931 XYZ dizgesinin, yüzey renkleri için geliştirilmiş bir biçimi - ya da, yine yüzey renkleri için hazırlanmış olan Munsell Renk Dizgesi karşılıkları saptanmıştır. Yüzey renkleri için hazırlanan Munsell Renk Dizgesi'nin bu kadar büyük bir kabul görüp kullanılmasının nedeni, bugüne dek yüzey renkleri için kurulmuş dizgeler içinde en tutarlı ve en mantıklısı olup, CIE 1931 XYZ dizgesi ile de ilişkisinin tam olarak kurulmuş olmasıdır. Bu nedenle, bu çalışmada da, Munsell Renk Dizgesi notasyonları ve Munsell renk atlası kullanılmıştır.

Munsell renk dizgesi ve Munsell renk atlasının özellikleri aşağıdaki bölümlerde verilmiştir.

ÇİZELGE 7- Yüzey Renkleri Dizgeleri ve Renk Atlasları

1. Oswald Renk Dizgesi ve Renk Harmony Atlası: Genel kullanım için hazırlanmış olan atlasta, selüloz asetat üzerine boyanmış (donuk ve parlak) 943 renkli örnek bulunup, örneklerin CIE (x,y,Y) dizgesine dönüşümleri yapılmıştır(107,108,109).
2. Hickethier Renk Dizgesi ve Renk Atlası: Genel kullanım için hazırlanmış olan atlasta, 1000 renkli örnek bulunup, örneklerin CIE (x,y,Y) dizgesine dönüşümleri yapılmıştır(110).
3. Din-renk Kartı Dizgesi (DIN-6164) ve Atlası: Genel kullanım için hazırlanmış olan atlasta, donuk 585 renkli örnek bulunup, örneklerin CIE (x,y,Y) ve Munsell renk dizgelerine dönüşümleri yapılmıştır(111, 112,113).
4. Munsell Renk Dizgesi ve Munsell Renk Atlası: Genel kullanım için hazırlanmış olan atlasta, donuk ve parlak olarak 1450 renkli örnek bulunup, örneklerin CIE (x,y,Y) dizgesine dönüşümleri yapılmıştır(114, 115,116).
5. İsveç Doğal Renk Dizgesi (NCS) ve Doğal Renk Atlası: Dekorasyon için hazırlanmış olan atlasta, 1400 renkli örnek bulunup, örneklerin CIE (x,y,Y) dizgesine dönüşümleri yapılmıştır(117,118).
6. Foss Renk Sıralama Dizgesi (GAFT): Renkli baskı işlemlerinde kullanılmak üzere hazırlanan atlasta, 6000 renk yer almaktadır(119).
7. ICI Renk Atlası: Tekstil Endüstrisinde kullanılmak üzere hazırlanan atlasta, 1379 renk örneği bulunmaktadır(120).
8. Nu-Hue Renk Atlası: Boya endüstrisinde kullanılmak üzere hazırlanan

ÇİZELGE 7 (devam)

atlasta, 1000 renkli kart bulunmakta olup, örneklerin Munsell renk dizgesine dönüşümleri yapılmıştır(121).

9. OSA Tekdüze Renk Göstergesi: Güzel sanatlar ve dekorasyonda kullanılmak üzere hazırlanmış olan atlasta, 558 parlak renkli örnek bulunup, örneklerin Munsell renk dizgesi dönüşümleri yapılmıştır(122,123).
 10. Maerz ve Paul Renk Atlası: Genel kullanım için hazırlanmış olan atlasta, ipeğimsi kağıt üzerine basılmış 7056 renk bulunup, renklerin CIE (x,y,Y) dizgesine dönüşümleri yapılmıştır(124,125).
 11. Ridgway Renk Sözlüğü: Kuş, çiçek ve böceklerin renklerini belirlemek için hazırlanmış olan atlasta, 1113 renkli örnek bulunmakta olup, örneklerin Munsell renk dizgesine dönüşümleri yapılmıştır(126).
 12. Plochere Renk Atlası: Dekorasyon için hazırlanmış olan atlasta 1248 renkli örnek olup, örneklerin Munsell renk dizgesi dönüşümleri yapılmıştır(127).
 13. Amerika Ölçün Renk Kartı: Amerika renk birliğinin değişik konular için çıkardığı bu atlas her yıl yenilenmekte olup, atlasta yer alan örneklerin CIE (x,y,Y) ve Munsell renk dizgesi dönüşümleri yapılmıştır(128).
 14. Horticultural Renk Kartı: İngiliz renk birliğinin çıkardığı atlasta yer alan renklerin Munsell renk dizgesi dönüşümleri yapılmıştır(129).
 15. Renk Kotlama İçin Munsell Renk Kartları: Elektronik endüstrisinde kullanılan renklerin toleranslarını belirleyen, renkli kartlar(130).
 16. Munsell Toprak Renk Kartları: Toprak, kaya ve arkeolojik türlerin v.b. renklerin belirlemesinde kullanılan, 190 (adet) renk kartı(131).
-

1. MUNSELL RENK DİZGESİ VE MUNSELL RENK ATLASI

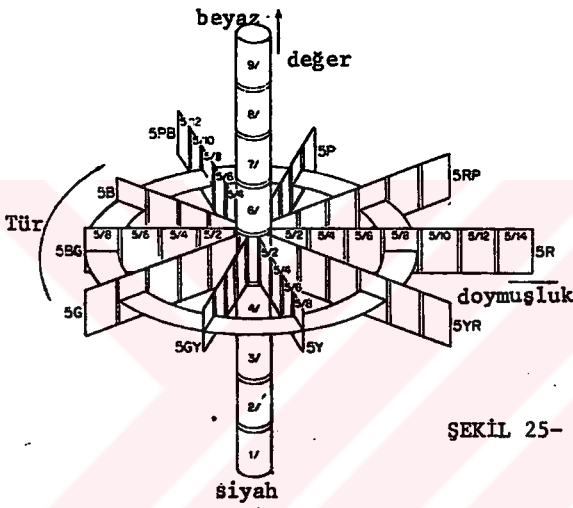
1.1. MUNSELL RENK DİZGESİ

Albert H.Munsell (1858-1918), renkteki üç öğeyi birbirinden ayırıp, rengin üç değişkeni olarak ele almış, benzeri dizgeler içinde en kullanışlı, en mantıklı olan ve kendi adıyla anılan Munsell Renk Dizgesi'ni kurmuştur(115,116,132,133,134).

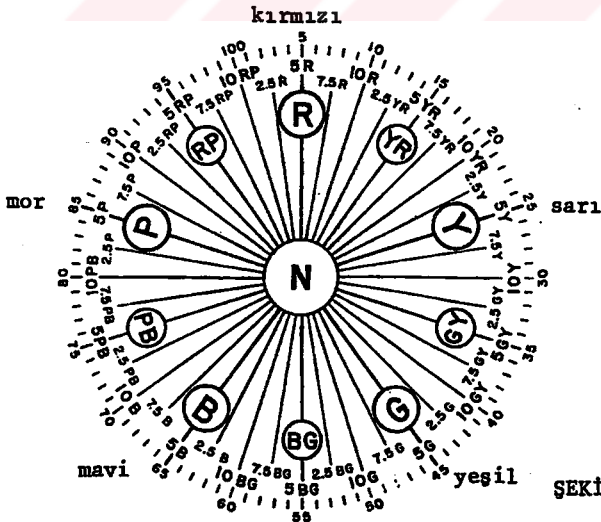
A. Munsell rengin üç değişkeni olarak tanımladığı özellikleri.

- tür (hue),
- değer (value),
- doymuşluk (chroma)

olarak adlandırmış ve bu üç öge ile yüzey renkleri için bir renk katısı (Bkz. Şekil 25) oluşturmuştur. Söz konusu üç öge aşağıdaki bölümlerde anlatılmıştır.



ŞEKİL 25- Munsell renk katısında,
Munsell tür, değer ve
doymuşluk boyutları



ŞEKİL 26- Munsell tür çemberi

1.1.1. TÜR (HUE)

Munsell renk dizgesinde türler bir daire çemberi üzerinde yer almaktadır (Bkz. Şekil 26). Çember eşit aralıkla beş ana türe (kırmızı, sarı, yeşil, mavi ve mor), beş ana tür de yine eşit aralıklı olmak üzere, bunların karışımı olan beş ara türe (sarı-kırmızı, yeşil-sarı, mavi-yeşil, mor-mavi, kırmızı-mor) bölünmüştür. Her ara türün arası tekrar on eşit bölüme ayrılarak yüz adet değişik tür elde edilmiştir. Yani, tür çemberinde, her türe bir sayı karşılık gelmektedir. Munsell, ana ve ara türleri belirtmek için, renklerin İngilizce adlarının baş harflerini kullanmıştır.

kırmızı	→ red	(R)	}	→ sarı-kırmızı	(YR)	
sarı	→ yellow	(Y)			→ yeşil-sarı	(GY)
yeşil	→ green	(G)			→ mavi-yeşil	(BG)
mavi	→ blue	(B)			→ mor-mavi	(PB)
mor	→ purple	(P)			→ kırmızı-mor	(RP)
kırmızı	→ red	(RP)				

Ancak daha sonraları, çeşitli dillerdeki renk atlasları arasındaki benzerlik ve aykırılıklardan ötürü ortaya çıkan karışıklığı önlemek için, bu harflerden vazgeçilerek, tür çemberi üzerinde renkler,

kırmızı	→ 5	}	→	sarı-kırmızı	15
sarı	→ 25			yeşil-sarı	35
yeşil	→ 45			mavi-yeşil	55
mavi	→ 65			mor-mavi	75
mor	→ 85			kırmızı-mor	95
kırmızı	→ 5				

olmak üzere, sayılarla belirtilmeye başlanmıştır. Şekil 26'daki Munsell tür çemberi üzerinde, türlerin simgeleri ve tür sayıları gösterilmektedir.

1.1.2. DEĞER (VALUE)

Aynı türden renkler açık ya da koyu olabilir. Örneğin, kırmızı bir boyaya beyaz katıldıkça rengi beyaza yaklaşır, ama, türü değişmez. Siyah katıldıkça koyulaşır. Bu durum Munsell dizgesinde, değer boyutu ile belirlenir.

Munsell dizgesinde koyuluk ve açıklık yani değer boyutu on basamağa bölünmüştür (Bkz. Şekil 25). (1) siyahı, (10) beyazı gösterir. Aradaki koyuluklar ise, ikiden dokuza kadar değerler alır. Bir renk hiçbir zaman beyaz gibi açık, siyah gibi koyu olamaz, yani renk türü belli bir yüzeyin değeri 1'e inmez, 10'a çıkmaz.

Değer bir bakıma yansıtma çarpanı (r), ya da CIE (x,y,Y) uzayının -dizgesinin- (Y) ışıklılık çarpanı Ölçeği ile eşanlamlıdır. Yani, aynı değerdeki renklerin kuramsal beyaz ışık altındaki yansıtma çarpanları (r), ya da ışıklılık çarpanları (Y) aynıdır. Munsell dizgesindeki değerlerin yansıtma çarpanları ölçülmüş olup sonuçlar Çizelge 8'de verilmiştir(135).

ÇİZELGE 8

Değer	r(%)	Değer	r(%)
1	1.21	6	30.05
2	3.126	7	43.06
3	6.555	8	59.10
4	12.001	9	78.66
5	19.77	10	101

Ayrıca, daha sonraları, herhangi bir Munsell değerinin yansıtma çarpanının hesaplanmasını olanaklı kılan,

$$r=V/(V-1) \quad (22)$$

(burada; r: o değer in yansıtma çarpanı,
V: rengin Munsell değeri'ni belirtir.)

biçiminde, basit ampirik bir formül türetilmiştir(136).

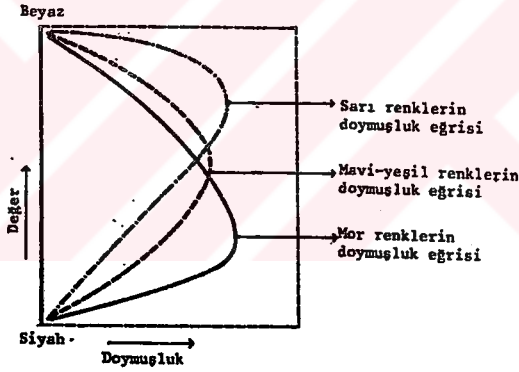
1.1.3. DOYMUŞLUK (CHROMA)

Renk türü ve değeri belli bir renk, aynı değer de gri ile karıştırıldığında, türü ve değeri değişmeksizin gri'ye, yani tırsüzlüğe, yaklaştırılabilir.

lır. Rengin bu biçimdeki değişmesi, griye yaklaşması, ya da griden uzaklaşması gibi düşünülebilir. Munsell renk dizgesinde bu boyuta "doymuşluk" adı verilmektedir.

Siyahtan beyaza, bütün grilerin doymuşluğu sıfırdır. Griden uzaklaştıkça rengin doymuşluğu artar. Munsell dizgesinde doymuşluk ortalama 10 basamağa bölünmüştür. Ancak kimi türlerde doymuşluk öteki türlerden daha fazla olabilir, ve doymuşluk sayısı 10 u aşar.

Munsell renk dizgesinde, türler maksimum doymuşluğa farklı değerlerde ulaşırlar. Örneğin, morlar düşük, mavi ve yeşiller orta, sarılar ise yüksek değerlerde en yüksek doymuşluk sayılarına varırlar (Bkz. Şekil 27). Ayrıca, mor ve kırmızılarının doymuşluğu, mavi ve yeşillerden daha yüksektir.



ŞEKİL 27

Munsell renk dizgesi aracılığı ile bir rengin, türü, değeri ve doymuşluğu belirlendiğinde,

tür-değer/doymuşluk, yani 10-8/15

gibi simgelerle gösterilir.

Yukardaki açıklamalardan da anlaşılacağı üzere Munsell, dizgesini metrik (ondalık) bir sistem üzerine oturtmuştur.

1.2. MUNSELL RENK ATLASI

Munsell renk dizgesi esaslarına uygun olarak üretilen renk örneklerini kapsıyan, ilk Munsell atlası 1905 yılında Amerika'da hazırlanmıştır. Munsell renk atlaslarında yer alan renkli örnekler, hem donuk hem de parlak kağıtlarda olmak üzere iki cins olarak hazırlanmıştır.

Genel kullanım için hazırlanmış olan Munsell renk atlasları, içerdikleri örnek sayısı ve renkli örneklerin donuk ya da parlak olmasına göre üç değişik biçimde hazırlanmıştır. Bunlardan birincisi, ana ve ara türler olmak üzere 10 ayrı türün, değişik değer ve doymuşluktaki renklerinin 1,2x2 cm boyutlarındaki renkli (donuk) örneklerini içeren öğrenci atlaslarıdır. İkincisi, birbirini 2.5 tür adımı ile izleyen 40 türün, değişik değer ve doymuşluktaki, 1,2x2 cm boyutundaki donuk renkli örneklerinin yer aldığı "el atlası" dır. Üçüncüsü ise, yine birbirini 2.5 tür adımı ile izleyen 40 türün, değişik değer ve doymuşluktaki, 1.7x2.1 cm boyutundaki parlak renkli örneklerinin yer aldığı "büyük atlas" dır. Büyük atlasla kimi türler için renkler 1.25 tür sayısı aralıklarla verilmiş olup, bu türlerin özellikle en doymuş renkleri gösterilmiştir. Büyük Munsell renk atlası 1450 renkli örnek içermektedir.

Munsell ve CIE renk dizgeleri arasında kesin bağlantı kurulmuş, böylece somut yüzey renkleri ile ilgili bir dizge genel ve bilimsel bir renk kuramı dizgesine oturtulmuştur. Munsell renk atlasında yer alan 1450 renk örneğinin her birinin rengi, renkölçümsel yöntemlerle ölçülerek, baskın dalga boyu (λ_d) ve uyarma aralığı (P_e) sayıları binde bir ve yüzde bir yakınlıkla hesaplanmıştır(*).

(*) Baskın dalga boyu(λ_d): Belirli bir renksiz ışığa uygun oranda karıştırılınca, söz konusu renkli ışığın rengini bulmaya yarayan tayfsal ışınımın dalga boyu(137).

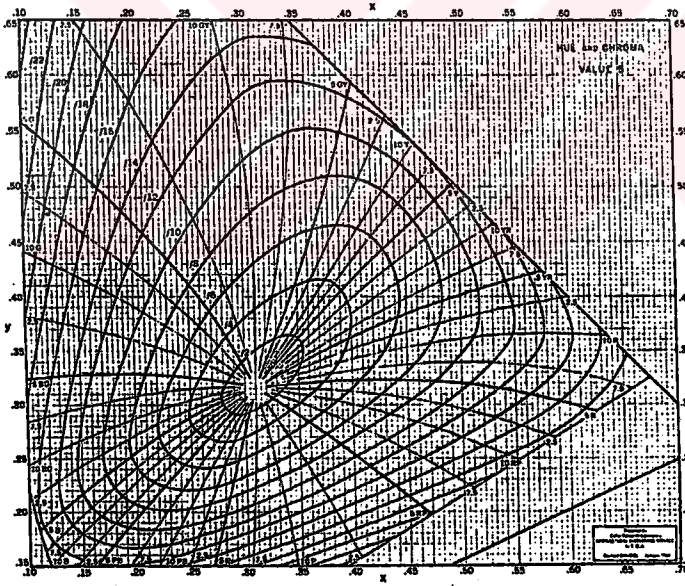
Uyarma aralığı (tayfsal renk oranı, P_e): P_e aşağıdaki denklemle tanımlanır.

$$P_e = \frac{y - y_w}{y_d - y_w} \quad \text{ya da} \quad P_e = \frac{x - x_w}{x_d - x_w} \quad (23)$$

Bu denklemlerde;

- x ve y söz konusu rengin, üçrenksel koordinatları,
- x_d ve y_d bu rengin baskın dalga boyunun üçrenksel koordinatları,
- x_w ve y_w belirli renksiz noktanın üçrenksel koordinatlarıdır(138).

Ayrıca 1943 yılında Munsell dizgesinin tüm renklerin üçrenksel koordinatları hesaplanmış ve bunlar tür ve doymuşluk boyutunda süreklilik gösteren eğrilerle CIE 1931 (x,y) ve daha sonra CIE 1960 UCS tekdüze renk diyagramına taşınarak her iki dizge arasındaki gerekli tüm bağlar kurulmuştur(139). Bu işlemde sonra,yani CIE-Munsell dizgesi ilişkisinin kurulmasından sonra, Munsell renk dizgesi "Munsell Renotation Dizgesi "adıyla anılmaya başlamıştır. Şekil 28'de (5 Munsell değerindeki renklerin CIE 1931 (x,y) renk diyagramı üzerindeki konumları verilmiştir.



ŞEKİL 28- 5 değerindeki Munsell renklerinin, CIE 1931 (x,y) renk diyagramı üzerindeki değişmez Munsell tür ve doymuşluklarının gösterilmesi.

EK IV

GÖZLEMCİ TÜR AYRIM EŞİĞİNİN SAPTANMASI

Öznel renkölçüm yöntemlerinden biri olan, renklerin görsel olarak belirlenmesinde, EK II de de belirtildiği gibi;

- a) Ölçümlerin renk görmesi normal, yani CIE ölçüm renkölçümsel gözlemcisinin tayfsal renk görme duyarlılığına eşit ya da çok yakın olduğu saptanmış bir kişi tarafından yapılarak,
- b) (a) koşulunun yerine getirilememesi durumunda ise, renk görme sapaklığı olmayan belli bir sayıdaki gözlemci ile ölçümlerin yapılması ve ölçüm sonuçlarının ortalaması alınarak,

kesin sonuca ulaşılması gerekmektedir. Bir başka deyişle, bir rengin ölçümü, tek kişinin değerlendirmesine ya da çok sayıdaki kişinin değerlendirmelerinin ortalamasına göre yapılabilmektedir.

Bu doktora çalışmasının içerdiği renkölçüm deneylerinde, yukarıdaki (a) maddesinde belirtilen yöntem uygulanacaktır. Bu nedenle, renkölçüm işlemlerinde çalışacak herhangi bir gözlemcinin "renk görme yeteneğinin (dalga boyuna duyarlılığının) ya da tür ayrım eşliğinin" ne olduğunun saptanması gereklidir.

Tür ayrım eşliğinin saptanması için özel olarak geliştirilmiş, ölçüm bir sinama yöntemi yoktur. Ancak, insanlardaki renk görme sapaklıklarının(*) saptanması için hazırlanmış sinama yöntemlerinden, yalnızca bir kaçı, kişinin tür ayrım eşliğinin saptanmasında kullanılabilir:

- (*) İnsanlar, görme organı olan gözde bulunan koniler aracılığı ile renkleri algılar (Bkz. I.3. bölüm). İnsan gözünde üç tür koni alıcısı vardır. Bunlar kısaca kırmızı, yeşil ve mavi alıcılar, ya da CIE 1931 XYZ dizgesine göre de sırasıyla x,y,z, alıcıları olarak adlandırılırlar. Üç alıcı türünün kusursuz ve dengeli bir biçimde çalışması, renk görmenin normal (düzgün) olmasını sağlar. Alıcılardan birinde ya da ikisinde birden du-

yarlılık bozukluğu, ya da yokluğu renk görmenin normal olmamasına yol açar. Genellikle "renk körlüğü" olarak adlandırılan bu duruma, teknik dilde "renk görme sapaklıkları (defective colour vision)" adı verilir.

Renk görme sapaklıkları, temelde;

1. sapak üçrenkçilik: üç alıcıdan birinde duyarlılık azlığı sonucu, renk görmede bozukluk durumu,
2. çiftrenkçilik: üç alıcıdan birinin çalışmaması sonucu, renk görmede eksiklik durumu,
3. tekrenkçilik: üç alıcıdan yalnız birinin çalışması sonucu, renk görememe durumu

olarak üç ana bölüme ayrılır(140).

Renk görme sapaklığının saptanabilmesi için, laboratuvar aygıtı, renkli kağıt örnekleri v.b. nesneler aracılığı ile uygulanan bir çok test yöntemi geliştirilmiştir. Bunların başlıcaları aşağıda verilmiştir.

1. Holmgren Yün Testi (Holmgren Wool Test): İlk olarak 1847 yılında geliştirilen bu test, 3 ana örnek ve 125 yardımcı örnekten oluşturulmuştur. 3 ana örneğin Munsell simgeleri şunlardır: 35-6/7, 87.5-6/8, 2-4/6. Denekten, 125 yardımcı örnek içinden, üç ana örnek renge en yakın olanının saptanması istenir. Böylece renk görme sapaklığının türü belirlenmiş olur. Ancak, ana örnekler, mavi rengi içermediğinden, bu yöntemle, renk görme sapaklığının ancak belli bir bölümü değerlendirilmiş olmaktadır(141,142).
2. Nagel Sapaklık Gözlem Aygıtı (Nagel Anomaloscope): İlk olarak 1907 yılında, Nagel tarafından geliştirilen bu aygıt aracılığı ile, denekten, görme alanının bir yarısında gösterilen bir rengin, görme alanının öteki yarısındaki çeşitli renk karışımları (toplamsal bileşim) ile eşlenmesi istenir. Önceleri yalnızca, kırmızı ve yeşil alıcıların sapaklıklarının saptanmasında kullanılan bu aygıt, son yıllarda, değişik süzgeçlerin eklenmesi ile, mavi alıcıların sapaklılığını da değerlendirilebilir duruma gelmiştir(143,145,149).

3. Düzmece (Sahte) Renkteşlik Kartları (Pseudo-Isochromatic Charts): İlk olarak, 1878 yılında Stilling'in kurduğu, daha sonra Ishara'nın geliştirdiği ve en son olarak Amerikan Optikçiler Kurumu (American Optical Company)'nun hazırladığı "H-R-R" olarak adlandırılan, düzmece renkteşlik kartları, renk görme sapaklıklarının belirlenmesinde en yaygın olarak bilinen ve kullanılanıdır(146,147,148). Bu testte, belli bir renkteki dairelerin oluşturduğu fonda, fondan farklı bir başka renkteki dairelerin yan yana gelerek oluşturduğu bir sayı yer almaktadır. Değişik renk çiftlerinden yapılmış bir kart dizisi, denekte renk görme sapaklığının olup olmadığını çok çabuk bir biçimde saptamayı olanaklı kılar.
4. Sloan Renk Eşik Testi (Sloan Color Threshold Test): Yalnızca kırmızı ve yeşil alıcıların sapaklıklarının belirlenmesi amacıyla geliştirilen bu test, pilotların sınamması için kullanılır(149).
5. Renk Yetenek Testi (The Inter-Society Colour-Council Colour Aptitude Test): Amerika'da kullanılan bu test 50 değişik rengi içermektedir. Denekten, 50 değişmez renk örneğinin her birinin, rassal (tesadüfi) dizilmiş aynı 50 renk içindeki karşılıklarını bulması istenir. Böylelikle, kişideki renk görme sapaklılığının derecesi saptanmış olur(150, 151).
6. Lovibond Renk Görme Çözümleyicisi (Loviband Colour Vision Analyser): R.G.W.Hunt ve S.Dain tarafından 1971 yılında geliştirilen bu aygıt ile, denekten değişik süzgeçler yardımı ile renk eşleme işlemlerinin yapılması istenir. Renk eşleme işleminde yapılan hatalar aracılığı ile renk görme sapaklıkları saptanır(152).
7. Farnsworth-Munsell 100-Tür Testi (The Farnsworth-Munsell 100-Hue Test): 1940 yılında, D.Farnsworth tarafından geliştirilmiştir. Denekten, rassal dizilmiş 85 Munsell renk örneğinin, ardıl bir dizi oluşturacak bir biçimde yeniden düzenlenmesi istenir(153,154,155,156,157). Seçilen 85 renk örneği aracılığı ile, denegin, tayfın belli bir bölgesindeki küçük dalga boyu değişimlerine duyarlılık derecesi saptanarak, renk görme sapaklığı bulur

Yukarıdaki kısa açıklamalardan anlaşılacağı gibi, renk görme sapaklıklarının saptanması için kullanılan testlerin büyük bir çoğunluğu yalnızca, renklere duyarlılık bozukluğu olup olmadığının belirlenmesine yöneliktir. Bozukluk derecesinin kesin olarak belirlenmesi, bir kaç test dışındakilerde olanaksızdır. Bu birkaç test içinde de, renklerin dalga boyu ile ilişki kurarak, renk görme sapaklılığının derecesine saptamaya yönelik olanı, yalnızca "Farnsworth-Munsell 100 Tür (F.M.T.) testi" dir.

F.M.T. yardımı ile, kişide renk görme sapaklı olup olmadığı, sapaklık varsa bunun derecesi, sapaklığın hangi dalga boyları arasında olduğu ve o dalga boylarının hangi Munsell tür sayısına karşılık geldiği, yani kişinin tür ayrım eşiğinin ne olduğu belirlenebilmektedir. Bu nedenle, F.M.T. nin daha ayrıntılı bir biçimde açıklanması, yukarıda belirtilen özelliklerinin daha iyi anlaşılması açısından yararlı olacaktır.

1. FARNSWORTH-MUNSELL 100-TÜR TESTİ (F.M.T.)

F.M.T. ilk olarak 1940 yılında Dean Farnsworth tarafından tasarlanmıştır. Test, kişinin renk sıralayabilme ve renk ayrım yeteneğinin her ikisini birden değerlendirmeye yönelik olup, renk görmede bir çok endüstriyel ve psikolojik sorunları saptayabilmek için kullanılmaktadır.

1.1. TESTİN KURULMASI

F.M.T. nin amacı, kişinin, değişmez değer/doymuşluktaki Munsell tür çemberi üzerindeki tür ayrımını ölçmek ve normal görme ile karşılaştırılan renk görme sapaklılığının, renk diyagramı üzerinde bozukluğunu göstermektir. Bunun yanı sıra, test hazırlanırken, test gereçlerinin taşınabilirliği ve ucuzluğu da göz önüne alınmıştır.

Seçilen test gereçleri, tüm görünür renk örneklerin içermekte olup, bunlar, kabuledilebilir renk tanımlamalarına göre numaralanabilmektedir. Yani, seçilen renklerin, Munsell renk dizgesinde karşılıkları bulunmaktadır.

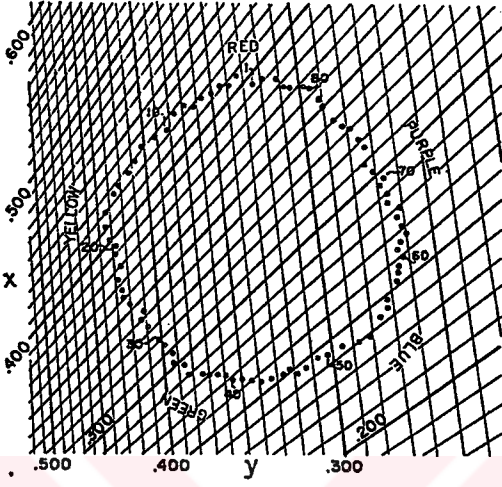
1940 yılında kurulan ilk testte, Munsell tür örneklerinden, normal renk görmesi olan kişilerce kolaylıkla birbirinden ayırt edilebilen 100 tanesi seçilerek bir tür çemberi oluşturulmuştur(158). Ancak, daha sonraları, seçilen örnekleri arasındaki kimi ayırım adımlarının, öteki ayırım adımlarından daha fazla olduğunun (kimisi renklerin ötekilere oranla daha kolay ayırt edilebildiğinin) anlaşılması üzerine, seçilmiş 100 örnekten, birbirini eşite yakın adımlarla izleyen 85 tanesi ile oldukça düzgün yeni bir tür çemberi kurulmuştur(159). Test halen, 85 Munsell renginden oluşmaktadır. Ancak, "100-Tür Testi" adı tüm dünyaya yayılmış olduğundan, testin özgün adı değiştirilmemiştir.

Testte yer alan 85 tür, yaklaşık olarak 5 munsell değeri ve 5 Munsell doymuşluğundadır. Türlerin, değer ve doymuşluklarının, yani renksel parlaklıklarının(*) düşük seçilmesinin nedeni, böyle renklerin, renksel parlaklığı daha yüksek olan renk türlerine oranla, birbirinden daha zor ayırt edilebilmesidir. Şekil 29'da, testte kullanılan 85 rengin, CIE 1960 UCS tekdüze renk diyagramındaki konumları verilmiştir.

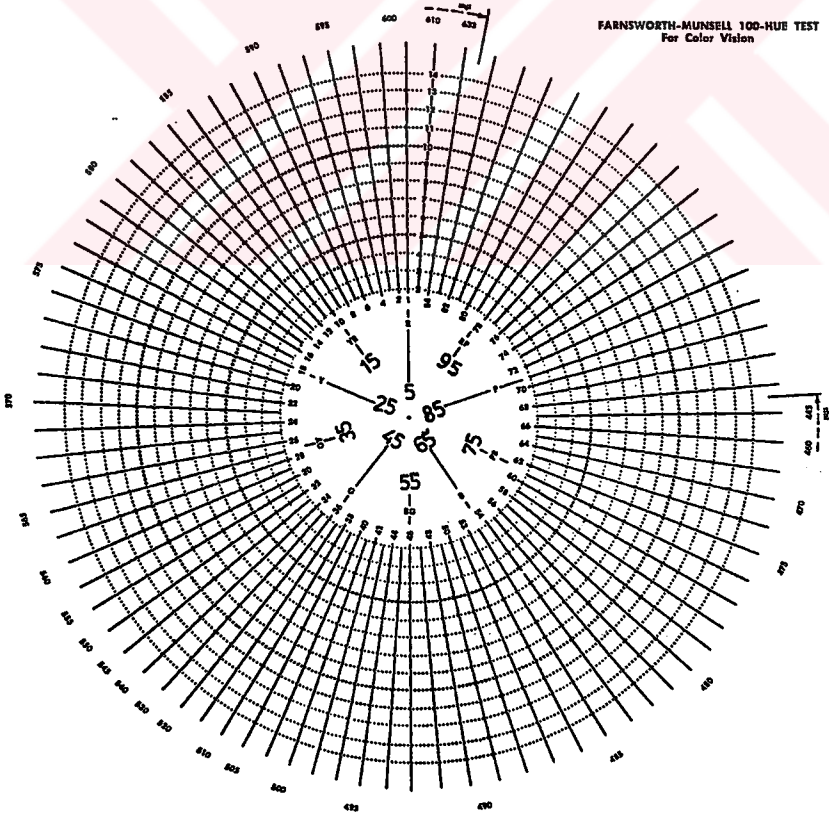
(*) Renksel parlaklık: Renksel doymuşlukla parlaltının birlikte doğurduğu görsel duyulanma vergisi(160). Parlaltısı ve renk türü aynı olan renkler için, doymuşlukla renksel parlaklık aynı yönde değişirler. Eşit doymuşluk ve aynı renk türünde, renksel parlaklık azalan parlaltıyla azalır.

Parlaltı: Bir yüzeyin, az ya da çok ışıık yayımlar görünmesine bağlı görsel duyulanma vergisi(161). Bu vergi ışıkölçümsel bir büyüklük olan ışııklılığın yaklaşık ruhduyumsal (psikosansoryel) karşılığıdır.

Tür çemberi üzerindeki bitişik her iki renk arasındaki tür ayırım algılama eşiği, renk görmesi normal olan kişilerce "kolaylıkla ancak ayırtedilebilen tür ayrımları (Just easily noticeable color difference)" olarak saptanmıştır. Böylece Munsell tür çemberi 85 eşit parçaya bölünmüş olmaktadır. Şekil 30'da, 85 rengin Munsell tür sayıları ve o türlere karşılık gelen, baskın dalga boyları verilmiştir.



ŞEKİL 29- '85' test renginin
CIE 1960 UCS tekdüze renk
diyagramı üzerindeki ko-
numları



ŞEKİL 30

1.2. TEST YÖNTEMİ

a) Aydınlık Düzeyi

Test, 6740°K renk sıcaklığı olan ölçün C ışığı, ya da kapalı gök ışığı ile aydınlatılmış bir ortamda, 270 lm/m² (25 ft-c) aydınlık düzeyi altında yapılmalıdır. Işığın renk örneklerine gelme açısı yaklaşık 90°, gözlemcinin örnekleri görme açısı ise 60° dolaylarında olmalıdır.

b) Testin Hazırlanması ve Uygulanması

Değer ve doymuşluğu yaklaşık olarak 5/5 olan, değişik 85 Munsell türü rengine boyanmış 1.2 cm çapındaki donuk yüzeyli kağıtlar, 1.0 cm yüksekliğinde ve 2.0 cm çapındaki, donuk siyah renkli plastik kaplara yerleştirilmiştir. Test kağıtları donuk yüzeyli olduğundan yayınlık yansıma yaparak, her doğrultuda aynı tayfsal bileşimi sağlamaktadır.

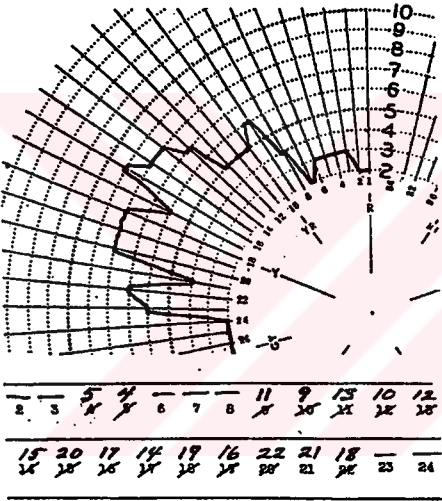
Her kabın arkasında 1 den 85'e kadar olan bir sayı bulunmaktadır. Taşıma kolaylığı açısından 85 kap dört bölüme ayrılarak (85-1, 22-42, 43-63, 64-84) donuk siyah boyalı 5x5x3.5 cm (en, boy, yükseklik) boyutlarındaki dört ayrı kutuya yerleştirilmiştir. Her kutunun başında ve sonunda, bir önceki dizinin son, bir önceki dizinin ilk kapı olmak üzere sabitleştirilmiş iki rehber kap bulunmaktadır.

İlk kutudan başlamak üzere her dizi, rassal (random) bir sıralama ile düzenlenerek sırayla deneye verilir. Denekten, kutunun başında ve sonunda bulunan rehber kapların renkleri arasında, "ardıl renk sıralaması" ya da "düzgün bir renk dizisi" yapması istenir. Ayrıca, her kutunun düzenlenmesi için iki dakikalık süre verildiği, ancak bu süreden daha az ya da daha çok zaman harcanmasının sakıncası olmadığı da deneye söylenir.

c) Test Sonuçlarının Değerlendirilmesi

Denek tarafından sıralanan kutulardaki kaplar ters çevrilerek arkalarındaki sayılara göre, hata niceliği belirlenir.

Yanlış yerleştirilen her kap için hata sayısı, hata yapılan kabın ve ona bitişik iki kabın numaraları arasındaki farkın toplanması ile bulunur. Yalnızca, bir kabın yer değiştirmesi durumunda 4, ardıl üç kabın yer değiştirmesi durumunda ise 8 hata sayısı ortaya çıkar. Tüm kapların düzgün sıralı yerleştirilmesi durumunda, hata sayısının 0 olacağı açıktır. Bütün kutular için ayrı ayrı hesaplanan hata sayıları, ölçün hata kağıdı (Bkz. Şekil 31) üzerine işlenir. Ölçün hata kağıdının üzerinde, dalga boyları da verilmiş olduğundan, denegin türlere -dalga boylarına- duyarlılık dağılımı belirlenmiş olur.



ŞEKİL 31- F.M.T. Ölçün hata kağıdı. Işınsal doğrular, kapların numaralarını, çemberler hata sayısını belirler

Sonuçların tam doğrulukla değerlendirilebilmesi için, test ard arda iki, ertesi gün ya da daha uzun bir süre sonra da bir olmak üzere toplam üç kez yinelenmelidir.

Hata sayılarının işaretlenmesinden sonra, testteki verilerden yararlanarak, sonuçların yorumlanması için bir çok yöntem vardır. Ancak, sonuçların yorumlanması, genelde,

- süper renk ayırım yeteneği,
- orta renk ayırım yeteneği,

- düşük renk ayırım yeteneği,
- renk görme sapaklığı,

olmak üzere dört grubta yapılır. Renk görme sapaklığı olanlar dışında,

1. nüfusun yaklaşık olarak % 16'sı ilk teste 0 ile 16 hata sayısı ile süper,
2. nüfusun yaklaşık olarak % 68'i, 20 ile 100 hata sayısı ile orta,
3. nüfusun yaklaşık olarak % 16'sı, 100 den daha çok hata sayısı ile düşük,

renk ayırım yeteneğindedir(162).

Renk görme sapaklığı olanlar ise, hata kağında;

1. orta noktası 62 ve 70 numaralı kaplar arasında hatası olanlar, kırmızı görmezliği,
2. orta noktası 56 ve 61 numaralı kaplar arasında hatası olanlar, yeşil görmezliği,
3. orta noktası 46 ve 52 numaralı kaplar arasında hatası olanlar, mavi görmezliği,

gruplarına ayrılırlar.

İnsan gözündeki alıcılardaki bozukluk hiçbir zaman düzelmez. Ancak, renkölçüm işlemlerinde çalışanların zamanla, renk ayırım eşiklerinin küçüldüğü, yani daha küçük renk ayrımlarını algılama yeteneklerinin arttığı saptanmıştır. Bu nedenle, bu tür işlerde çalışanlara, çalışmaya başlamadan önce ve çalışmaya başladıktan belli bir süre sonra uygulanan testlerde, olumlu bir yönde ilerleme olduğu saptanmıştır. Yani, bu tür kişilerin hata sayılarında azalma olduğu gözlenmiştir.

2. SEÇİLEN GÖZLEMÇİNİN TÜR AYRIM EŞİĞİNİN DEĞERLENDİRMESİ

Bölümün başında belirtildiği gibi, renkölçüm işlemini yapacak gözlemcilerde renk görme sapaklılığının olup olmadığının, renk görme yeteneklerinin ne düzeyde olduğunun çalışmanın başında belirlenmesi gereklidir.

Bu doktora çalışmasında yer alan renkölçüm deneylerinin, görsel renk belirleme yönteminin gerekli koşullarından biri olarak verilen, renk ayırt etme yeteneği — duyarlılığı — saptanmış bir kişi tarafından yürütülmesine karar verilmiştir. Deneylerdeki gözlemci, doktora çalışmasını yapan, ya da dışarıdan konuya doğrudan doğruya ilgisi olmayan herhangi bir kişi olabilir. Önemli olan seçilen gözlemcinin gözünün yetenekleridir. Çünkü, gözlemci, deneylerde, yalnızca belli bir duyarlılığı olan ölçün bir aygıt görevini yapacaktır(*)

- (*) Yapı Fiziği Bilim Dalı'nda göreve başladığımda, Farnsworth-Munsell 100-tür Testi, test yöntemine uygun olarak, bana uygulandı. Test sonunda "süper renk ayırma yeteneği"nde olduğum saptandı. Daha sonra, Munsell renk dizgesi ve Munsell renk atlası aracılığı ile yapılan çeşitli renkölçüm deney ve araştırmalarına katıldım.

Doktora çalışmasındaki renkölçüm deneyleri nedeniyle, F.M.T. testi, ikisi ard arda, biri de iki gün sonra olmak üzere, üç kez yinelendi. Üç teste de (0) hata yaptığım ve süper renk ayırma yeteneğinin en üst düzeyinde olduğum saptandı. Bu nedenle, deneylerdeki gözlemci görevinin en iyi benim (Rengin Ünver) tarafımdan yürütülebileceğine karar verildi.

Seçilen gözlemcinin — doktora çalışmasını yapan, Rengin Ünver'in — hata sayısının sıfır olması, F.M.T. de yer alan 85 Munsell türünü ve o türlere karşılık gelen dalga boylarındaki renkleri tam doğru olarak algılayabildiğini açıklar. Bir başka deyişle, gözlemcinin testteki 85 tür için, "tür ayırım eşiği" sıfır tür sayısı farkla en üst düzeydedir. Ancak, Munsell tür çemberinde eşit aralıkla 100 türün (Bkz. EK III), F.M.T. de ise bunlardan yalnızca 85'inin yer almakta olduğu anımsanmalıdır. Bu nedenle, gözlemcinin Munsell renk dizgesindeki 100 türün tümünü aynı hata sayısı (sıfır) ile algıladığını söylemek, tam doğru bir değerlendirme olmamaktadır. Bununla birlikte, aşağıdaki gibi bir oranlama yapılarak,

$$\frac{\text{Munsell tür sayısı}}{\text{F.M.T. tür sayısı}} = \frac{100}{85} = 1.176 \approx 1.18 \text{ tür sayısı}$$

gözlemcinin, tür ayırt edebilme yeteneğinin üst sınırını, ya da türlerde yapabileceği en çok hata' sayısını hesaplamak olanaklıdır. Yani, gözlemci renkleri 1.18 Munsell tür sayısı yakınlıkla tam doğru olarak belirleyebilmektedir(*).

Yukarıda elde edilen sonuç, seçilen gözlemcinin, deneylerdeki renkölçüm işlemini yeteri doğrulukla yerine getirebileceğini ortaya koymaktadır.

- (*) F.M.T. de yer alan türlerin, yüzey renklerini gösterdiği, yani bu renklerin ışık tayfında bulunmayan renkleri de (mor ve kırmızının karışımı olan renkler) içerdiği ve ışık tayfında yer alan renklere de eşit aralıklarla karşılık gelmediği (Bkz. Şekil 30), düşünülerek, burada yalnızca "gözlemci tür ayırım eşiği"nin değerlendirilmesi yapılmıştır.

EK V

RENK DÖNMESİ ÖN ARAŞTIRMASI

Bu çalışmanın esas amacına yönelik deney düzeninde kullanılacak renkleri belirleyebilmek için, birbirini etkileyerek en çok renk dönmesine yol açan renk türlerinin saptanmasına ilişkin, deneysel bir ön araştırma yapılması gerekli görülmüştür. Renk dönmelerinin saptanması, yani renkölçüm işlemi, "renk atlasları aracılığı ile görsel olarak rengin belirlenmesi" yöntemine göre yapılmış olup, renk atlası olarak, "Munsell Renk Atlası"ndan yararlanılmıştır. Renkölçmeleri, EK IV de belirlenen gözlemci tarafından gerçekleştirilmiştir.

Ön araştırmada kullanılacak renklerin belirlenmesi (seçimi), deney düzeni ve deney sonuçlarının değerlendirilmesi aşağıdaki bölümlerde anlatılacaktır.

1. ÖRNEKLERİN SEÇİMİ

Bu ön araştırmada kullanılacak renklerin belirlenmesi yapılırken, aşağıda verilen işlem sırası izlenmiştir:

- a) İlk olarak, değişik tür değer ve doymuşluktaki, 229 adet renkli kağıt örnekleri elde edildi. Söz konusu örnekler içinden, yaklaşık olarak aynı değer ve doymuşluktaki türlerden 117 tanesi seçildi. Belirlenen 117 örnek rengin, Munsell Renk Dizgesi karşılıkları (Munsell notasyonları) saptandı (Bkz. Çizelge 9).
- b) Belirlenen 117 örnek renk içinden, Munsell değer ve doymuşluğu olabildiğince birbirine yakın olan ve renk dönmesi deneylerinde kullanılacak 14 renk türü saptandı (Bkz. Çizelge 10). Bu seçim yapılırken, renklerin renksel parlaklıklarının oldukça benzer olmasına dikkat edildi. Ayrıca, çok yüksek ya da çok alçak değer/doymuşluktaki renklerden sakınılarak, orta değer/doymuşluktaki renkler yeğlendi. Böyle

ÇİZELGE 9

1- 2-7/8	40- 19-9/8	79- 64-8/4
2- 2.5-6/6	41- 21-4/68	80- 71-3.75/3
3- 2.5-7.5/5	42- 23.5-5.5/5	81- 71-6/5
4- 2.5-8.75/5	43- 23.5-5.5/9	82- 71-6.5/6
5- 3-3/7	44- 23.5-6.5/7	83- 71-8.5/3
6- 3-3/10	45- 23.5-7/10	84- 71.25-7.5/7
7- 3.5-5/3	46- 23.5-9/8	85- 72-2.5/7
8- 4-4.5/4	47- 24-8.75/11	86- 72-4.25/7
9- 4-4.5/9	48- 26.75-4/6	87- 73-4/11
10- 6-6/11.5	49- 28-5/6	88- 77-3.5/4
11- 6.25-2/9	50- 28-8.5/11	89- 77-5.5/9
12- 7-6/6.25	51- 28.5-7/6	90- 77-6/6.5
13- 8-7/10	52- 28.75-9/8	91- 77.5-2/5.5
14- 9-2.5/5.5	53- 29.5-6/7	92- 77.5-2/9
15- 9-4/10	54- 29.5-7.5/4	93- 78-4/10
16- 9-4/12	55- 33.5-9/6	94- 78-8/6
17- 9-5.5/4.5	56- 34-8/8	95- 81-3.5/8
18- 9-5.5/6	57- 35-6/5	96- 81.5-3.5/10
19- 9-5.6/7	58- 35-6/9	97- 87-2.5/5
20- 9-5.5/12	59- 35-6.75/12	98- 87-3/7
21- 9-7.5/5	60- 37-4/8	99- 87-6.5/5
22- 10-3/10	61- 37-4/4.5	100- 87.5-1.5/14
23- 10.5-5.5/16	62- 41-40.75-3.5/9	101- 87.5-4.5/8
24- 11.5-8.5/6	63- 41-40.75-5.5/5	102- 88-4.5/7
25- 14-3.5/9	64- 41-40.75-5.5/9	103- 7.5/4
26- 14-5.5/5	65- 41-40.75-7.5/5	104- 91-2.5/6
27- 14-5.5/8	66- 41-40.75-9/5	105- 91-2.5/9
28- 14-5.5/11	67- 43-5/11	106- 91-4.5/4
29- 14-5.5/17	68- 44.5-4.75/7	107- 91-6/7
30- 14.5-6.5/9	69- 44.5-7.5/5	108- 92-2/8
31- 14.5-6.5/12	70- 45.5-3/7	109- 92-4.5/4.5/7
32- 19-4/8	71- 45.5-4.5/5	110- 93.5-6/12
33- 19-6/5	72- 45.5-6.5/5	111- 94-8.5/6
34- 19-6/8	73- 45.5-6.5/7	112- 95.5-7/6.5
35- 19-6.5/13	74- 53-2.5/8	113- 96-3/12
36- 19-7/13.5	75- 53-8.5/5.5	114- 96.5-5/13
37- 19-7/9	76- 54-4.5/9	115- 96.5-6.5/8
38- 19-8/11	77- 54-4/5	116- 97-4.5/12
39- 19-9/5	78- 64-4.5/15	117- 97-6/8

ÇİZELGE 10

Seçilen 14 Örneğin
Munsell Dizgesi Karşılıkları

1- 9-5.5/7
2- 14-5.5/8
3- 19-6/8
4- 23.5-6.5/
5- 29.5-6/7
6- 35-6/9
7- 41-5.5/9
8- 45.5-6.5/7
9- 54-4.5/9
10- 71-6.5/6
11- 77-6/6.5
12- 87.5-4.5/8
13- 91-6/7
14- 97-6/8

Seçilen 6 temel Örneğin
Munsell Dizgesi Karşılıkları

1- 9-5.5/7
2- 29.5-6.5/7
3- 41-5.5/9
4- 54-4.5/9
5- 87.5-4.5/8
6- 97-6/8

bir seçimin nedeni, çok yüksek ya da çok alçak değer/doymuşluktaki renklere oranla daha çok hata yapılması olasılığıdır.

c) İkinci elemelerde seçilen 14 renk örneği, üçüncü bir kez değerlendirilerek, 6 temel renk belirlendi (Bkz. Çizelge 10).

Saptanan 14 rengin, temel renkler üzerinde yol açtıkları renk dönmeleri, aşağıda anlatılan deney düzeni aracılığı ile belirlendi.

2. DENEY DÜZENİ

Belirlenen 14 renk türünün ikişer ikişer eşlenerek, birbirleri üzerinde yol açtıkları renk dönmelerinin belirlenmesinde Şekil 32'de gösterilen deney düzeninden yararlanılmıştır.

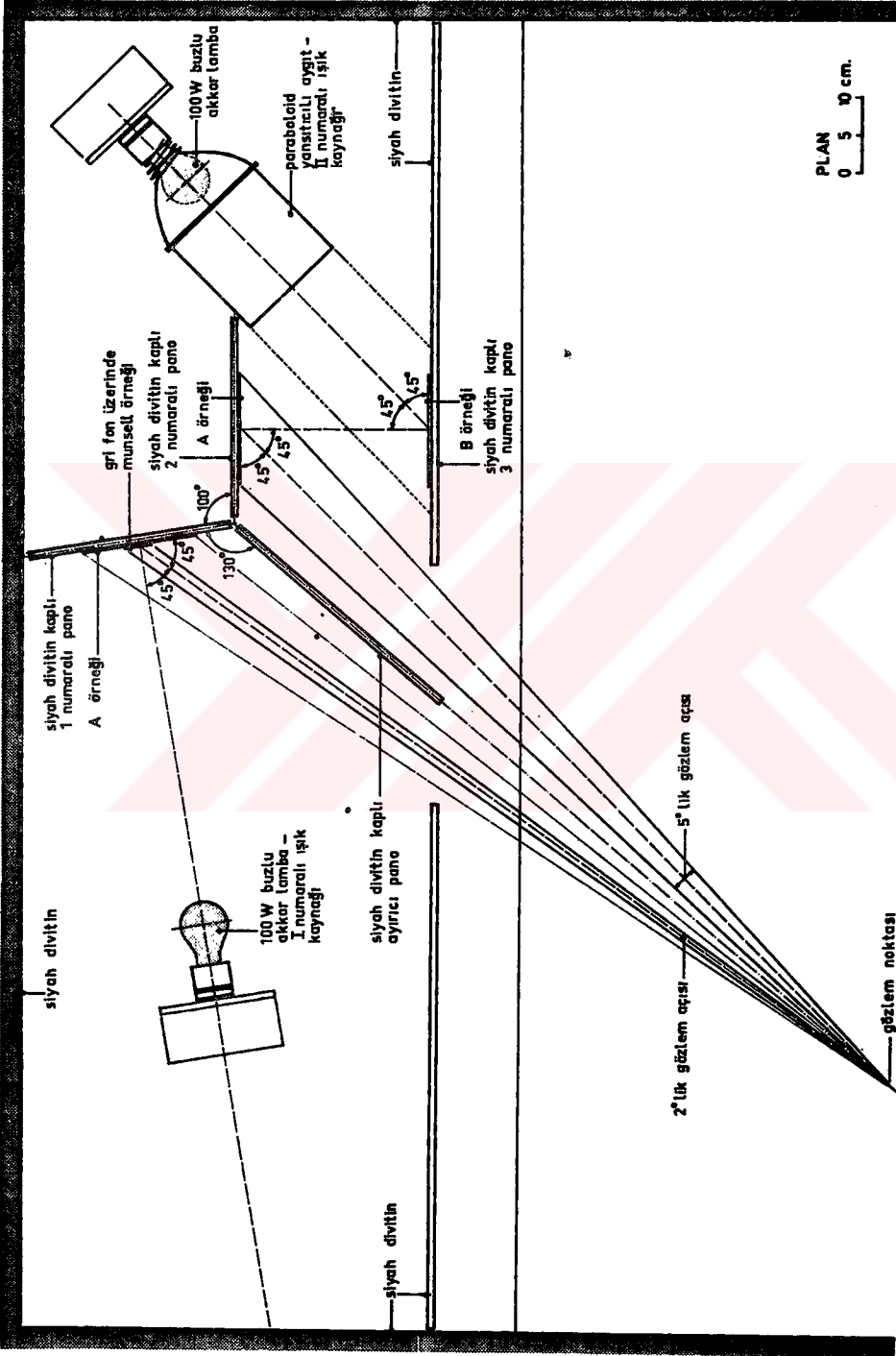
a) Örneklerin yerleştirilmesi

Şekil 32 de gösterilen konumlara uygun olarak, renk dönmeleri incelenecek renkli örnek (A), hem 1 hem de 2 numaralı panoya yerleştirildi. Renk dönmesine neden olan renkli örnek ise (B), 3 numaralı panoda yer almaktadır. Panolar ve panoların yer aldığı hacim bütünüyle, yansıtma çarpanı en düşük olarak seçilen, siyah tüylü bir kumaş (divitin) ile kaplandı.

b) Aydınlık Düzeyi

1 ve 3 numaralı panolarda yer alan örnekler, ilk önce 100 W-220 V-2790°K (general electric) renk sıcaklığı olan buzlu akkor ve sonrada 75 W-220 V (tekfen) soler lamba ile aydınlatıldı. 2 numaralı panodaki A örneği, yalnızca 3 numaralı panoda yer alan B örneğinden yansıyan ışıklarla aydınlanacak biçimde yerleştirildi.

A örneğindeki A' renk dönmelerinin tam doğru bir biçimde algılanması için, yüzeyindeki ışıklılık düzeyinin koni görmesi sınırları içinde kalması gereklidir(76). Burada seçilen örnekler ortalama olarak 5.4 Munsell değerinde ($r=0.236$) olduğundan, yüzeyde 5 ile 500 lm/m² arasında bir aydınlık



ŞEKİL 32

düzeyinin oluşturulması zorunludur. Bu nedenle, A örneğini aydınlatacak olan B örneği üzerinde çok yüksek bir aydınlık düzeyinin oluşturulması gereklidir. Bunu sağlamak amacıyla, B örneğinin aydınlatan II numaralı, ışık kaynağı paraboloid yansıtıcılı bir aygıt içine yerleştirilmiştir (Bkz. Şekil 32).

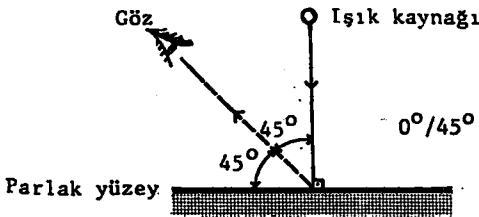
3 numaralı panoda yer alan B örneğinin her değişiminde, 2 numaralı pano-
daki aydınlık düzeyi değişmektedir. Bu nedenle, B örneği üzerindeki ay-
dınlık düzeyine bağlı olarak, 1 numaralı panoyu aydınlatan I numaralı
yansıtıcısız ışık kaynağının panoya olan uzaklığı değiştirilerek, her iki
panodaki aydınlık düzeyi eşitlendi.

Ayrıca, her üç örnek üzerindeki aydınlığın düzgün düzgün yayılmış sayıla-
bilmesi için, CIE tarafından kabul edilmiş olan $E_{min} \geq 0.8 \times E_{max}$ koşulu da
sağlanmıştır.

Aydınlık düzeyi ölçümleri, tayfsal duyarlılığı CIE ölçün göz duyarlılığına
eşdeğer "Gossen Panlux" aydınlıkölçeri ile gerçekleştirilmiştir.

c) Açısal ilişkiler

Deneylerde kullanılan renkli örneklerin parlak yüzeyli olması nedeniyle,
ışık kaynağı, yüzey ve göz arasındaki açısal ilişkiler $0^\circ/45^\circ$ biçiminde
kurulmuştur(77,78,79). Yani, ışık kaynağı doğrultusu yüzeye tam dik (90°)
konumda, yüzeydeki aynı noktayı gören göz ise, yüzey ve kaynak doğru-
su ile 45° lik gözlem açısı üzerindedir (Bkz. Şekil 33).



ŞEKİL 33

d) Önlemler

Ölçmelerin tam doğrulukla yapılabilmesi için, 1 ve 3 numaralı panoları aydınlatan ışık kaynaklarının, hiçbir biçimde 2 numaralı panoyu aydınlatmaması, ayrıca, 2 numaralı panodaki A örneğinin yalnızca B örneğinden yansıyan ışıklarla aydınlanması gerekmektedir. Bu nedenle, tüm panolar, panoların yerleştirildiği yatay düzlem ve hacmin duvarları yansıtma çarpanı $r=0.05$ olan siyah divitin ile kaplanmıştır.

Yüksek doymuşluktaki renkler değerlendirildiğinde, gözlemcinin karşısına gelen yüzeylerin donuk siyah boyalı ya da siyah boyalı ya da siyah tüylü bir gereç ile kaplanması gereklidir(82). Burada da, renk dönmesi sonucunda çoğunlukla yüksek doymuşluktaki renkler elde edildiğinden, gözlemcinin karşısındaki yüzeyler siyah divitin ile kaplanmıştır.

2 ve 3 numaralı panoların birbirine koştur konumlarda bulunması sonucunda (Bkz. Şekil 32), 3 numaralı panodaki B yüzeyi, 2 numaralı panodaki A yüzeyinde A' renk dönmesine neden olmaktadır. İki yüzeyin konumlarından ötürü, ardıl yansımalar (yansıma) sonunda A renginin de B renginde renk dönmesi yapacağı açıktır. Bu renk dönmesinin en az düzeye indirilmesinin tek koşulu, iki yüzeyin aydınlık düzeyleri arasında büyük bir ayrımın sağlanmasıdır. Bu nedenle, B yüzeyinde ortalama 1800 lm/m^2 , A yüzeyinde ise ortalama 100 lm/m^2 aydınlık düzeyi sağlanmıştır (Bkz. Çizelge 11). Yani, iki yüzeyin aydınlık düzeyleri arasındaki oran $1/18$ dir. Aydınlık düzeyleri arasında bu kadar büyük ayrım bulunduğundan, A renginin, B rengi üzerinde yaptığı renk dönmesi kabul edilebilir hata sınırları içinde kalmaktadır.

Bu tür renk ölçmelerinde kullanılan örneklerin $9 \times 16.5 \text{ cm}$ boyutlarında ve parlak yüzeyli olması yeğlenmektedir(164). Bu nedenle, deneylerde $15 \times 23 \text{ cm}$ boyutlarında, parlak yüzeyli Munsell kağıtları kullanılmıştır.

Ancak, parlak yüzeyli Munsell kağıtları karışık yansıma (tam yayınık yansıma + düzgün yansıma) yapmaktadır. Karışık yansımanın bir bölümü olan düzgün yansıma nedeniyle, kimi zaman 2 numaralı panoda bulunan A rengi örneği üzerinde parlamalar ortaya çıkmıştır. Bu durumda, gözlem açısı 45°

dereceden biraz saptırılarak, 35° - 55° arasında kalmak koşulu ile(165) parlamalar ortadan kaldırılmıştır.

3. RENK DÖNMESİNİ BELİRLEME YÖNTEMİ

Munsell dizgesi aracılığı ile ölçün renk belirleme yöntemine(166) göre rengi belirlenecek nesneye yakın tür-değer/doymuşluktaki renkli örnekler, düşük değerler için siyah, orta değerler için gri, yüksek değerler için açık gri fonda, Şekil 24'de verilen açısal koordinatlara uygun bir biçimde gözlenmelidir. Rengi belirlenecek nesne ve rengi ona yakın olduğu sanılan örnekler arasında her üç boyut için (tür-değer/doymuşluk) enterpolasyon ya da ekstrapolasyon yapılarak, nesne rengi belirlenir.

Burada da, 2 numaralı panodaki A rengindeki renk dönmesi sonucunda ortaya çıkan (A') rengine yakın olduğu sanılan 3.5x5 cm boyutlarındaki Munsell renkli örnekleri, Munsell atlasında orta değerler için verilen gri fon üzerine konularak, 1 numaralı panoya yerleştirildi. Böylece, görme alanının sağ yarısında (A') renk dönmesi, sol yarısında ise (A') rengine özdeş olduğu sanılan renkli örnekler yerleştirilerek, renk eşleme işlemi için gerekli olan koşullar sağlanmış oldu. (A') rengine en yakın Munsell kağıdı ile, (A') rengi arasında tür ve değer için enterpolasyon, doymuşluk içinde kimi zaman enterpolasyon, kimi zaman da ekstrapolasyon yapılarak, (A') renginin Munsell renk dizgesi karşılıkları belirlendi.

B yüzeyinden yansıyan ışıkların A yüzeyinde yol açtığı A' renk dönmesinin renginin Munsell atlası aracılığı ile belirlenmesi işlemi, Seçilen 14 renk için yinelenerek ve yukarıdaki bölümlerde anlatılan tüm deney koşulları her yeni renk için denetlenerek, Çizelge 11 de verilen sonuçlar elde edilmiştir.

Akkor lamba ile aydınlatılan 3 numaralı panodaki B renginin, 2 numaralı panodaki A renginden yol açtığı (A') renk dönmesinin renginin belirlenmesi işlemleri yukarıda anlatıldığı gibi gerçekleştirilmiştir. Ancak akkor lamba tayfında eksik olan kimi dalga boylarının (yeşil-mavi) dengelene-

bilmesi için, o dalga boylarında ışınım yayınlayan "soler lamba" ile deneylerin bir bölümü yinelenerek, gerekli düzeltmeler yapılmıştır.

4. DENEY SONUÇLARININ İRDELENMESİ

Belli bir B renginin A renginde yol açtığı renk dönmelerinin belirlenmesi için yapılan deneylerden elde edilen sonuçlardan (Bkz. Çizelge 11) yararlanılarak, altı temel renk için geçerli olan altı grafik hazırlanmıştır.

Çizelge 11'in arkasına eklenmiş olan grafiklerin (Bkz. Şekil 34,35,36),

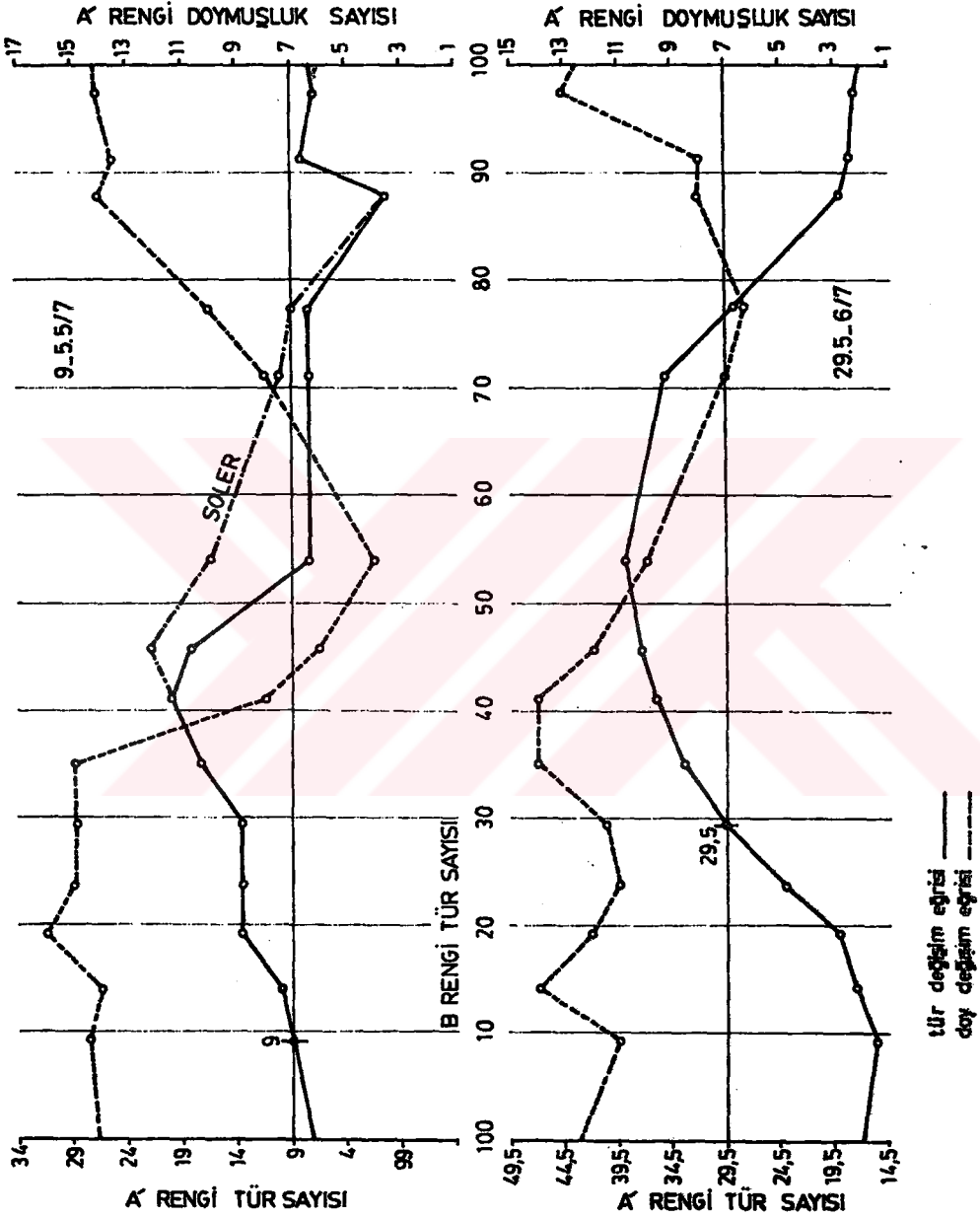
- (x) ekseninde, A renginde (A') renk dönmesine yol açan (B) renginin tür sayısı,
- (y) ekseninin sol yanında, (A') renginin tür sayısı,
- (y) ekseninin sağ yarısında ise, (A') renginin doymuşluk sayısı,

yer almaktadır. Yani grafikler, bu deneylerde kullanılmak üzere belirlenen 6 temel rengin, öteki 14 renkten etkilenmesi sonucu, tür ve doymuşluk değişim eğrilerini göstermektedir.

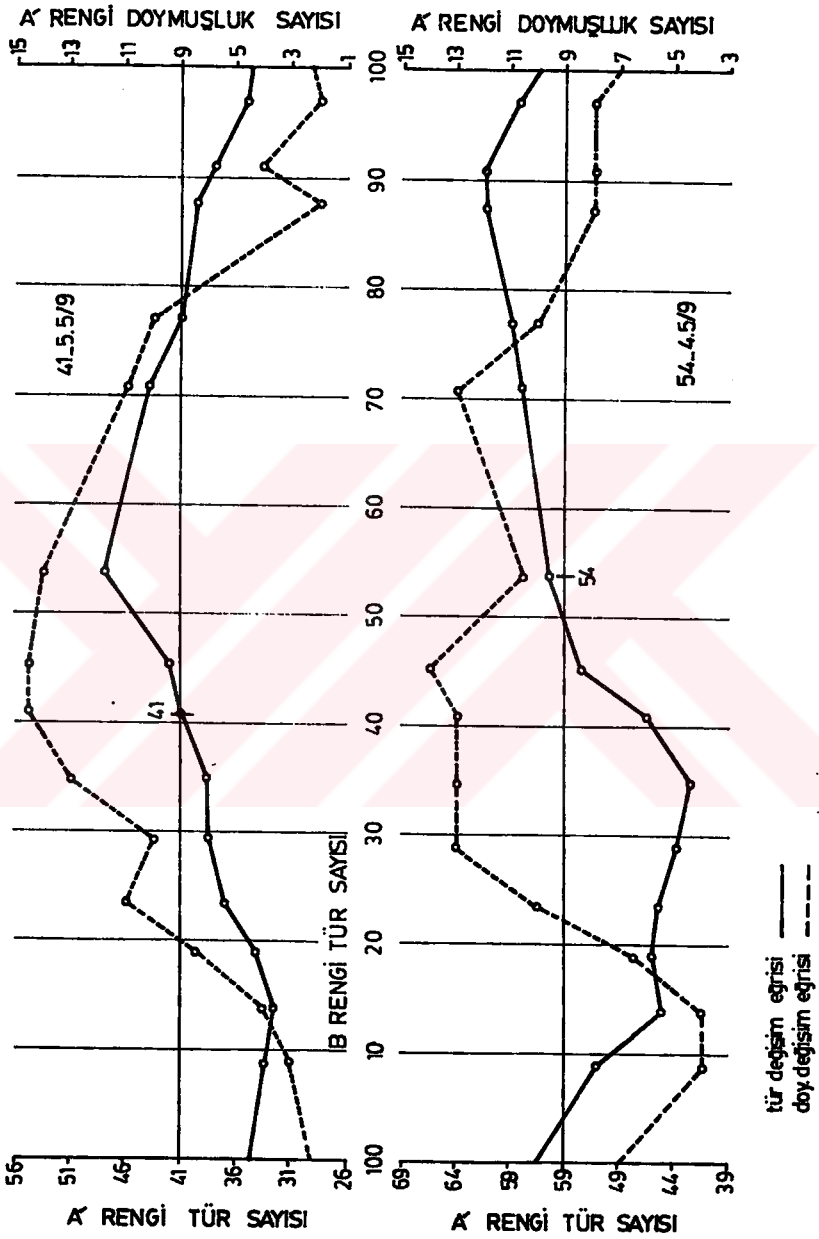
Grafikler incelendiğinde, renk dönmesi sonucunda ortaya çıkan tür ve doymuşluk değişim eğrilerinin, sinüs ya da cosinüs eğrilerine benzer bir biçimde, belli değerler için minimum ve maksimum değerlere ulaştığı görülmektedir. Deneylerde kullanılan 6 temel renk için, tür ve doymuşluk değişim eğrilerinin minimum ve maksimum olduğu Munsell tür sayıları ve bu değerlerle kendi türleri arasındaki farklar Çizelge 12 ve 13 de verilmiştir.

ÇİZELGE 11. RENK DÖNÜŞİ ÜN ARAŞTIRMA SONUÇLARI

B Rengi	Lux	A' rengi	Lux	A rengi	Lux	B Rengi	Lux	A' rengi	Lux	A rengi	Lux
1- 97-6/8	1650-2000	1.25-6.5/10	130-150	97-6/8	138-143	1- 97-6/8	1650-2000	94-6.5/12.5	140-155	87.5-4.5/8	145-150
2- 91-6/8	"	97-6.5/10	120-140	"	127-132	2- 91-6/7	"	91-5/14	140-150	"	145-150
3- 87.5-4.5/7	"	94-6/11	80-90	"	83-87	3- 87.5-4.5/8	"	90-5.5/15	45-55	"	48-50
4- 77-6/6.5	"	92-7/7.5	150-170	"	155-160	4- 77-6/6.5	"	87.5-4.5/8	135-145	"	138-142
5- 71-6.5/6	"	87.5-7/7	160-180	"	175-180	5- 71-6.5/6	"	83.2-6/10	135-145	"	138-142
6- 54-4.5/9	"	75-8/2	75-90	"	80-85	6- 54-4.5/9	"	77.5-5.5/5	55-65	"	58-62
7- 45.5-6.5/7	"	23.3-7.5/2	130-150	"	138-143	7- 45.5-6.5/7	"	79-7/3	130-140	"	133-136
8- 41-5.5/9	"	23.75-7/2.5	90-110	"	99-103	8- 41-5.5/9	"	1-6.5/0.5	70-80	"	73-77
9- 35-6/9	"	20-7/7	170-190	"	175-180	9- 35-6/9	"	15-6/4	140-150	"	133-137
10- 29.5-6/7	"	13-7/9	90-110	"	98-104	10- 29.5-6/7	"	5-6/9	110-125	"	113-120
11- 23.5-6.5/7	"	12.5-6.5/11	130-150	"	138-143	11- 23.5-6.5/7	"	3.75-6/10	190-205	"	193-200
12- 18.75-6/8	"	9-6.3/11.5	85-100	"	90-95	12- 18.75-6/8	"	3.75-6/10	190-205	"	193-200
13- 14-5.5/8	"	6.25-6/12	73-85	"	75-80	13- 14-5.5/8	"	5-6.25/11	120-130	"	123-126
14- 9-5.5/7	"			"		14- 9-5.5/7	"		145-155	"	148-153
1- 97-6/8	1650-2000	58.5-6/8	95-105	54-4.5/9	98-102	1- 97-6/8	1650-2000	35-7/4	100-115	41-5.5/9	105-110
2- 91-6/7	"	61.5-6/8	85-95	"	88-93	2- 91-6/8	"	38-7/6	115-120	"	118-123
3- 87.5-4.5/8	"	61.5-6/8	70-80	"	72-77	3- 87.5-4.5/8	"	39.5-7/4	55-65	"	58-63
4- 77-6/6.5	"	59-6.5/10	120-130	"	123-127	4- 77-6/6.5	"	41-7.5/10	120-130	"	123-128
5- 71-6.5/6	"	58-6.5/10	145-155	"	148-153	5- 71-6.5/6	"	44-7/11	130-140	"	132-137
6- 54-4.5/9	"	55-6.5/10.5	55-65	"	58-62	6- 54-4.5/9	"	48-7/14	55-65	"	58-63
7- 45.5-6.5/7	"	52.5-6.2/14	125-135	"	128-133	7- 45.5-6.5/7	"	40-7.5/14.5	120-130	"	123-128
8- 41-5.5/9	"	46-6.6.5/13	80-90	"	83-88	8- 41-5.5/9	"	41-7/14.5	90-105	"	95-100
9- 35-6/9	"	42.5-5/13	100-110	"	103-108	9- 35-6/9	"	38.5-7/13	120-130	"	123-128
10- 29.5-6/7	"	44-6.5/13	100-110	"	103-108	10- 29.5-6/7	"	38.5-7/13	105-113	"	108-113
11- 23.5-6.5/7	"	46.5-6.5/10	193-208	"	198-204	11- 23.5-6.5/7	"	37-7.5/11	195-205	"	198-203
12- 18.75-6/8	"	46-6.5/6.5	145-155	"	148-153	12- 18.75-6/8	"	34-7/8.5	125-135	"	128-132
13- 14-5.5/8	"	45-5.3/4	115-120	"	113-118	13- 14-5.5/8	"	32.5-6.5/6	85-95	"	88-93
14- 9-5.5/7	"	51-5.5/4	115-120	"	113-118	14- 9-5.5/7	"	33.5-6/5	110-120	"	112-117
1- 97-6/8	1650-2000	17.5-7.7/13	110-120	29.5-6/7	113-117	1- 97-6/8	1650-2000	6.75-6/14	165-175	9-5.5/7	162-167
2- 91-6/7	"	17-7.3/8	105-115	"	108-113	2- 91-6/7	"	8-6/13.5	170-180	"	172-177
3- 87.5-4.5/8	"	16.25-7.2/8	50-55	"	52-55	3- 87.5-4.5/8	"	3-6/14	70-80	"	72-77
4- 77-6/6.5	"	28.75-8.5/6.5	150-160	"	153-157	4- 77-6/6.5	"	7.5-6.5/10	150-160	"	152-157
5- 71-6.5/6	"	35-8/7	165-175	"	167-172	5- 71-6.5/6	"	7.5-6.5/8	160-170	"	162-167
6- 54-4.5/9	"	39-8/10	58-67	"	62-65	6- 54-4.5/9	"	7.5-6.5/4	60-70	"	62-67
7- 45.5-6.5/7	"	37.5-8/12	145-155	"	148-152	7- 45.5-6.5/7	"	18.25-7/6	170-180	"	173-178
8- 41-5.5/9	"	36.25-7.5/14	105-115	"	108-113	8- 41-5.5/9	"	20-7/8	115-120	"	117-122
9- 35-6/9	"	33.5-8/14	150-160	"	152-157	9- 35-6/9	"	17.5-7/15	140-150	"	142-147
10- 29.5-6/7	"	29.5-7.75/11.5	85-95	"	88-93	10- 29.5-6/7	"	13.75-7/16	155-165	"	157-163
11- 23.5-6.5/7	"	24.25-8.5/11	210-220	"	213-217	11- 23.5-6.5/7	"	13.75-8/15	230-240	"	232-237
12- 18.75-6/8	"	21.5-8/12	180-190	"	183-187	12- 18.75-6/8	"	13.75-6/16	175-185	"	177-182
13- 14-5.5/8	"	17.25-7.5/14	120-130	"	123-127	13- 14-5.5/8	"	10-6.2/14	100-110	"	103-108
14- 9-5.5/7	"	15.5-7/11	170-180	"	173-178	14- 9-5.5/7	"	9-5.5/14.5	80-90	"	83-87



ŞEKİL 34



ŞEKİL 35



ŞEKİL 36

ÇİZELGE 12- Tür Değişim Eğrisi İçin, Minimum ve Maksimum Değerler

Temel Renk	min.	maks.
	B tür/fark	B tür/fark
9-5.5/7	87.5/21.5	45.5/36.5
29.5-6/7	9/20.5	54/24.5
41-5.5/9	14/27	54/13
54-4.5/9	35/19	87.5/33.5
87.5-4.5/8	54/33.5	35/52.5
97-6/8	54/43	45.5/48.5
Toplam Fark	164.5	208.5
Ortalama Fark	27.4	34.7

ÇİZELGE 13- Doymuşluk Değişim Eğrisi İçin, Minimum ve Maksimum Değerler

Temel Renk	min.	maks.
	B tür/fark	B tür/fark
9-5.5/7	54/45	19/10
29.5-6/7	77/48.5	35/5.5
41-5.5/9	97/56	41/0
54-4.5/9	14/48	45.5/8.5
87.5-4.5/8	41/46.5	77/10
97-6/8	45.5/51.5	9/13
Toplam Fark	295.5	47
Ortalama Fark	49	8

Çizelge 12 ve 13 de verilen sonuçlardan yararlanılarak;

- Yaklaşık olarak 30 Munsell tür sayısı ara ile tür dönmesi maksimum ya da minimum değere ulaşmaktadır. Bir başka deyişle, bir rengin kendi türünden 30 tür sayısı öncesi ya da sonrası, türler, o renk üzerinde en büyük tür dönmesine yol açtığı,

- Yaklaşık olarak 49 Munsell tür sayısı ara ile doymuşluk dönmesi minimum değere ulaşmaktadır. Bir başka deyişle, bir rengin kendi türünden 49 tür sayısı öncesi ya da sonrası, o rengin doymuşluğunun en az düzeye inmesine neden olmaktadır. Ayrıca, rengin maksimum doymuşluğa, ortalama 8 tür sayısı farkla ulaştığı,

belirlenmiştir.

5. DENEY SONUÇLARININ DEĞERLENDİRİLMESİ

Bilindiği gibi, renkli bir nesne — yüzey— ancak, kuramsal beyaz ışıkla aydınlatıldığında, kendi gerçek renginde, yani öz renginde görülebilir (Bkz. I.2.Bölüm). Nesne, kuramsal beyaz ışıktan başka türde bir ışık kaynağı ile aydınlatıldığında, görünen renginin, öz renginden farklı olacağı açıktır. Görünen renk, yüzeyin tayfsal yansıtma çarpanları eğrisi ile, yüzeyi aydınlatan ışık kaynağının tayf eğrisinin çarpımı sonucunda ortaya çıkar.

Bu kısa açıklamadan anlaşılacağı gibi, deneylerdeki 1 ve 3 numaralı panolardaki yüzeyleri aydınlatan ışık kaynağının tayfının, kuramsal beyaz ışık tayfından farklı olması ve Munsell tür çemberinde yer alan tüm renklerin (uygun oranlarda karıştırıldığında, türsüzlüğü veren iki renk), çemberin merkezinden geçen aynı doğru üzerinde yer almaması nedeniyle, deneyler sonucunda elde edilen,

- tür değişim eğrilerinin, max.ve min. noktalarının rengin, kendi türünden 25 Munsell tür sayısı farkı olan noktalardan değil de, yaklaşık olarak 30 Munsell tür sayısı fark yapan türlerden geçtiği,
- doymuşluk değişim eğrilerinin minimum noktalarının rengin kendi türünden 50 Munsell tür sayısı farkı olan türlerden (yani, doymuşluğun en alt düzeye ulaştığı, o türün tümeleri olan tür) değil de, yaklaşık olarak 49 tür sayısı fark yapan türlerden geçtiği,

- doymuşluk değışim eğrilerinin maksimum noktalarının, doymuşluğun en üst düzeye ulaştığı kendi tür sayısından değil de, kendi türünden yaklaşık olarak 8 tür sayısı fark yapan türlerden geçtiği,

sonucuna varılmıştır.



EK VI

GÖRME ALANI İÇİNDE YER ALAN KARŞITLIKLAR VE KARŞITLIK DÜZENLERİ (*)

1. KARŞITLIKLAR

I. bölümde de belirtildiği gibi, görme alanının değişik bölgelerinden göze gelen ışıktaki nicel ya da nitel herhangi bir ayırım yoksa, yani bu alan ışıklılık ve renk bakımından bir bütün oluşturuyorsa, ve bu durum zaman içinde değişmiyorsa, görsel algılamadan söz edilemez. Bir başka deyişle, görme alanında birtakım ışıklılık ve/ya da renk ayrımları olması durumunda, görme alanının insan üzerinde etkisi ve bir anlamı vardır. Bundan ötürü, görme alanı içinde, yaratılabilecek herhangi bir düzenle belirli bir amaca ulaşma, belirli bir etki elde etme öncelikle, söz konusu ayrımların iyi bilinmesine ve gereği gibi kullanılmasına bağlıdır.

Aydınlatma ve renkölçmede, belli öğeler arasındaki ayrımı anlatmak için "karşıtlık" terimi kullanılır. Işıklılıkta karşıtlık, CIE tarafından "1-Öznel olarak, özellikle mekan ya da zaman içinde (aynı anda ya da ard arda - gecikmiş - karşıtlık) yan yana duyumsal uyartılarda nicel ya da nitel bir karşı olma etkisi. 2- nesnel olarak, aşağıdaki formüllerle belirtilen büyüklükler $(L_2-L_1)/L_1$; $(L_2-L_1)/[(L_2-L_1).1/2]$; L_2/L_1 " olarak tanımlanmaktadır(168). Bu tanımdan da anlaşılacağı gibi, karşıtlık terimi, belli bir durumu değil de bu durumun belirli bir oranını, bu duruma belirli bir yaklaşıklığı anlatmaktadır. Ve, karşıtlığın öznel tanımındaki, "yer ve zaman içinde yan yana bulunma" durumu ise, karşıtlıkların "zaman-daş (zaman içinde yan yana-ardı ardına)" ya da "yerdeş (yer - mekan - içinde yan yana)" olabileceğini göstermektedir.

Görme ile ilgili duyumsal uyartılarda, yukarıda tanımlandığı gibi geniş ve kesin anlamlı üç karşıtlık öğesi vardır. Bunlar, baskın dalga boyu, ışıklılık ve tayfsal renk oranı'dır. Bunların karşılığı olan duyulanmalar ise, renk türü, parlaltı ve renksel doymuşluk'tur.

(*) Bu bölüm 167 numaralı kaynaktan yararlanılarak hazırlanmıştır.

Bir görme alanı içinde, yalnızca renk türü ya da parlaltı ya da renksel doymuşluk karşıtlıklarından birinin aynı anda bulunması, ya da ardı ardına gelmesi, o görme alanının belirli bir anlamı, belirli bir etkisi olması için yeterlidir. Bu karşıtlıkların ikişer ikişer ya da üçer üçer birlikte bulunabileceği açıktır. Ve, söz konusu karşıtlıkların, türü ya da türleri, büyüklükleri ve de bu karşıtlıkların dağılışı ve biçimlenişleri birbirinden çok farklı sayısız anlam ve etkilerin elde edilmesini sağlar.

Yukarıda sözü edilen karşıtlıkların daha ayrıntılı incelemesine geçmeden önce, bir görme alanının içindeki ışıklılık karşıtlıklarından söz etmek yerinde olacaktır. Görme alanı içindeki, görünen yüzeylerin değişik ışıklılıkları, değişik aydınlıkların değişik yansıtma çarpanları ile çarpımı olarak belirlenebilir ($L=E.r$). Bir iç mekanda yer alan yüzeylerin yansıtma çarpanlarının yaklaşık olarak 0.05 ile 0.85 arasında (1/20 oranı), aydınlık düzeyinin ise genelde 10-1000 lm/m² (1/100 oranı) arasında değişebileceği göz önüne alındığında, bu ikisinin çarpımı olan ışıklılıkların, 1/200 oranına varan değişimler gösterebileceği açıktır. Yani, görme alanı içinde, yüzeylerin yansıtma çarpanlarına ve aydınlık düzeylerine bağlı olarak büyük ışıklılık karşıtlıkları ortaya çıkar. Yüzeyler üzerindeki aydınlık düzeyinin değişmemesi durumunda ise, ışıklılıklar, yalnızca yüzeylerin yansıtma çarpanları arasındaki oranlara bağlı olarak değişim (1/20 oranında) gösterecektir, yani ışıklılık karşıtlıkları büyük oranda azalmış olacaktır.

Renk türü, parlaltı ve renksel doymuşluk duyulanmaları, Munsell dizgesi karşılıkları dikkate alınarak incelendiğinde,

- tür karşıtlığı,
- değer karşıtlığı,
- doymuşluk karşıtlığı,

olarak üç tür karşıtlık biçimi ortaya çıkar (İnceleme Munsell dizgesi aracılığı ile olacağından, ışıklılık ya da parlaltı ögesi yerine, değer ögesinin kullanılması zorunludur). Munsell dizgesinin üç ögesi ile ilgili karşıtlıkların anlatımında, $[(L_2-L_1)/L_2]$ formülünün kullanılması duru-

munda, karşıtlığın en büyük değeri "1", ve en küçük değeri "0" olacaktır. Aşağıdaki belirlemelerde de bu formülden yararlanılmıştır. Buna göre,

- Tür ögesinde tam karşıtlık, (1), tümler türlerin karşıtlığını (örneğin, yeşil ve kırmızı, mor ve sarı gibi); karşıtlığın küçülen değerleri (1-0 arası), renklerin tümlerlikten uzaklaşıp, birbirine yaklaştıklarını (örneğin, yeşil ve kırmızıdan, yeşil ve sarıya gidiş); ve tür ögesinde karşıtlığın olamaması (0), tür'ün aynı olduğunu göstermektedir.
- Değer ögesinde tam karşıtlık, (1), siyah a beyazın karşıtlığını, değer karşıtlığının 0 olması değerlerin eşitliğini; ve (0) ile (1) arasındaki karşıtlıklar da, eşit değerler ile en büyük değer ayrımı arasındaki oranları göstermektedir.
- Doymuşluk ögesinde tam karşıtlık (1), gri ile o tür'ün en doymuş renginin karşıtlığını; (0) ile (1) arasındaki karşıtlıklar, eşit doymuşluklar ile en büyük doymuşluklar arasındaki oranları; doymuşluk karşıtlığının (0) olması ise doymuşlukların eşitliğini göstermektedir.

Yukarıda da belirtildiği gibi, bir karşıtlıkta, belirtilen üç tür karşıtlıklardan yalnız biri, yalnız ikisi, ya da üçü birden olabilir. Karşıtlıklar, içerdikleri karşıtlık türü sayısına göre ikiye ayrılırlar.

1- Yalın karşıtlıklar; yalnız bir tür karşıtlık içeren karşıtlıklardır. Bunlar üç biçim olabilir:

- a) Tür karşıtlıkları (örneğin, 20-6/8; 25-6/8; 40-6/8; 70-6/8 gibi renklerin bir araya gelmesi durumu),
- b) Değer karşıtlıkları (örneğin, 25-3/6; 25-5/6; 25-6/6; 25-8/6 gibi renklerin bir araya gelmesi durumu),

- c) Doymuşluk karşıtlıkları (örneğin, 35-3/3; 35-3/5; 35-3/6; 35-3/8, gibi renklerin bir araya gelmesi durumu).

2- Karmaşık karşıtlıklar; içerdikleri karşıtlık sayısına göre, ikili, ya da üçlü karşıtlıklar biçiminde olabilir.

- a) İkili karşıtlıklar; iki tür karşıtlık içeren karşıtlıklardır. Bunlar da üç biçimde olabilir.

- değer ve doymuşluk karşıtlıkları (örneğin, 20-4/1; 20-5/6; 20-7/2; 20-6/8; 20-8/4, gibi),
- tür ve doymuşluk karşıtlıkları (örneğin, 15-5/8; 25-5/2; 30-5/4; 45-5/6; 95-5/10, gibi),
- tür ve değer karşıtlıkları (örneğin, 15-4/6; 35-8/6, 40-5/6 , 85-6/6; 90-76, gibi).

- b) Üçlü karşıtlıklar; üç tür karşıtlığı içeren karşıtlıklardır. Bu nedenle bunların değişik biçimi yoktur. Örneğin, 10-4/6; 25-6/8; 45-7/2; 75-5/10; 85-8/4, gibi.

Benzer karşıtlıkların bir araya gelmesi ile ya da çok büyük çoğunlukla bulunması ile kurulmuş düzenler, kendilerini oluşturan karşıtlıklara göre adlandırılırlar.

2. KARŞITLIK DÜZENLERİ

Yukarıdaki bölümde belirtildiği gibi, karşıtlık düzenleri, kendilerini oluşturan karşıtlıklara göre, aşağıdaki biçimde adlandırılırlar.

1. Yalın karşıtlıklardan kurulu düzenler; Bu düzenleri oluşturan karşıtlıkların (ya da bu karşıtlıkların bulunduğu öğelerin) adları ile anılırlar.

- a) tür karşıtlıkları düzeni (türler düzeni),
- b) değer karşıtlıkları düzeni (değerler düzeni),

c) doymuşluk karşıtlıkları düzeni (doymuşluklar düzeni).

2. İkili karşıtlıklardan kurulu düzenler: Bu düzenler, değişmeyen öğenin adı ile anılırlar.

- a) eştürler düzeni (değer ve doymuşluk karşıtlıklarından oluşmuş düzen),
- b) eşdeğerler düzeni (tür ve doymuşluk karşıtlıklarından oluşmuş düzen),
- c) eşdoymuşluklar düzeni (tür ve değer karşıtlıklarından oluşmuş düzen).

3. Üçlü karşıtlıklardan kurulu düzenler: Bu düzende her üç öğede değiştiği için, "üçlü karşıtlıklar düzeni" ya da "doğal karşıtlıklar düzeni" olarak adlandırılırlar.

Yukarıda tanımlanan yedi düzenin dışında, düzenlerden birine çok yakın olan, altı tane de "yakın düzen" vardır. Bunlar aşağıda verilmiştir:

1. Yalın karşıtlıklar düzenine yakın düzenler: Tür, değer ve doymuşluk öğelerinden ikisinin, üçüncüye göre az değiştiği düzenlerdir.

- a) tür karşıtlıkları düzenine yakın düzen (türler düzenine yakın; değer ve doymuşluk öğelerinin az değiştiği düzen),
- b) değer karşıtlıkları düzenini yakın düzen (değerler düzenine yakın; tür ve doymuşluk öğelerinin az değiştiği düzen),
- c) doymuşluk karşıtlıkları düzenine yakın düzen (doymuşluk düzenine yakın; tür ve değer öğelerinin az değiştiği düzen).

2. İkili karşıtlıklar düzenine yakın düzenler: Tür, değer ve doymuşluk öğelerinden birinin, öteki ikisine göre az değiştiği düzenlerdir.

- a) eştürler düzenine yakın düzen (tür öğesinin az değiştiği düzen),
- b) eşdeğerler düzenine yakın düzen (değer öğesinin az değiştiği düzen),

- c) eşdoymuşluklar düzenine yakın düzen (doymuşluk ögesinin az değiştiği düzen).

Belirtilen altı "yakın düzenin" özellikleri ve etkileri, yakınlık oranlarına göre, yakın oldukları düzenin etki ve özelliklerini taşırlar.

3. GENEL RENK DÜZENLEME KURALLARI

Doğada, genellikle, üçlü karmaşık karşıtlık düzeni egemendir. Görme alanı içindeki, değişik renkler Munsell dizgesine göre simgelendiğinde, genellikle her yüzey, her nesne, her alan için, tür, değer ve doymuşluk ögelerinin değiştiği ortaya çıkar. Buradan çok kesin olmayan aşağıdaki kurallar çıkartılabilir. Bu kurallar aracılığı ile, görme alanı içinde, elde edilmesi istenilen etkiye daha kolay ulaşmak olanaklıdır. Söz konusu kurallar, genel renk düzenleme kuralları aşağıda sıralanmıştır.

1- Üçlü karşıtlıklar düzenine (üç ögenin, tür değer ve doymuşluğun hepsinin birden değiştiği düzen) bağlı olarak yapılan düzenlemelerin insan üzerinde etki yapması zordur. Yani bunlar doğadaki renk düzenleri gibidir. Üç ögenin rastgele değiştiği düzenler, her an içinde yaşanan, alışık olunan düzenler olduğu için, insanda herhangi bir etki yapması söz konusu değildir.

2- İkili karşıtlıklar ya da buna yakın düzenler, doğal ve alışılmıştan uzak etkiler yaratırlar. Bu durumda, görme alanı içinde aranan ya da elde edilmesi istenen etkinin,

- belirli bir renk türü ile ilgili türsel bir etki,
- değersel bir etki,
- doymuşluk ögesi ile ilgili etki,

olmasına bağlı olarak, ikili ya da yalın karşıtlıklar ya da bunlara yakın düzenlere gidilebilir. Yani, yalın etkilerin değişik bileşimlerinden elde edilebilecek, az ya da çok karmaşık etkilerde olabilir.

Böyle bir durumda aşağıdaki kurallar büyük oranda geçerlidir.

- a) Yalın bir etkinin en güçlü durumu, yani yalın karşıtlık düzenlerinin en etkili biçimleri, tek bir temel karşıtlık seçimi, ve bunun yakın karşıtlıklarla güçlendirilmesi ile elde edilir.

Örneğin türsel bir etkinin söz konusu olduğu bir düzende, değişmeyen değer ve doymuşluk öğelerinin, tür öğesini vurgulayıcı, öne çıkarıcı nitelikte olması gereklidir. Yani bu tür bir düzende, yüksek doymuşlukların, ve bu doymuşlukları olanaklı kılacak değerlerin kullanılması gerektiği açıktır (27.5-6/8 ile 75-6/8 renklerini temel karşıtlığı ile, buna yakın 27.5-6/8 ve 70-6/8 ya da 72-6/8 ya da 77.5-6/8 gibi).

Yani bu kural, tür öğesi için, "belli bir türün tek başına kullanılması ve bu türün belirli bir karşıtının, yakınları ile birlikte kullanılması" ya da daha kısa olarak, "bir çok küçük tür karşıtlıkları arasında, tek bir büyük tür karşıtlığının kullanılması" biçiminde söylenebilir.

Aynı kural doymuşluk etkisi için, "az doymuş renkler içinde çok doymuş tek bir rengin kullanılması" biçimindedir.

- b) "Yalın karşıtlıklar düzenlerine yakın düzenlerde güçlü etkiler; ve karmaşık karşıtlık düzenlerinde de ayrı öğeden karşıtlıkların birbirlerini yok etmedikleri, örtmedikleri oranda olabilecek güçlü etkiler", yukarıdaki (a) daki kural gereğince elde edilir.

Örneğin, doymuşluk etkisi, doymuşluk karşıtlıklarına yakın bir düzende, aynı değerdeki, birbirine yakın türlerin çok doymuş bir tanesinin, az doymuş renklerin içinde kullanılması ile elde edilir. (25-8/12 ile 27.5-8/2 nin temel karşıtlığı ile, buna yakın 22.5-8/3 ya da 22.5-8/5 ya da 30-8/4 gibi).

- c) "Ögesel bir etkinin elde edilmesi, 'a' ve 'b' daki kuralların

tersine, tür değer, doymuşluk öğelerinden birinin çeşitliliği ile öne çıkması amacına yönelik olarak, bir yalın karşıtlıklar düzeninde, ya da bunu yakın bir düzende, bu öğenin değişik karşıtlıklarının bir arada kullanılması ile elde edilir". Böyle bir düzende, öteki öğelerin, söz konusu öğeyi, ögesel etkiyi öne çıkarıcı nitelikte olması zorunludur.

Yukarıda verilen kurallara uygun olarak yapılacak renk düzenlemeleri büyük bir olasılıkla başarılı olacaktır. Yani, alışılmıştan uzak, belirli bir etkiyi elde edebilmek için üçlü karşıtlıklardan kaçınarak, ikili ya da yalın karşıtlıklar düzeni, ya da bunlara yakın düzenlerin kullanılması daha başarılı sonuç verecektir. Ayrıca genel olarak vurgulanmak istenen, öğenin karşıtı olan öğeler daha çok sayıda kullanılmalıdır.

EK VII

RENKLİ BİR YÜZEYİN KENDİ RENGİNDEN BAŞKA RENKLERİ YANSITMA ORANININ BELİRLENMESİ

Kapalı bir hacimdeki iç yüzeylerde belli bir renk dönmesine yol açan "yansımış toplam renkli ışığın içindeki renkli ışık oranlarının belirlenebilmesi" için yapılan deneylerde kullanılan, renkli yüzeylerin, çoğunluğu az doymuş renklerden oluşmaktadır. Bu nedenle, her renkli yüzeyin bir başka renkli yüzeyden yansıyan ışıkları, ne oranda yansıttığının belirlenmesi gereklidir (Bkz. VI.2. bölüm). Deneylerde kullanılan renkli bir yüzeyin, başka renkli bir yüzeyden yansıyan ışıkları, ne oranda yansıttığının — tayfında o renkleri ne oranda bulundurduğunun— belirlenmesinde aşağıda anlatılan yöntemden yararlanılmıştır.

1. YÖNTEMİN AÇIKLANMASI

Renkli bir yüzey, beyaz bir ışık ile aydınlatıldığında, yüzeye gelen ışık, yüzeyin kendi tayfsal yansıtma çarpanları eğrisine uygun olarak yansır (Bkz. 1.2. bölüm). Bu durumda, yüzeyin görünen rengi, öz rengi ile aynı olup yüzeyin belli bir yansıtma çarpanı değeri vardır. Yüzeyin yansıtma çarpanına ve yüzeyi aydınlatan ışığın oluşturduğu aydınlığa bağlı olarak, yüzeyin belli bir ışıklılık değeri (L_1) olacağı açıktır ($L=E.r;10$).

Söz konusu renkli yüzey, beyaz ışığın yüzey üzerinde oluşturduğu aydınlık düzeyine eşdeğer bir aydınlık düzeyi oluşturan renkli bir ışıkla aydınlatıldığında, yüzeyin daha farklı bir ışıklılık değeri (L_2) olacağı açıktır. Çünkü, yüzeyin gelen ışığın rengine bağlı olarak, yansıtma çarpanı değeri değişmiştir.

Yüzeyin renkli ışıkla aydınlatılması durumundaki ışıklılığı (L_2), beyaz ışıkla aydınlatıldığında ışıklılığına (L_1) oranlandığında, "renkli yüzeyin, o renkteki ışığı ne oranda yansıttığını, yani renkli yüzeyin tayfsal yansıtma çarpanları eğrisinin, gelen ışığın tayfındaki renkleri

ne oranda içerdigi" belirlenmiş olacaktır. Bu durum Lambert yüzeyi özelliği taşıyan tam donuk yüzeyler için, eşitliklerle aşağıdaki gibi açıklanabilir.

$$L1 = E1 \times r1 \text{ (asb.)} \rightarrow \text{yüzeyin beyaz ışıkla ayd. durumu}$$

$$L2 = E2 \times r2 \text{ (asb.)} \rightarrow \text{yüzeyin renkli ışıkla ayd. durumu}$$

$$\frac{L2}{L1} = \frac{E2 \times r2}{E1 \times r1} \rightarrow \text{iki ışıklılık değerinin oranı}$$

Renkli yüzey üzerindeki aydınlık düzeyinin, her iki durumda da eşit, yani ($E1=E2$) olması sağlandığında, $L2/L1$ oranı, renkli yüzeyin, renkli ışığı ne oranda yansıttığını ya da o renkteki ışık için yüzeyin yansıtma çarpanının ne olduğunu belirtecektir.

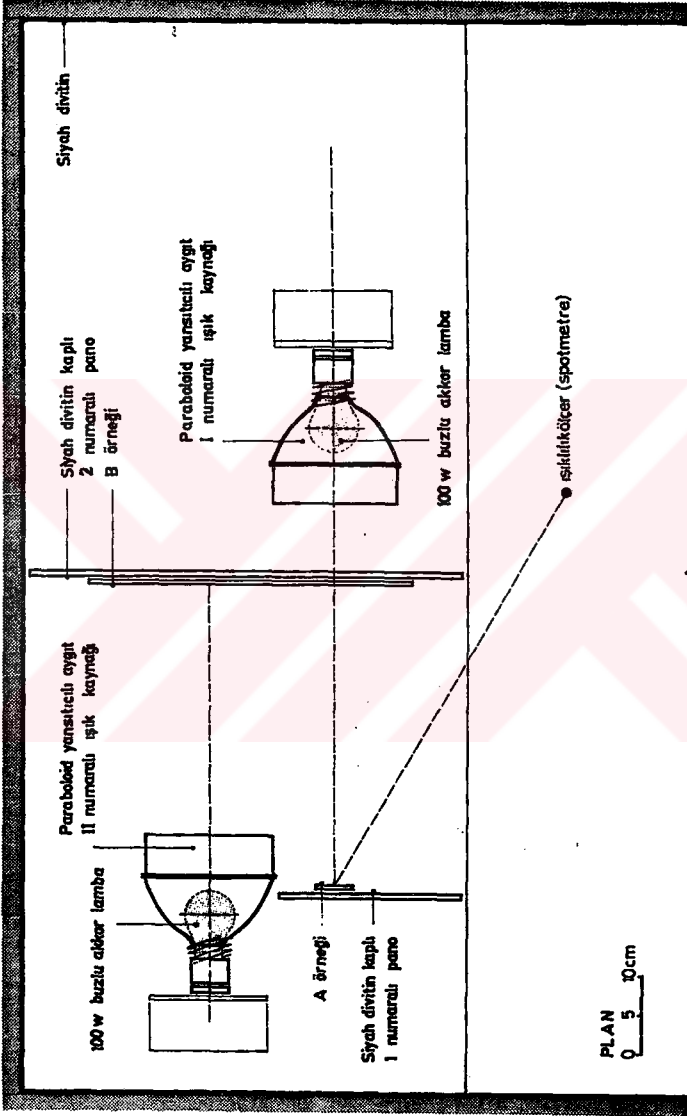
Bu çalışmada, renkli bir yüzeyin, renkli bir ışığı ne oranda yansıttığı, burada açıklanan hesap yöntemi ve aşağıda anlatılan deney düzeni aracılığı ile saptanmıştır.

2. DENEY DÜZENİ.

Kapalı bir hacimdeki iç yüzeylerde belli bir renk dönmesine yol açan yansımış toplam renkli ışığın içindeki renkli ışık oranlarının belirlenebilmesi için yapılan deneylerde kullanılan, onyedili renkli yüzeyin, ikişer ikişer eşlenerek, her rengin öteki rengi ne oranda yansıttığının belirlenmesinde Şekil 37'de gösterilen deney düzeninden yararlanılmıştır. Deneylerde kullanılan onyedili rengin Munsell dizgesi karşılıkları VI.1.2 bölümdeki Çizelge 2 de verilmiştir.

2.1. Örneklerin Yerleştirilmesi

Şekil 37'de görüldüğü gibi, 1 numaralı panoya, belli renkteki renkli bir ışığı ne oranda yansıttığı saptanacak olan (A) rengi yüzeyi, 2 numaralı panoya ise, A renkli yüzeyine renkli ışık yollayacak (B) yüzeyi yerleştirecektir.



rılmıştır. Panolar ve panoların yer aldığı hacim bütünüyle yansıtma çarpanı en düşük olarak seçilen, siyah tüylü bir kumaş (divitin) ile kaplanmıştır.

2.2. Aydınlık Düzeyi

1 ve 2 numaralı panolarda yer alan yüzeyler, paraboloid yansıtıcılı bir aygıt içine yerleştirilmiş, 100 W-220 V-2790°K renk sıcaklığındaki buzlu akkor lambadan oluşan (I) ve (II) numaralı ışık kaynakları aydınlatılmıştır. II numaralı ışık kaynağı değişmez bir konumda yerleştirilmiş olduğundan, 2 numaralı panoda yer alan B yüzeyi üzerindeki aydınlık düzeyi değişmemektedir. Ancak, 2 numaralı panodaki B renkli yüzeyinin her değişiminde, B örneğinden yansıyan ışıklarla aydınlanan 1 numaralı panodaki A rengi örneği üzerindeki aydınlık düzeyinin değişeceği açıktır. Renkli ışıkla aydınlanan A rengi yüzeyi üzerindeki aydınlık düzeyine eşdeğer aydınlığı 1 numaralı beyaz ışık kaynağı ile sağlayabilmek için, 1 numaralı panoyu aydınlatan paraboloid yansıtıcılı I numaralı ışık kaynağının, panoya olan uzaklığı değiştirilmektedir. Yani, I numaralı ışık kaynağının konumu, her yeni aydınlık düzeyine bağlı olarak değişmektedir.

Ayrıca her iki panoda yer alan örnekler üzerindeki aydınlık düzeyi "aydınlığın düzgün yayılmış sayılabilmesi için, CIE tarafından kabul edilmiş olan $E_{min} \geq 0.8 \times E_{max}$ koşulu"na uygun olarak sağlanmıştır.

Aydınlık ölçmeleri "Gossen Panlux" aydınlıkölçeri, ışıklılık ölçmeleri ise, "Spectra Spotmetre"si ile gerçekleştirilmiştir.

2.3. Önlemler

a) Işıklılık ve aydınlık düzeyi ölçmelerinin tam doğrulukla yapılabilmesi için, tüm panolar, panoların yerleştirildiği yatay düzlem ve hacmin yan duvarları, yansıtma çarpanı $r=0.05$ olan siyah divitin ile kaplanmıştır.

b) Deneylerde kullanılan renkli örneklerin tümü, Lambert yüzeyi özelliği

taşıyan yani tam donuk yüzeylerdir.

- c) (1) numaralı panoda yer alan A rengindeki yüzeyin, (2) numaralı pano-
daki B renginde herhangi bir renksel etki yapmasını önlemek amacıyla,
A ve B örnekleri, sırasıyla 5x10 cm ve 40x40 cm boyutlarında seçil-
miştir. Yani A ve B yüzeyleri arasındaki oran $50 \text{ cm}^2 / 1600 \text{ cm}^2 = 1/32$ ol-
maktadır. Ayrıca, B yüzeyindeki ortalama aydınlık düzeyi yaklaşık ola-
rak 3000 lm/m^2 , A yüzeyindeki ortalama aydınlık düzeyi ise yaklaşık
olarak 200 lm/m^2 olduğundan iki yüzeyin aydınlık düzeyleri arasındaki
oran $(200 \text{ lm/m}^2 / 3000 \text{ lm/m}^2 = 1/15)$ olmaktadır. Boyutları arasındaki
oran 1/30, aydınlık düzeyleri arasındaki oran 1/15 olan yüzeylerde,
küçük yüzeyin büyük yüzey üzerinde herhangi bir renksel etki yapmaya-
cağı açıktır (Yüzeylerin E.s. büyüklükleri arasındaki oran 1/450 ola-
caktır. Deneylerde kullanılan renklerin yansıtma çarpanları arasında-
ki oran $(0.12/0.80 = 1/7)$ buna göre çok ufak olduğundan, A renginin, B
rengi üzerinde herhangi bir renksel etki yapması söz konusu olamaz).
- d) Herhangi bir yüzey üzerindeki aydınlığın ve buna bağlı olarak ışıklı-
lığın düzgün yayılmasını sağlayabilmek için, yüzeyi aydınlatan ışık
kaynağının doğrultusunun, yüzey normalinde ya da ona yakın doğrultuda
olması gerektiği bilinmektedir. Bu nedenle, A ve B yüzeylerindeki ay-
dınlığın ve ışıklılığın düzgün yayılabilmesi için ışık kaynakları, yü-
zeylerin normalleri doğrultusunda yerleştirilmiştir (Bkz. Şekil 37).
Buna bağlı olarak, I numaralı ışık kaynağının A yüzeyi üzerinde oluş-
turduğu aydınlık düzeyi ve yüzeyin ışıklılığı ölçülürken, 2 numaralı
pano yerinden kaldırılmakta ve II numaralı ışık kaynağı söndürülmekte-
dir.
- e) Aydınlık düzeyi ve ışıklılık ölçmeleri yüzeylerin tam orta noktala-
rında gerçekleştirilmiştir.

3. RENKLİ YÜZEYİN RENKLİ IŞIK YANSITMA ORANININ BELİRLENMESİ

Yukarıda anlatılan deney düzeni aracılığı ile, her renkli yüzeyin öteki renkli yüzeyin yansıttığı renkli ışığı yansıtma oranlarının belirlenmesinde izlenen aşamalar aşağıda verilmiştir.

- a) II numaralı ışık kaynağı ile aydınlatılan B yüzeyi üzerindeki aydınlık düzeyinin düzgün yayılması sağlandıktan sonra, yalnızca B yüzeyinden yansıyan renkli ışıkların, A yüzeyi üzerinde oluşturduğu aydınlık düzeyi (E2) ve yüzeyin aynı noktasındaki ışıklılık değeri (L2) ölçüldü.
- b) II numaralı ışık kaynağı söndürüldü ve 2 numaralı pano yerinden kaldırıldı. Bu kez, I numaralı ışık kaynağından gelen ışıklarla aydınlanan A yüzeyinin aydınlık düzeyinin (E1), bir önceki adımda ölçülen aydınlık düzeyine (E2) eşit olması sağlandı (I numaralı ışık kaynağının konumu değiştirilerek). $E2=E1$ olduğu durumda, A yüzeyinin ışıklılığı (L1) ölçüldü.
- c) Yukarıdaki işlemler, deneylerde kullanılan toplam onyediyen renkten birinin (A), geriye kalan onaltısının (B) olması durumu için, 110 kez yinelenmiştir.

Deney ve ölçmeler sonunda elde edilen 1 ve 2 değerleri birbirine oranlanılarak, renkli bir yüzeyin öteki renkli yüzeyden yansıyan ışıkları ne oranda yansıttığı ($L2/L1$) biçiminde hesaplanmıştır.

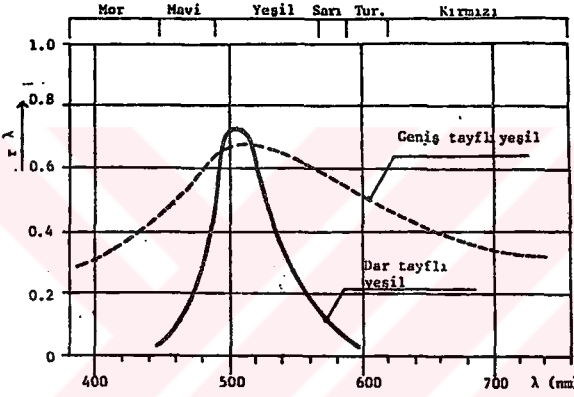
Deneylerde kullanılan renklerin Munsell renk dizgesi karşılıkları ve hesaplamalar sonunda elde edilen renkli ışık yansıtma oranları Çizelge 14 de, sırasıyla (A rengi), (B rengi) ve ($L2/L1$) simgeleri altında verilmiştir.

4. DENEY SONUÇLARININ DEĞERLENDİRİLMESİ

Çizelge 14 de verilen değerler incelendiğinde, hemen her rengin öteki

renkleri büyük oranda yansıttığı görülmektedir. Bu durum, deneylerde kullanılmak üzere seçilen renklerin büyük bir çoğunluğunun değerlerinin yüksek (açık renkli), ve doymuşluklarının düşük olmasından ötürü ortaya çıkmıştır.

Bilindiği gibi, bir rengin doymuşluğunun düşük olması, tayfsal yansıtma çarpanları eğrisinin, neredeyse renksiz yüzey gibi (x) eksenine koşut bir doğruya benzer bir biçimde olduğunu belirtir (Bkz. Şekil 38).



ŞEKİL 38

Buna bağlı olarak, doymuşluğu az olan renkli yüzeyler, renksiz yüzeyler gibi, üzerlerine gelen her ışığı (renksiz ya da renkli), tayfında değişiklik yapmadan, ya da küçük oranda değiştirerek yansıtırlar. Yani, bu tür yüzeyler, gelen ışığın renginde görünürler, ve yüzeyin yansıtma çarpanı da gelen ışığa bağlı olarak değişim gösterir.

Benzer biçimde, renkli bir yüzeyin, beyaz ışıkla aydınlatılması ile, doymuşluğu az renkli bir yüzeyden yansıyan ışıklarla (beyaza yakın ışıklarla) aydınlatılması durumunda da, yüzeyin görünen renginde çok büyük bir değişiklik olmayacaktır. Yani, bu tür yüzeyler, yine kendi renklerine yakın renklerde görünürler ve yüzeyin yansıtma çarpanında pek büyük bir değişiklik ortaya çıkmaz.

Yukarıdaki açıklamalar, ve deneylerde az doymuş renklerle az doymuş renklerin, ya da az doymuş renklerle doymuş renklerin ikiye ikiye eşlendiği göz önüne alındığında, her renkli yüzeyin, öteki renkli yüzeyden yansıyan ışığı büyük oranda yansıtmasının doğal bir sonuç olduğu ortaya çıkar.



ÇİZELGE 14

A rengi	B rengi	L2/L1
7.5-9/3	18.75-9/3	.948
"	29-9/5	.960
"	51.25-9/3	.930
"	82.5-9/3	.884
18.75-9/3	7.5-9/3	.960
"	29-9/5	.942
"	51.25-9/3	.940
"	82.5-9/3	.886
29-9/5	7.5-9/3	.955
"	18.75-9/3	.923
"	51.25-9/3	.946
"	82.5-9/3	.827
51.25-9/3	7.5-9/3	.858
"	18.75-9/3	.888
"	29-9/5	.907
"	82.5-9/3	.825
82.5-9/3	7.5-9/3	.917
"	18.75-9/3	.971
"	29-9/5	.863
"	51.25-9/3	.862

rengi	B rengi	L2/L1	A rengi	B rengi	L2/L1	A rengi	B rengi	L2/L1	A rengi	B rengi	L2/L1
-9/3	7.5-4/12	1.287	7.5-4/12	7.5-9/3	0.982	18.75-9/3	7.5-4/12	1.301	7.5-4/12	18.75-9/3	0.922
"	7.5-4/9	1.250	7.5-4/9	"	1.019	"	7.5-4/9	1.221	7.5-4/9	"	0.982
"	7.5-4/6	1.222	7.5-4/6	"	1.043	"	7.5-4/6	1.190	7.5-4/6	"	1.000
"	7.5-4/3	1.112	7.5-4/3	"	1.147	"	7.5-4/3	1.177	7.5-4/3	"	1.094
"	25-8/12	1.080	25-8/12	"	0.956	"	25-8/12	1.072	25-8/12	"	0.938
"	25-8/9	1.086	25-8/9	"	1.029	"	25-8/9	1.063	25-8/9	"	1.041
"	25-8/6	1.081	25-8/6	"	1.038	"	25-8/6	1.062	25-8/6	"	1.006
"	25-8/3	1.042	25-8/3	"	1.127	"	25-8/3	1.060	25-8/3	"	0.975
"	35-8/12	0.929	35-8/12	"	0.900	"	35-8/12	1.050	35-8/12	"	0.933
"	35-8/9	0.955	35-8/9	"	0.991	"	35-8/9	1.045	35-8/9	"	1.031
"	35-8/6	0.994	35-8/6	"	0.991	"	35-8/6	0.998	35-8/6	"	1.032
"	35-8/3	1.007	35-8/3	"	0.992	"	35-8/3	0.998	35-8/3	"	1.035
9/5	7.5-4/12	1.176	7.5-4/12	29-9/5	0.890	51.25-9/3	7.5-4/12	1.046	7.5-4/12	51.25-9/3	0.730
"	7.5-4/9	1.170	7.5-4/9	"	0.907	"	7.5-4/9	1.020	7.5-4/9	"	0.760
"	7.5-4/6	1.074	7.5-4/6	"	1.007	"	7.5-4/6	1.013	7.5-4/6	"	0.883
"	7.5-4/3	1.057	7.5-4/3	"	1.114	"	7.5-4/3	1.007	7.5-4/3	"	0.892
"	25-8/12	0.993	25-8/12	"	0.940	"	25-8/12	1.005	25-8/12	"	0.834
"	25-8/9	0.971	25-8/9	"	1.076	"	25-8/9	1.033	25-8/9	"	0.942
"	25-8/6	0.943	25-8/6	"	1.014	"	25-8/6	1.034	25-8/6	"	0.958
"	25-8/3	0.942	25-8/3	"	1.012	"	25-8/3	1.015	25-8/3	"	0.972
"	35-8/12	0.933	35-8/12	"	0.945	"	35-8/12	1.037	35-8/12	"	0.858
"	35-8/9	0.961	35-8/9	"	1.037	"	35-8/9	1.023	35-8/9	"	0.930
"	35-8/6	0.963	35-8/6	"	1.055	"	35-8/6	1.018	35-8/6	"	0.940
"	35-8/3	0.982	35-8/3	"	0.998	"	35-8/3	1.015	35-8/3	"	0.952

A rengi	B rengi	L2/L1	A rengi	B rengi	L2/L1
82.5-9/3	7.5-4/12	1.107	7.5-4/12	82.5-9/3	0.888
"	7.5-4/9	1.049	7.5-4/9	"	0.901
"	7.5-4/6	1.022	7.5-4/6	"	0.899
"	7.5-4/3	0.983	7.5-4/3	"	0.964
"	25-8/12	0.993	25-8/12	"	0.866
"	25-8/9	1.009	25-8/9	"	1.032
"	25-8/6	1.011	25-8/6	"	1.000
"	25-8/3	1.026	25-8/3	"	0.987
"	35-8/12	0.952	35-8/12	"	0.879
"	35-8/9	0.985	35-8/9	"	0.987
"	35-8/6	0.997	35-8/6	"	0.975
"	35-8/3	0.986	35-8/3	"	0.969

EK VIII

ÇİZELGE 15

VI.1. Bölümde Anlatılan Deney Sonuçları

A rengi	B rengi	A' rengi	ROy.a	ROy.b	A rengi	B rengi	A' rengi	ROy.a	ROy.b
7.5-9/3	18.75-9/3	8.75-8.5/5	1	0	29-9/5	18.75-9/3	29-9/10	1	0
		10-8.5/5	1.667	0.600			27.5-8.5/9	0.702	1.424
		12.5-8.5/5	1	1			25-8.5/7	0.096	10.429
		13.75-8.5/5	0.333	3			24-9.5/8	0	1
		14-8.5/5	111	9	18.75-9/3	51.25-9/3	18.75-8.5/6	1	0
		14-8.5/5	0	1			20-8.5/5	1	1
18.75-9/3	7.5-9/3	18.75-8.5/6	1	0			22.5-8/4	0.455	2.200
		17.5-8.5/6	1	1			25-8.5/3	0.143	7
		15-8.5/6	0.053	19			27.5-8.5/3	0.066	15
		15-8.5/7	0	1			28.75-8.5/3	0	1
7.5-9/3	29-9/5	8.75-8.5/5	1	0	51.25-9/3	18.75-9/3	45-8.5/3.5	1	0
		10-8/5	3	0.333			42.5-8.5/3	3	0.333
		12.5-8/4	1.581	0.633			40-8.5/3	0.818	1.222
		15-8/4	0.667	1.5			37.5-8.5/3	0.379	2.636
		17.5-8/4.5	0.333	3	18.75-9/3	82.5-9/3	35-8.75/3	0.053	19
		20-8.5/5	0.143	7			35-8.75/3	0	1
29-9/5	7.5-9/3	22.5-8.5/5	0	1			18.75-8.5/6	1	0
		29-9/10	1	0			17.5-8.5/5.5	1.667	0.600
		27.5-8.5/9	1.286	0.777			15-8.5/3.5	0.539	1.857
		25-8.5/7	0.429	2.333			12.5-8.5/3.5	0.143	7
		22.5-8.5/5	0.081	12.333			10-8.5/3	0.026	39
		22.5-8.5/7					10-8.5/3	0	1
7.5-9/3	51.25-9/3	8.75-8.5/5	1	0	82.5-9/3	18.75-9/3	85-8/6	1	0
		10-8/4	1	1			87.5-8.2/5	1.667	0.600
		12.5-8.5/3	0.600	1.667			90-8.5/4	1.162	0.860
		15-8.5/2.5	0.333	3			92.5-8.5/4	0.777	1.286
		17.5-8.5/2	0.143	7			95-8.5/4	0.539	1.857
		20-8.25/1	0.066	15			97.5-8.5/4	0.404	2.478
51.25-9/3	7.5-9/3	22.5-8.5/1	1.2	38.8			100-8.5/4	0.333	3
		24-8.5/1	0	1			2.5-8.5/3	0.250	4
		45-8.5/3.5	1	0			5-8.5/3	0.194	5.154
		42.5-8.5/3	3	0.333			7.5-8.5/3	0.159	6.273
		40-8.5/3	1	1			10-8.5/3	0.026	39
		37.5-8.5/2.5	0.429	2.333	29-9/5	51.25-9/3	11.25-8.5/3	0	1
7.5-9/3	82.5-9/3	35-8.5/2	0.081	12.333			29-9/10	1	0
		32.5-8.5/1.5	0.039	25.667			30-8.5/9	1.667	0.600
		30-8.5/1	0.026	39			32.5-8.5/7	0.539	1.857
		27.5-8.5/1	0.013	79			35-8.5/5	0.026	39
		25-8.5/1	0	1			35-8.5/5	0	1
					51.25-9/3	29-9/5	45-8.5/3.5	1	0
82.5-9/3	7.5-9/3	8.75-8.5/5	1	0			42.5-8.5/3	3	0.333
		7.5-8.5/5	2.333	0.429			40-8.5/3	1	1
		5-8.5/5	1.5	0.667			37.5-8.5/4	0.333	3
		2.5-8.5/4	0.269	3.706			35-8.5/7	0.026	39
		100-8.5/3.5	0.053	19			35-9/7	0	1
		97.5-8.25/3.5	0	1	29-9/5	82.5-9/3	29-9/10	1	0
18.75-9/3	29-9/5	85-8/7	1	0			27.5-8.5/5.5	0.600	1.667
		87.5-8/5	1	1			25-8.5/3.5	0.127	7.889
		90-8/4	0.600	1.667			25-8.5/3.5	0	1
		92.5-8.25/3	0.250	4	82.5-9/3	29-9/5	85-8/6	1	0
		95-8.25/3	0.066	15			87.5-8/3	1.353	0.739
		97.5-8.25/3	0	1			90-8.5/3	1	1
18.75-9/3	29-9/5	18.75-8.5/6	1	0			92.5-8.5/3	0.739	1.353
		20-8.5/6	1	1			7.5-8.5/3	0.632	1.580
		22.5-8.5/6	0.143	7			10-8.5/3	0.539	1.857
		23.5-8.5/6	0.053	19					
		23.75-8.5/6	0	1					

LGE 15 (devam)

engi	B rengi	A' rengi	ROY.a	ROY.b	A rengi	B rengi	A' rengi	ROY.a	ROY.b
-9/3	29-9/5	12.5-8.5/2	0.404	2.478	7.5-9/3	25-8/9	8.75-8.5/5	1	0
		15-8.5/3	0.333	3			10-8.5/6	4	0.25
		17.5-8.5/3	0.25	4			12.5-8.5/6	1.353	0.739
		20-8.5/2.5	0.176	5.667			15-8/6	0.600	1.667
		2.5-8.5/2.5	0.111	9			17.5-8/7	0.290	3.444
		25-8.25/3	0.026	39			20-8/9	0.039	25.667
		25-8.25/4	0	1			20-8/9	0	1
5-9/3	82.5-9/3	45-8.5/3.5	1	0	25-8/9	7.5-9/3	22.5-8/13	1	0
		47.5-8.5/2	0.600	1.667			20-8/10	0.039	25.667
		50-8.5/2	0.333	3			20-8.25/10	0	1
		52.5-8.5/2	0.311	3.210	7.5-9/3	25-8/6	9.75-8.5/5	1	0
		55-8.5/2	0.290	3.444			10-8.5/6	4.714	0.212
		57.5-8.5/2	0.212	4.714			12.5-8.5/6	1.667	0.600
		60-8.5/1.5	0.111	9			15-8/6	0.538	1.857
		62.5-8.5/1.5	0.053	19			17.5-8/6	0.333	3
		65-8.5/1.5	0.026	39			20-8/9	0.053	19
		67.5/9/1.5	0	1			20-8/9	0	1
5-9/3	51.25-9/3	85-8/6	1	0	25-8/6	7.5-9/3	22.5-8.5/13	1	0
		85-8.5/4	1	1			20-8.5/9	0.053	19
		82.5-9/3	0.455	2.200			20-8.5/9	0	1
		80.5-9/3	0.455	2.200	7.5-9/3	25-8/3	8.75-8.5/5	1	0
		80-9/3	0.290	3.444			10-8.5/6	2.333	0.429
		77.5-9/3	0.194	5.154			12.5-8.5/6	1.222	0.818
		75-9/5/2	0.066	15			15-8.5/6	0.143	7
		72.5-8.5/2	1	39			17.5-8.5/6	0.039	25.667
		70-8.5/2	0	1			17.5-8.5/6	0	1
-9/3	7.5-4/12	8.75-8.5/5	1	0	25-8/3	7.5-9/3	23-8.5/7	1	0
		7.5-7/14	0.111	9			20-8.5/6	0.212	4.714
		6.25-7/12	0.053	19			19-8.5/6	0.111	9
		6.25-6/20	0	1			19-8.5/6	0	1
-4/12	7.5-9/3	7.5-4.5/22	1	0	7.5-9/3	35-8/12	8.75-8.5/5	1	0
		7.5-4.5/13	0	1			12.5-8.75/5	4.714	0.212
-9/3	7.5-4/9	8.75-8.5/5	1	0			15-8.75/5	1.5	0.667
		7.5-7.75/12	0.250	4			17.5-8.75/5	1	1
		6.25-6.5/12	0.053	19			20-8.5/5	0.739	1.353
		6.25-6_18	0	1			22.5-8.5/5	0.509	1.963
-4/9	7.5-9/3	7.5-4.5/20	1	0			25-8.5/5	0.290	3.444
		7.5-4.5/11	0	1			27-5-8.25/7	0.212	4.714
-9/3	7.5-4/6	8.75-8.5/5	1	0			30-8.25/7	0.143	7
		7.5-7/10	0.053	19			32-8/8	0.039	25.667
		7.5-7/12	0	1			32-8/10	0	1
-4/6	7.5-9/3	6.25-4.5/12	1	0	35-8/12	7.5-9/3	35-7.5/20	1	0
		7.5-4.5/7	0.333	3			32-7.7-5/12	0.066	15
		7.5-4.5/8	0	1			32-7.75/10	0	1
5-9/3	7.5-4/3	8.75-8.5/5	1	0	7.5-9/3	35-8/9	8.75-8.5/5	1	0
		7.5-7.5/7	0.026	3			12.5-8/5	3.444	0.290
		7.5-7.5/8	0	1			15-8/5	1.222	0.818
5-4/3	7.5-9/3	6.25-4.5/6	1	0			17.5-8/5	0.818	1.222
		7.5-4.6/5	0.600	1.667			20-8/5	0.538	1.857
		7.5-4.5/5	0	1			22.5-8/5	0.334	3
5-9/3	25-9/12	8.75-8.5/5	1	0			25-8/7	0.143	7
		10-8.5/6	7	0.143			27.5-8.25/8	0.053	19
		12.5-8.5/6	2.333	0.429	35-8/9	7.5-9/3	28.75-8.5/10	0	1
		15-8/6	0.739	1.353			34-7.5/12	1	0
		17.5-8/9	0.379	2.636			32.5-7.5/10	0.600	1.667
		20-8/14	0.039	25.667			30-7.5/10	0.212	4.714
		20-8/16	0	1			30-7.5/10	0	1
-8/12	7.5-9/3	21.25-8/15	1	0	7.5-9/3	35-8/6	8.75-8.5/5	1	0
		20-8/14	0.039	25.667			12.5-8/5	3	0.334
		20-8/14	0	1			15-8/5	1	1
							17.5-8/5	0.600	1.667
							20-8/5	0.334	3

ÇİZELGE 15 (devam)

A rengi	B rengi	A' rengi	ROy.a	ROy.b	A rengi	B rengi	A' rengi	ROy.a	ROy.b
7.5-9/3	35-8/6	22.5-8/5 25-7.75/6 26.25-8/8	0.143 0.066 0	7 15 1	18.75-9/3	25-8/9	20-8/10 22-8.5/14	0.081 0	12.333 1
35-8/6	7.5-9/3	34-7.5/9 32-7.5/8 30-7.5/8 27-8/7	1 3 0.6 0	0 0.334 1.667 1	25-8/9	18.75-9/3	22-8/13 21.25-8/10	1 0	0 1
7.5-9/3	35-8/3	8.75-8.5/5 12.5-8/5 15-8/5 17.5-8/5 20-8/6 22.5-8.5/5 22.5-8.5/5	1 1.667 0.455 0.379 0.212 0.053 0	0 0.600 2.2 2.636 4.714 19 1	18.75-9/3	25-8/6	18.75-8.5/6 20-8.5/6 21.25-8.5/6 21.25-8.5/8	1 0.777 0.066 0	0 1.286 15 1
35-8/3	7.5-9/3	32-7.5/6 30-7.5/5 27.5-7.5/5 25-7.5/4 24-7.5/4	1 0.860 0.600 0.066 0	0 1.162 1.667 15 1	25-8/6	18.75-9/3	22.5-8.5/13 21.25-8.5/9 21.25-8.5/9	1 0.455 0	0 2.2 1
18.75-9/3	7.5-4/12	18.75-8.5/6 17.5-8/7 15-8/10 12.5-6.5/14 10.5-6.5/22	1 1.667 0.334 0.081 0	0 0.600 3 12.333 1	18.75-9/3	25-8/3	18.75-8.5/6 20-8.5/7 20-8.5/7	1 0.429 0	0 2.333 1
7.5-4/12	18.75-9/3	7.5-4.5/22 8.75-4/14 8.75-4/13	1 0.066 0	0 15 1	25-8/3	18.75-9/3	23-8.5/7 20-8.5/6 20-8.5/6	1 0.159 0	0 6.273 1
18.75-9/3	7.5-4/9	18.75-8.5/6 17.5-8/7 15-8/8 12.5-7/12 10.5-6.5/18	1 2.636 0.334 0.111 0	0 0.379 3 9 1	18.75-9/3	35-8/12	18.75-8.5/6 20-8.5/6 22.5-8.5/9 25-8/7 27.5-8.25/8 30-8/9 32-8/12 32-8/12	1 3 1.222 0.481 0.333 0.143 0.053 0	0 0.333 0.818 2.077 3 7 19 1
7.5-4/9	18.75-9/3	7.5-4.5/20 7.5-4/11	1 0	0 1	35-8/12	18.75-9/3	35-7.5/20 32.5-7.5/12 32.5-7.5/12	1 0.081 0	0 12.333 1
18.75-9/3	7.5-4/6	18.75-8.5/6 17.5-8/6 15-8/8 12.5-7.5/9 10.5-7/14	1 2.636 0.429 0.111 0	0 0.379 2.333 9 1	18.75-9/3	35-8/9	18.75-8.5/6 20-8/6 22.5-8.5/7 25-8.25/8 27.5-8.5/8 30-8.5/8 30.5-8.5/12	1 2.333 0.905 0.290 0.176 0.066 0	0 0.429 1.105 3.444 5.667 15 1
7.5-4/6	18.75-9/3	6.25-4.5/12 7.5-4.5/9 9-4.5/8	1 0.176 0	0 5.667 1	35-8/9	18.75-9/3	34-7.5/12 32.5-7.5/12 31.25-8/10 31.25-8/10	1 0.333 0.066 0	0 3 15 1
18.75-9/3	7.5-4/3	18.75-8.5/6 17.5-8/6 15-8/6 12.5-7/7 11.25-7.5/7	1 0.509 0.25 0.026 0	0 1.963 4 39 1	18.75-9/3	35-8/6	18.75-8.5/6 20-8.5/6 22.5-8.5/7 25-8.5/9 27.5-8.5/9 28.75-8.5/9	1 1.667 0.600 0.143 0.026 0	0 0.600 1.667 7 39 1
7.5-4/3	18.75-9/3	6.25-4.5/6 7.5-4.5/5 10-4/5 11.25-4/6	1 0.818 0.143 0	0 1.222 7 1	35-8/6	18.75-9/3	34-7.5/9 32-8/8 27-8/7	1 1 0	0 1 1
18.75-9/3	25-8/12	18.75-8.5/6 20-8.5/7 21.25-8/12 21.25-8/15	1 0.429 0.212 0	0 2.333 4.714 1	18.75-9/3	35-8/3	18.75-8.5/6 20-8/6 22.5-8.25/6 25-8.5/6 25-8.5/6	1 1 0.333 0.143 0	0 1 3 7 1
25-8/12	18.75-9/3	21.25-8/15 21.25-8/15	1 0	0 1	35-8/3	18.75-9/3	32-7.5/6 30-7.5/7 27.5-8/6 27.5-8/6	1 1 0.333 0	0 1 3 1
18.75-9/3	25-8/9	18.75-8.5/6 20-8/7	1 1	0 1	29-9.5	7.5-4/12	29-9/10 29-8.75/10	1 2.333	0 0.429

ELGE 15 (devam)

rengi	B rengi	A' rengi	ROy.a	ROy.b	A rengi	B rengi	A' rengi	ROy.a	ROy.b
-9-5	7.5-4/12	27.5-8.75/10 25-8.75/10 22.5-8.5/12 20-8.25/11 17.5-7.5/11 15-7.5/11 12.5-7/18 11.25-6/22	1.667 1 0.509 0.333 0.143 0.111 0.053 0	0.600 1 1.963 3 7 9 19 1	29-9/5	25-8/9	27.5-8.5/10 25-8.5/14 25-8.5/14	0.333 0.143 0	3 7 1
5-4/12	29-9/5	7.5-4.5/20 9-4/12 9-4/12	1 0.143 0	0 7 1	29-9/5	25-8/6	29-9/10 27.5-8.5/10 25.5-8.5/12	1 0.333 0	0 3 1
-9/5	7.5-4.5/9	29-9/10 29-9/10 27.5-9/10 25-8.5/11 22.5-8/11 20-7.5/12 17.5-7/12 15-7/12 12.5-7/14 10-6.5/18	1 3 1.667 0.667 0.333 0.212 0.111 0.066 0.053 0	0 0.333 0.600 1.5 3 4.714 9 15 19 1	25-8/6	29-9/5	22.5-8.5/13 25-8.5/12 25-8.25/10	1 0.333 0	0 3 1
5-4/9	29-9/5	7.5-4.5/20 9-4/12 9-4/12	1 0.143 0	0 7 1	29-9/5	25-8/3	29-9/10 27.5-9/9 25-9/8 25-9/8	1 0.600 0.143 0	0 1.667 7 1
1-9/5	7.5-4/6	29-9/10 29-8.5/9 27.5-8.5/9 25-8.5/9 22.5-8.25/10 20-7.75/10 17.5-7.5/11 15-7.25/12 13.75-7.5/12	1 1.667 0.777 0.538 0.290 0.127 0.066 0.039 0	0 0.600 1.286 1.857 3.444 7.889 15 25.667 1	25-8/3	29-9/5	23-8.5/7 25-8.5/7 25-8.5/7	1 0.333 0	0 3 1
5-4/6	29-9/5	6.25-4/7 7.5-4/10 10-4.25/9 11.25-4.5/8 11.25-4.5/8	1 4 0.666 0.143 0	0 0.25 1.5 7 1	29-9/5	35-8/12	29-9/10 30-9/9 32.5-8.5/14 32.5-8.5/16	1 1.667 0.212 0	0 0.600 4.714 1
9-9/5	7.5-4/3	29-9/10 29-8.5/9 25-8.5/8.5 22.5-8.5/8 20-8/9 17.5-8/8 16.25-7.5/8	1 1.105 0.212 0.081 0.066 0.013 0	0 0.905 4.714 12.333 15 79 1	35-8/12	29-9/5	35-7.5/20 34-7.5/12	1 0	0 1
5-4/3	29-9/5	6.25-4.5/6 7.5-4/5 10-4/5 12.5-4/5 13-4/5 16.25-4.5/5 16.25-4.5/5	1 9 4 1.667 0.455 0.231 0	0 0.111 0.250 0.600 2.20 4.333 1	29-9/5	35-8/9	29-9/10 30-9/10 31-8/9	1 0.143 0	0 7 1
9-9/5	25-8/12	29-9/10 27.5-8.75/10 25-8.5/10 23.75-8.5/12 23.75-8.5/14	1 1.105 0.482 0.066 0	0 0.905 2.846 17 1	35-8/6	29-9/5	34-7.5/9 32.5-7.5/8 31-7.5/7	1 0.33 0	0 1.667 1
5-8/12	29-9/5	21.25-8/15 22.5-8.5/1.4 23.5-8.5/14 23.75-8.5/14	1 0.539 0.143 0	0 1.857 7 1	29-9/5	35-8/3	29-9/10 30-8.5/9	1 0	0 1
9-9/5	25-8/9	29-9/10	1	0	35-8/3	29-9/5	32-7.5/6 30-7.5/7 30-7.5/7	1 0.333 0	0 3 1
					51.25-9/3	7.5-4/12	45-8.5/3.5 45-9/2 4.25-9/1 40-9/1.5 37.5-9/1.5 35-9.25/1.5 32.5-9.25/1 30-9.25/1.5 27.5-9.25/1.5 25-8.75/1.5 22.5-8.5/12 20-8/2.75 17.5-8/2.75 15-8/3 12.5-8/5	1 1.353 0.666 0.600 0.538 0.515 0.504 0.492 0.462 0.428 1.222 0.333 0.290 0.269 0.194	0 0.739 1.500 1.666 1.857 1.941 1.985 2.030 2.149 2.333 0.818 3 3.444 3.705 5.153

CIZELGE 15 (devam)

A rengi	B rengi	A' rengi	ROY.a	ROY.b	A rengi	B rengi	A' rengi	ROY.a	ROY.b
51.25-9/3	7.5-4/12	10-6.5/10 8.75-6.5/20	0.081 0	12.333 1	51.25-9/3	25-8/12	45-8.5/3.5 42.5-8.5/3.5 40-8.5/3.5 37.5-8.5/5 35-8.5/5 32.5-9/6 30-8.75/9 28.75-8.5/10 28.75-8.5/11	1 3 1.105 0.428 0.333 0.176 0.111 0.052 0	0 0.333 0.904 2.333 3 5.666 9 19 1
7.5-4/12	51.25-9/3	7.5-4.5/22 7.5-4/11	1 0	0 1	25-8/12	51.25-9/3	21.25-8/15 22.50-7.5/14 25-8/14 27-8/12 27-8/12	1 0.625 0.230 0.066 0	0 1.600 4.333 15.021 1
51.25-9/3	7.5-4/9	45-8.5/5.2 45-9/3 42.5-9/2.5 40-9/2 37.5-9/1 35-9/1.5 32.5-9/1.5 30-9/1.5 27.5-9/1.5 25-9/1.75 22.5-8.75/2 20-8.75/2 17.5-9/1.5 15-8.75/2.25 12.5-8.75/2.75 10-8.5/5 7.5-8/7 6.25-7/12	1 2.076 1 0.632 0.403 0.379 0.356 0.333 0.320 0.290 0.270 0.250 0.230 0.212 0.176 0.111 0.066 0	0 0.481 1 1.580 2.478 2.636 2.809 3 3.124 3.444 3.705 4 4.333 4.714 5.666 9 15 1	51.25-9/3	25-8/9	45-8.5/3.5 42.5-8.5/3.5 40-8.5/3.5 37.5-8.5/3.5 35-8.5/4 32.5-8.5/6 30-8.75/7	1 2.333 1.105 0.666 0.333 0.143 0	0 0.428 0.904 1.500 3 7 1
7.5-4/9	51.25-9/3	7.5-4.5/20 8.75-4/10 8.75-4/10	1 0.111 0	0 9 1	25-8/9	51.25-9/3	22.5-8/13 25-8/8 27.5-8/8 28-8/8	1 0.538 0.176 0	0 1.857 5.666 1
51.25-9/3	7.5-4/6	45-8.5/3.5 45-9/2.5 42.5-9/2 40-9/2 37.5-9/1.5 35-9/2.25 32.5-9/2 30-9/2 27.5-9/2 25-9/1.5 22.5-9/2 20-9/2 17.5-9/2 15-8.75/2 12.5-8.5/5 10-8/6 10-8/7	1 0.818 0.702 0.403 0.301 0.250 0.230 0.212 0.194 0.176 0.159 0.143 0.126 0.111 0.053 0.013 0	0 1.222 1.424 2.478 3.315 4 4.333 4.714 5.153 5.666 6.272 7 7.888 9 19 79 1	51.25-9/3	25-8/6	45-8.5/3.5 42.5-8.5/3.5 40-8.5/3.5 37.5-8.5/4 35-8.5/4 32.5-8.75/6 32-8.75/7	1 3 1.222 0.600 0.250 0.111 0	0 0.333 0.818 1.666 4 9 1
7.5-4/6	51.25-9/3	6.25-4.5/6 7.5-4/6 8.75-4/6 8.75-4/6	1 1 0.702 0	0 1 1.424 1	25-8/6	51.25-9/3	22.5-8.5/13 25-8.5/10 27.5-8.5/9 30-8.5/6 30-8.25/6	1 0.666 0.230 0.111 0	0 1.500 4.333 9 1
51.25-9/3	7.5-4/3	45-8.5/3.5 45-8.75/2 42.5-9.25/2 40-9.25/2 37.5 35-9/1.25 32.5 30-9/1 27.5 25-9/1 22.5-9/1 20-9/1 17.5 15-9/1 12.5-9/1.5 10-8/3	1 0.250 0.176 0.111 0.095 0.081 0.066 0.052 0.045 0.039 0.034 0.032 0.028 0.025 0.012 0	0 4.000 5.666 9.000 10.428 12.333 15.000 19.000 21.857 25.666 28.629 31.000 35.363 39.000 79.000 1	51.25-9/3	25-8/3	45-8.5/3.5 42.5-9/3 40-9/3 37.5-9/3 34-9/3.5 34-9/4	1 1 0.481 0.230 0.081 0	0 1 2.076 4.333 12.333 1
7.5-4/3	51.25-9/3	6.25-4.5/6 6.25-4.5/5 7.5-4/3	1 0.428 0.250	0 2.333 4	25-8/3	51.25-9/3	23-8.7/7 25-8/5 27.5-8/4 30-8.5/4 32.5-8.5/4 32.5-8.5/4	1 1 0.333 0.143 0.053 0	0 1 3 7 19 1
					51.25-9/3	35-8/12	45-8.5/3.5 42.5-8.5/4.5 40-8.5/6 37-8.5/8 37-8/16	1 1.424 0.739 0.176 0	0 0.702 1.353 5.666 1
					35-8/12	51.25-9/3	35-7.5/20 36-7.5/12	1 0	0 1
					51.25-9/3	35-8/9	45-8.5/3.5 42.5-8.5/4 40-8.75/4 37.5-8.5/8 36-8/10	1 3 0.666 0.111 0.052	0 0.333 1.500 9 19

ÇİZELGE 15 (devam)

A rengi	B rengi	A' rengi	ROy.a	ROy.b	A rengi	B rengi	A' rengi	ROy.a	ROy.b
51.25-9/3	35-8/9	36-8/11	0	1	82.5-9/3	7.5-4/3	87.5-8/5	0.250	4
35-8/9	51.25-9/3	35-7.5/12	1	0			90-8/5	0.143	7
		35-7.5/10	0	1			92.5-8/5	0.082	12.333
51.25-9/3	35-8/6	45-8.5/3.5	1	0			95-8/5	0.053	19
		42.5-8.5/3.5	2.200	0.454			97.5-8/5	0.039	25.666
		40-8.5/4	1	1			100-8/5	0.013	79
		37.5-8.5/6	0.176	5.666	7.5-4/3	82.5-9/3	100-7/6	0	1
		36-8/8	0.052	19			62.5-9/3	1	0
		36-8/8	0	1			5-4.5/5	0.600	1.666
35-8/6	51.25-9/3	34-7.5/9	1	0			2.5-4/4	0.143	7
		36-8/7	0	1			1.25-4/4	0	1
51.25-9/3	35-8/3	45-8.5/3.5	1	0	82.5-9/3	25-8/12	85-8/5	1	0
		42.5-8.5/3.5	1	1			87.5-8.5/3.5	1.222	0.818
		40-8.5/4	0.333	3			90-8.5/3	1.105	0.905
		37.5-8.5/4	0.111	9			92.5-8.5/3	1	1
		36.25-8.5/4	0.339	25.666			95-8.5/3.5	0.905	1.105
		36.25-9/4	0	1			97.5-8.5/3	0.818	1.222
35-8/3	51.25-9/3	32.5-7.5/6	1	0			100-8.5/3	0.739	1.353
		35-8/6	0.230	4.333			2.5-8.25/3	0.666	1.500
		36-8/5	0	1			5-8.5/3	0.600	1.666
82.5-9/3	7.5-4/12	85-8/5	1	0			7.5-8.5/3	0.568	1.758
		85-8/6	3	0.333			10-8.5/4	0.538	1.857
		87.5-8/7	0.632	1.580			12.5-8.5/4	0.481	2.077
		90-7.5/10	0.333	3			15-8.5/4	0.333	3
		92.5-7.5/10	0.212	4.714			17.5-8.5/4	0.250	4
		97.5-6.5/13	0.081	12.333			20-8/6	0.143	7
		100-6.5/13	0.038	25.666			22.5-8/9	0.039	25.666
		2.5-6/15	0.013	79			22.5-8/10	0	1
		3.75-6/18	0	1	25-8/12	82.5-9/3	21.25-8/15	1	0
7.5-4/12	82.5-9/3	7.5-4.5/22	1	0			22.5-8/10	0.143	7
		6.25-4/11	0.212	4.714			22.5-7.75/11	0	1
		6.25-4/11	0	1	82.5-9/3	25-8/9	85-8/5	1	0
82.5-9/3	7.5-4/9	85-8/5	1	0			87.5-8.5/3	1	1
		85-8/6	1.666	0.600			90-8.5/3	0.904	1.105
		87.5-8/7	0.600	1.666			92.5-8.5/3	0.818	1.222
		90-7.5/7	0.379	2.636			95-8.5/3	0.739	1.353
		92.5-7.5/8	0.250	4			97.5-8.5/3	0.666	1.500
		95-7.25/9	0.194	5.154			100-8.5/3	0.600	1.666
		97.5-6.75/10	0.127	7.888			2.5-8.5/3	0.538	1.857
		10.0-6.5/12	0.081	12.333			5-8.5/3	0.481	2.077
		2.5-6.5/13	0.038	25.666			7.5-8.5/3	0.428	2.333
		5-6.5/15	0.013	79			12.5-8.5/3	0.356	2.810
		5-6.5/18	0	1			15-8.5/3	0.290	3.444
7.5-4/9	82.5-9/3	7.5-4.5/20	1	0			17.5-8.5/3	0.250	4
		6.75-4.5/10	0.176	5.666	25-8/9	82.5-9/3	20-8/4	0.194	5.154
		6.25-4/10	0	1			22.5-8/6	0.039	25.666
82.5-9/3	7.5-4/6	85-8/5	1	0			22.5-8/7	0	1
		85-8/6	1.105	0.904	25-8/9	82.5-9/3	22.5-8.5/13	1	0
		87.5-8/7	0.379	2.636			22-8/9	0	1
		90-8/7	0.290	3.444	82.5-9/3	25-8/6	85-8/5	1	0
		92.5-8/6.5	0.212	4.714			85-8/5	3	0.333
		95-8/7	0.143	5			87.5-8.5/3	1	1
		97.5-7/8	0.052	19			90-8.5/3.5	0.904	1.105
		100-7/8	0.025	39			92.5-8.5/3	0.818	1.222
		2.5-7/8	0.013	79			95-8.5/3	0.739	1.353
		3.75-7/10	0	1			97.5-8.5/3	0.666	1.5
7.5-4/6	82.5-9/3	6.25-4.5/12	1	0			100-8.5/3	0.600	1.666
		6.25-4/7	0	1			2.5-8.5/3	0.538	1.857
82.5-9/3	7.5-4/3	85-8/5	1	0			5-8.5/3	0.509	1.963
		85-8/5	0.600	1.666			7.5-8.5/3.5	0.454	2.200
							10-8.5/3.5	0.333	3
							15-8.5/3.5	0.250	4
							17.5-8.5/4	0.176	5.666
							20-8.5/5	0.039	25.666
							21.5-8/5	0	1

ÇİZELGE 15 (devam)

A rengi	B rengi	A' rengi	ROy.a	ROy.b	A rengi	B rengi	A' rengi	ROy.a	ROy.b
25-8/6	82.5-9/3	22.5-8.5/13 22-8.5/5	1 0	0 1	82.5-9/3	35-8/9	92.5-8.5/1 95-8.5/1 97.5-8.5/1 100-8.5/1 2.5-8.5/1 5-8.5/1 7.5-8.5/1 10-8.5/1 12.5-8.5/1 15-8.5/1 17.5-8.5/1 20-8.5/1 22.5-8.5/1 25-8.5/1 27.5-8.5/1 30-8.25/1 32.5-8.5/2 32.5-8.5/7	0.613 0.600 0.581 0.568 0.556 0.538 0.521 0.509 0.492 0.481 0.470 0.459 0.449 0.428 0.403 0.379 0.333 0	1.631 1.666 1.721 1.758 1.797 1.857 1.919 1.963 2.030 2.077 2.125 2.175 2.225 2.333 2.478 2.636 3 1
82.5-9/3	25-8/3	85-8/5 85-8.5/4 87.5-8.5/3 90-8.5/3 92.5-8.5/3 95-8.5/3 97.5-8.5/3 100-8.5/3 2.5-8.5/3 5-8.5/3 7.5-8.5/3 10-8.5/3 12.5-8.5/3 15-8.5/3 17.5-8.5/3 18.75-8.5/3 18.75-8.5/3	1 1.500 0.739 0.538 0.481 0.428 0.379 0.333 0.290 0.250 0.212 0.176 0.143 0.111 0.053 0.012 0	0 0.666 1.353 1.857 2.077 2.333 2.636 3 3.444 4 4.714 5.666 7 9 19 79 1	35-8/9	82.5-9/3	35-7.5/20 32.5-8/8 32.5-8/8	1 0.250 0	0 4 1
25-8/3	82.5-9/3	23-8.5/7 22.5-8.25/5 20-8.5/3 18.75-8.5/3	1 1 0.039 0	0 1 25.666 1	82.5-9/3	35-8/6	85-8/5 85-8.5/1 90-8.5/1 95-8.5/1 100-8.5/0.5 5-8.5/0.5 10-8.5/1 15-8.5/1 20-9/1 25-8.5/1 27.5-8.5/1 30-9/2 31-8.5/6	1 0.600 0.538 0.521 0.509 0.498 0.481 0.403 0.333 0.270 0.194 0.143 0	0 1.666 1.857 1.919 1.963 2.007 2.076 2.478 3 3.705 5.154 7 1
82.5-9/3	35-8/12	85-8/5 85-8.5/1 87.5-8.5/1 90-8.5/1 92.5-8.5/1 95-8.5/1 97.5-8.5/1 100-8.5/1 2.5-8.5/1 5-8.5/1 7.5-8.5/1 10-8.5/1 12.5-8.5/1 15-8.5/1 17.5-8.5/1 20-8.5/1 22.5-8.5/1 25-8.5/1 27.5-8.5/1 30-9/1 32.5-9/1 35-9/3 35-8/9	1 0.951 0.928 0.905 0.862 0.860 0.839 0.818 0.798 0.777 0.758 0.739 0.720 0.702 0.684 0.666 0.649 0.633 0.616 0.600 0.481 0.333 0	0 1.051 1.078 1.105 1.133 1.162 1.191 1.222 1.253 1.286 1.319 1.353 1.388 1.424 1.461 1.500 1.540 1.580 1.623 1.666 2.077 3 1	35-8/6	82.5-9/3	34-7.5/9 32.5-8/7 30-8/5	1 0.492 0	0 2.030 1
35-8/12	82.5-9/3	35-7.5/20 35-7.5/20	1 0	0 1	82.5-9/3	35-8/3	85-8/5 85-8.5/2 87.5-8.5/2 90-8.5/2 95-8.5/2 100-8.5/2 5-8.5/2 10-8.5/1 15-8.5/1 20-8.5/1 22.5-8.5/1 25-8.5/1 27.5-8.25/2 27.5-8.25/2	1 0.739 0.666 0.600 0.538 0.481 0.428 0.333 0.428 0.230 0.127 0.096 0.039 0	0 1.353 1.500 1.666 1.857 2.076 2.333 3 3.444 4.333 7.888 10.428 25.666 1
82.5-9/3	35-8/9	85-8/5 85-8.5/1 87.5-8.5/1 90-8.5/1	0 0.666 0.646 0.632	1 1.500 1.547 1.580	35-8/3	82.5-9/3	32-7.5/6 30-8/3 29-8/3	1 0.428 0	0 2.333 1

EK IX

HESAPLAMA İŞLEMLERİNDE KULLANILMAK ÜZERE GELİŞTİRİLEN BİLGİSAYAR BASIC PROGRAMLARI

- EK IX/1- Yansımış toplam ışık akısının, ışık kaynağı toplam ışık akısına oranının hesaplanmasında kullanılan program
- EK IX/2- Renkli yüzeylerin, birinci yansıma sonunda yansıtıktıkları gerçek renkli ışık oranlarının hesaplanmasında kullanılan program
- EK IX/3- Yansıtma çarpanları birbirinden farklı renkli yüzeylerin, gerçek büyüklük oranlarının hesaplanmasında kullanılan program
- EK IX/4- Ana renklerin, yeni yansıtma çarpanı ve yüzey büyüklük oranlarının hesaplanmasında kullanılan program

EK IX/1

```

0 REM ..... EK IX/1 .....

1 REM
2 REM CIZELGE 1
3 REM
4 REM YANSITMA CARPANIINA BAGLI
5 REM OLARAK, YANSISMIS TOPLAM
6 REM ISIK AKISININ, ISIK KAYNAGI
7 REM TOPLAM ISIK AKISINA ORANI
8 REM
9 REM R=YANSITMA CARPANI
10 REM X2=OR.TOP./00
11 REM -----

12 HOME
13 CALL 1296
14 PRINT TAB( 15)"CIZELGE 1"
15 PRINT
16 PRINT TAB( 5)"YANSITMA CARPANI";
17 PRINT TAB( 21)"NA BAGLI OLARAK";
18 PRINT TAB( 5)"YANSISMIS TOPLAM";
19 PRINT TAB( 22)"ISIK AKISININ"
20 PRINT TAB( 5)"ISIK KAYNAGI TOP";
21 PRINT TAB( 21)"LAM ISIK AKISINA"
22 PRINT TAB( 17)"ORANI"
23 PRINT
24 PRINT "-----"
25 PRINT TAB( 4)"R";
26 PRINT TAB( 8)"ORTOP";
27 PRINT TAB( 17)"R";
28 PRINT TAB( 21)"ORTOP";
29 PRINT TAB( 30)"R";
30 PRINT TAB( 34)"ORTOP"
31 PRINT TAB( 10)"IO"; TAB( 23)"IO";

32 PRINT TAB( 36)"IO"
33 PRINT "-----"
34 PRINT
35 CALL 1299
36 REM -----

62 FOR I = .01 TO .34 STEP .01
64 A = 3:B = 8
66 FOR K = 0 TO .67 STEP .33
68 R = I + K
70 X1 = R / (1 - R)
72 X2 = INT (X1 * 1000 + .5) / 1000
74 CALL 1296
76 PRINT TAB( A)R; TAB( B)X2;
80 A = A + 13:B = B + 13
82 NEXT K
84 PRINT
86 NEXT I
90 PRINT "-----"
92 CALL 1299

```

EK IX/2

0 REM EK IX/2

```

1 REM BIRINCI YANSIMA SONUNDAKI
2 REM RENKLI ISIK ORANLARI
3 REM
4 REM XA=DENEYDEKI (A) RENKLI
5 REM YUZEY ORANI
6 REM XB=DENEYDEKI (B) RENKLI
7 REM YUZEY ORANI
8 REM A=(B) RENGİNİN, (A) RENGİNİ
9 REM YANSITMA ORANI
10 REM B=(A) RENGİNİN, (B) RENGİNİ
11 REM YANSITMA ORANI
12 REM OA=YANSISMIS ISIGIN ICINDEKI
13 REM (A) RENKLI ISIK ORANI
14 REM OB=YANSISMIS ISIGIN ICINDEKI
15 REM (B) RENKLI ISIK ORANI
16 REM A1=BIRINCI YANSIMA SONUNDAKI
17 REM (A) RENKLI ISIK ORANI
18 REM B1=BIRINCI YANSIMA SONUNDAKI
19 REM (B) RENKLI ISIK ORANI
20 REM A2=EK (A) RENKLI ISIK ORANI
21 REM B2=EK (B) RENKLI ISIK ORANI
22 REM SA=TOPLAM (A) RENKLI
23 REM ISIK ORANI
24 REM SB=TOPLAM (B) RENKLI
25 REM ISIK ORANI
26 REM ST=(A+B) RENKLI ISIK ORANI
27 REM ARI=SA/ST
28 REM BRI=SB/ST
29 REM
30 REM

```

40 REM -----

```

50 LOMEM: 16384
55 HOME
60 INPUT "I=";I
65 DIM XA(I); DIM XB(I); DIM A(I)
70 DIM B(I); DIM OA(I); DIM OB(I)
75 DIM A1(I); DIM B1(I); DIM A2(I)
80 DIM B2(I); DIM SA(I); DIM SB(I)
85 DIM ST(I); DIM ARI(I); DIM BRI(I)
90 DIM A$(I)
95 CALL 1296
100 PRINT CHR$(15)
105 PRINT TAB(1)"XA"; TAB(6)"A1";
110 PRINT TAB(10)"A2";
112 PRINT TAB(14)"XB";
115 PRINT TAB(19)"B1";
117 PRINT TAB(23)"B2";
120 PRINT TAB(27)"SA";
122 PRINT TAB(31)"ST";
125 PRINT TAB(35)"ARI";
130 PRINT TAB(40)"BRI"
135 PRINT CHR$(14)
140 CALL 1299
145 INPUT "N=";N
146 GOSUB 1000
147 IF B$ = "H" THEN GOTO 145
150 FOR I = 1 TO N
155 INPUT "B(I)=";B(I)
156 GOSUB 1000
157 IF B$ = "H" THEN GOTO 155
160 INPUT "A(I)=";A(I)
161 GOSUB 1000
162 IF B$ = "H" THEN GOTO 160
165 INPUT "RENK NO=";A$(I)
166 GOSUB 1000
167 IF B$ = "H" THEN GOTO 165
170 INPUT "Z=";Z
171 GOSUB 1000
172 IF B$ = "H" THEN GOTO 170
175 FOR V = 1 TO Z

```

```

180 PRINT "XAK";V;"=";
185 INPUT XA(V)
186 GOSUB 1000
187 IF B$ = "H" THEN GOTO 185
190 IF XA(V) = 40 THEN A1(V) = 1: GOTO 215
205 OA(V) = XA(V) / (40 - XA(V))
210 A1(V) = OA(V) / (1 + OA(V))
215 B2(V) = A1(V) * B(I)
220 XB(V) = 40 - XA(V)
225 IF XB(V) = 40 THEN B1(V) = 1: GOTO 245
235 OB(V) = XB(V) / (40 - XB(V))
240 B1(V) = OB(V) / (1 + OB(V))
245 A2(V) = B1(V) * A(I)
250 SA(V) = A1(V) + A2(V)
255 SB(V) = B1(V) + B2(V)
260 ST(V) = SA(V) + SB(V)
265 ARI(V) = SA(V) / ST(V)
270 BRI(V) = SB(V) / ST(V)
275 NEXT V
280 FOR X = 1 TO Z
285 A1(X) = INT (A1(X) * 100 + .5) /
100
290 A2(X) = INT (A2(X) * 100 + .5) /
100
295 B1(X) = INT (B1(X) * 100 + .5) /
100
300 B2(X) = INT (B2(X) * 100 + .5) /
100
305 SA(X) = INT (SA(X) * 100 + .5) /
100
310 ST(X) = INT (ST(X) * 100 + .5) /
100
315 ARI(X) = INT (ARI(X) * 1000 + .5) /
1000
320 BRI(X) = INT (BRI(X) * 1000 + .5) /
1000
325 NEXT X
330 CALL 1296
335 PRINT "-----"
340 PRINT "RENK NO=";A$(I)
345 PRINT "-----"
350 FOR K = 1 TO Z
355 PRINT TAB(1)XA(K);
357 PRINT TAB(6)A1(K);
360 PRINT TAB(10)A2(K);
365 PRINT TAB(14)XB(K);
370 PRINT TAB(19)B1(K);
375 PRINT TAB(23)B2(K);
380 PRINT TAB(27)SA(K);
385 PRINT TAB(31)ST(K);
390 PRINT TAB(35)ARI(K);
395 PRINT TAB(40)BRI(K)
400 NEXT K
405 CALL 1299
410 NEXT I
415 END
420 REM

```

```

990 REM -----
1000 PRINT
1100 PRINT "*****"
1200 PRINT "HATA YARSA H'YA BASINIZ"
1300 PRINT "*****"
1400 PRINT
1500 GET B$
1600 RETURN

```

EK IX/3

0 REM EK IX/3

```

1 REM
2 REM YARDIMCI RENKLERIN
3 REM GERCEK YUZEY BUYUKLUK
4 REM ORANLARININ BULUNMASI
5 REM
6 REM XA=DENEYDEKI (A) RENKLI
7 REM YUZEY ORANI
8 REM XB=DENEYDEKI (B) RENKLI
9 REM YUZEY ORANI
10 REM A=(B) RENGİNİN, (A) RENGİNİ
11 REM YANSITMA ORANI
12 REM B=(A) RENGİNİN, (B) RENGİNİ
13 REM YANSITMA ORANI
14 REM OA=YANSISIMIS ISIGIN ICINDEKI
15 REM (A) RENKLI ISIK ORANI
16 REM OB=YANSISIMIS ISIGIN ICINDEKI
17 REM (B) RENKLI ISIK ORANI
18 REM A1=BIRINCI YANSIMA SONUNDAKI
19 REM (A) RENKLI ISIK ORANI
20 REM B1=BIRINCI YANSIMA SONUNDAKI
21 REM (B) RENKLI ISIK ORANI
22 REM A2=EK (A) RENKLI ISIK ORANI
23 REM B2=EK (B) RENKLI ISIK ORANI
24 REM SA=TOPLAM (A) RENKLI
25 REM ISIK ORANI
26 REM SB=TOPLAM (B) RENKLI
27 REM ISIK ORANI
28 REM ST=(A+B) RENKLI ISIK ORANI
29 REM ARI=IA/I
30 REM BRI=IB/I
31 REM IO=ARI/BRI
32 REM RO=ORTALAMA YANSITMA CARPANI
33 REM RA=(A) RENKLI YUZEYIN
34 REM YANSITMA CARPANI
35 REM RB=(B) RENKLI YUZEYIN
36 REM YANSITMA CARPANI
37 REM ABR=RA/RB
38 REM OS=IO/ABR

40 REM GAS=(A) RENKLI GERCEK YUZEY
41 REM BUYUKLUK ORANI
42 REM GBS=(B) RENKLI GERCEK YUZEY
43 REM BUYUKLUK ORANI
45 REM -----

60 REM -----
62 LOMEM: 16364
64 HOME
66 INPUT "I= ";I
68 DIM XA(I): DIM XB(I): DIM A(I)
70 DIM B(I): DIM OA(I): DIM OB(I)
72 DIM A1(I): DIM B1(I): DIM A2(I)
74 DIM B2(I): DIM SA(I): DIM SB(I)
76 DIM ST(I): DIM ARI(I): DIM BRI(I)
78 DIM A$(I): DIM GAS(I): DIM GBS(I)
80 DIM IO(I): DIM ABR(I)
82 DIM OS(I): DIM RO(I)
84 CALL 1296
86 PRINT CHR$(15)
88 PRINT TAB(1)"XA";TAB(7)"ARI";
90 PRINT TAB(13)"BRI";
92 PRINT TAB(19)"RA";
94 PRINT TAB(24)"RB"; TAB(29)"RO";

96 PRINT TAB(34)"GAS";
98 PRINT TAB(40)"GBS"
100 PRINT CHR$(14)
105 CALL 1299
110 INPUT "N= ";N
111 GOSUB 1000
112 IF B$ = "H" THEN GOTO 110
115 FOR I = 1 TO N
120 INPUT "B(I)= ";B(I)
121 GOSUB 1000
122 IF B$ = "H" THEN GOTO 120
125 INPUT "A(I)= ";A(I)
126 GOSUB 1000
127 IF B$ = "H" THEN GOTO 125
130 INPUT "RA= ";RA
131 GOSUB 1000

```

```

131 GOSUB 1000
132 IF B$ = "H" THEN GOTO 130
135 INPUT "RB= ";RB
136 GOSUB 1000
137 IF B$ = "H" THEN GOTO 135
140 INPUT "RENK NO= ";A$(I)
141 GOSUB 1000
142 IF B$ = "H" THEN GOTO 140
145 INPUT "Z= ";Z
146 GOSUB 1000
147 IF B$ = "H" THEN GOTO 145
150 FOR V = 1 TO Z
155 PRINT "XAK";V;"=";
160 INPUT XA(V)
161 GOSUB 1000
162 IF B$ = "H" THEN GOTO 160
165 IF XA(V) = 40 THEN A1(V) = 1: GOTO 180
170 OA(V) = XA(V) / (40 - XA(V))
175 A1(V) = OA(V) / (1 + OA(V))
180 B2(V) = A1(V) * B(I)
185 XB(V) = 40 - XA(V)
190 IF XB(V) = 40 THEN B1(V) = 1: GOTO 205
195 OB(V) = XB(V) / (40 - XB(V))
200 B1(V) = OB(V) / (1 + OB(V))
205 A2(V) = B1(V) * A(I)
210 SA(V) = A1(V) + A2(V)
215 SB(V) = B1(V) + B2(V)
220 ST(V) = SA(V) + SB(V)
225 ARI(V) = SA(V) / ST(V)
230 BRI(V) = SB(V) / ST(V)
235 IO(V) = ARI(V) / BRI(V)
240 ABR(V) = RA / RB
245 OS(V) = IO(V) / ABR(V)
250 GAS(V) = OS(V) / (1 + OS(V))
260 GBS(V) = 1 - GAS(V)
270 RO(V) = GAS(V) * RA + GBS(V) * RB
280 NEXT V
290 FOR K = 1 TO Z
300 ARI(K) = INT (ARI(K) * 1000 + .5)
/ 1000
310 BRI(K) = INT (BRI(K) * 1000 + .5)
/ 1000
320 RO(K) = INT (RO(K) * 100 + .5)
/ 100
330 GAS(K) = INT (GAS(K) * 1000 + .5)
/ 1000
340 GBS(K) = INT (GBS(K) * 1000 + .5)
/ 1000
350 NEXT K
360 CALL 1296
370 PRINT "-----"
380 PRINT "RENK NO= ";A$(I)
390 PRINT "-----"
400 FOR K = 1 TO Z
410 PRINT TAB(1)XA(K);
420 PRINT TAB(7)ARI(K);
430 PRINT TAB(13)BRI(K);
440 PRINT TAB(19)RA; TAB(24)RB;
450 PRINT TAB(29)RO(K);
460 PRINT TAB(34)GAS(K);
470 PRINT TAB(40)GBS(K)
480 NEXT K
490 CALL 1299
500 NEXT I
510 REM -----
590 REM -----

1000 PRINT
1100 PRINT "*****"
*****
1200 PRINT "HATA VARSA H'YA BASINIZ"

1300 PRINT "*****"
*****
1400 PRINT
1500 GET B$
1600 RETURN

```

EK IX/4

0 REM EK IX/4

```

1 REM ANA RENKLERIN YENI YUZEY
2 REM BUYUKLUK ORANLARI
3 REM
4 REM XA=DENEYDEKI (A) RENKLI
5 REM YUZEY ORANI
6 REM XB=DENEYDEKI (B) RENKLI
7 REM YUZEY ORANI
8 REM A=(B) RENGİNİN, (A) RENGİNİ
9 REM YANSITMA ORANI
10 REM B=(A) RENGİNİN, (B) RENGİNİ
11 REM YANSITMA ORANI
12 REM OA=YANSISIMIS ISIGIN ICINDEKI
13 REM (A) RENKLI ISIK ORANI
14 REM OB=YANSISIMIS ISIGIN ICINDEKI
15 REM (B) RENKLI ISIK ORANI
16 REM A1=BIRINCI YANSIMA SONUNDAKI
17 REM (A) RENKLI ISIK ORANI
18 REM B1=BIRINCI YANSIMA SONUNDAKI
19 REM (B) RENKLI ISIK ORANI
20 REM A2=EK (A) RENKLI ISIK ORANI
21 REM B2=EK (B) RENKLI ISIK ORANI
22 REM SA=TOPLAM (A) RENKLI
23 REM ISIK ORANI
24 REM SB=TOPLAM (B) RENKLI
25 REM ISIK ORANI
26 REM ST=(A+B) RENKLI ISIK ORANI
27 REM ARI=IA/I
28 REM BRI=IB/I
29 REM RO=ORTALAMA YANSITMA CARPANI
30 REM RA=A RENKLI YUZEYIN YENI
31 REM YANSITMA CARPANI
32 REM RB=B RENKLI YUZEYIN YENI
33 REM YANSITMA CARPANI
34 REM YAS=YENI A RENKLI YUZEY
35 REM BUYUKLUGU ORANI
36 REM YBS=YENI B RENKLI YUZEY
37 REM BUYUKLUGU ORANI
45 REM -----
46 REM -----
50 LOMEM: 16384
55 HOME
60 INPUT "I=";I
65 DIM XA(I); DIM XB(I); DIM A(I)
70 DIM B(I); DIM OA(I); DIM OB(I)
75 DIM A1(I); DIM B1(I); DIM A2(I)
80 DIM B2(I); DIM SA(I); DIM SB(I)
85 DIM ST(I); DIM ARI(I); DIM BRI(I)
90 DIM A#(I); DIM YAS(I); DIM YBS(I)
92 DIM RB(I); DIM CA(I); DIM CB(I)
95 CALL 1296
100 PRINT CHR$(15)
105 PRINT TAB(1)"XA"; TAB(7)"ARI";
110 PRINT TAB(13)"BRI";
115 PRINT TAB(19)"RO";
120 PRINT TAB(23)"RA";
125 PRINT TAB(27)"RB";
130 PRINT TAB(32)"YAS";
132 PRINT TAB(38)"YBS"
135 PRINT CHR$(14)
140 CALL 1299
145 INPUT "N=";N
150 FOR I = 1 TO N
155 INPUT "B(I)=";B(I)
157 GOSUB 1000
158 IF B# = "H" THEN GOTO 155
160 INPUT "A(I)=";A(I)
162 GOSUB 1000
163 IF B# = "H" THEN GOTO 160
165 INPUT "RENK NO=";A#(I)
167 GOSUB 1000
168 IF B# = "H" THEN GOTO 165
170 INPUT "Z=";Z
172 GOSUB 1000
173 IF B# = "H" THEN GOTO 170
175 FOR V = 1 TO Z
180 PRINT "XA(";V;")=";

```

```

180 PRINT "XA(";V;")=";
185 INPUT XA(V)
187 GOSUB 1000
188 IF B# = "H" THEN GOTO 185
190 IF XA(V) = 40 THEN A1(V) = 1: GOTO 215
205 OA(V) = XA(V) / (40 - XA(V))
210 A1(V) = OA(V) / (1 + OA(V))
215 B2(V) = A1(V) * B(I)
220 XB(V) = 40 - XA(V)
225 IF XB(V) = 40 THEN B1(V) = 1: GOTO 245
235 OB(V) = XB(V) / (40 - XB(V))
240 B1(V) = OB(V) / (1 + OB(V))
245 A2(V) = B1(V) * A(I)
250 SA(V) = A1(V) + A2(V)
255 SB(V) = B1(V) + B2(V)
260 ST(V) = SA(V) + SB(V)
265 ARI(V) = SA(V) / ST(V)
270 BRI(V) = SB(V) / ST(V)
275 L = 1
280 FOR RO = .1 TO .9 STEP .1
285 FOR RA = .1 TO .9 STEP .1
290 IF RA = RO THEN GOTO 330
295 YAS(L) = ARI(V) * RO / RA
300 IF YAS(L) >= 1 THEN YAS(L) = 1:
305 YBS(L) = 1 - YAS(L)
307 RB(L) = BRI(V) * RO / YBS(L)
310 IF RB(L) = 1 THEN RB(L) = 1: GOTO
320
315 CA(L) = RO
320 CB(L) = RA
325 L = L + 1
330 NEXT RA
335 NEXT RO
340 M = L - 1
345 FOR X = 1 TO M
350 ARI(X) = INT (ARI(X) * 1000 + .5)
355 BRI(X) = INT (BRI(X) * 1000 + .5)
360 RB(X) = INT (RB(X) * 100 + .5) /
365 YAS(X) = INT (YAS(X) * 1000 + .5)
370 YBS(X) = INT (YBS(X) * 1000 + .5)
375 NEXT X
380 CALL 1296
390 PRINT "-----"
395 PRINT "RENK NO=";A#(I)
400 PRINT "-----"
405 PRINT TAB(1)XA(V);
410 PRINT TAB(7)ARI(V);
415 PRINT TAB(13)BRI(V);
420 FOR K = 1 TO M
425 PRINT TAB(19)CA(K);
430 PRINT TAB(23)CB(K);
435 PRINT TAB(27)YAS(K);
440 PRINT TAB(32)YBS(K);
445 PRINT TAB(38)YBS(K)
450 NEXT K
455 CALL 1299
460 NEXT V
465 NEXT I
470 REM -----
490 REM -----
1000 PRINT
1100 PRINT "*****"
1200 PRINT "HATA VARSA H'YA BASINIZ"
1300 PRINT "*****"
1400 PRINT
1500 GET B#
1600 RETURN

```

EK X

DENEY VE HESAPLAMA SONUÇLARINI GÖSTEREN ÇİZELGE VE GRAFİKLER

4-6-6.25 tür farkı	→	ÇİZELGE 16-17 ŞEKİL 39-50
10.5-11.25 tür farkı	→	ÇİZELGE 18-19 ŞEKİL 51-56
16.-17.5 tür farkı	→	ÇİZELGE 20-21 ŞEKİL 57-68
21.25-22.25 tür farkı	→	ÇİZELGE 22-23 ŞEKİL 69-74
25-27.5 tür farkı	→	ÇİZELGE 24-25 ŞEKİL 75-87
31.25-32.5 tür farkı	→	ÇİZELGE 26-27 ŞEKİL 88-90
42.5-46.5 tür farkı	→	ÇİZELGE 28-29 ŞEKİL 91-100
52.5 tür farkı	→	ÇİZELGE 30-31 ŞEKİL 101-104

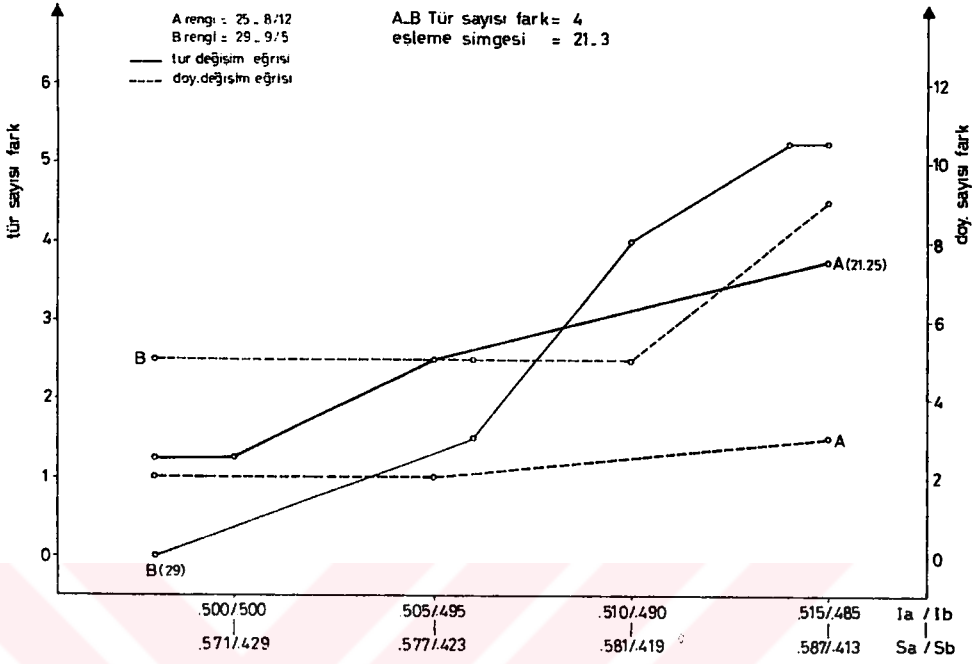
Tür sayısı fark	4												6						6.25																	
	21.3			22.3			23.3			24.3			3.31			3.32			3.33			3.34			2.21			2.22			2.23			2.24		
	12	3	9	A'	B'	A'	B'	A'	B'	A'	B'	A'	B'	A'	B'	A'	B'	A'	B'	A'	B'	A'	B'	A'	B'	A'	B'	A'	B'	A'	B'					
Doy. sayısı	12	3	9	A'	B'	A'	B'	A'	B'	A'	B'	A'	B'	A'	B'	A'	B'	A'	B'	A'	B'	A'	B'	A'	B'	A'	B'	A'	B'	A'	B'					
Doy. sapması	A'	B'	A'	B'	A'	B'	A'	B'	A'	B'	A'	B'	A'	B'	A'	B'	A'	B'	A'	B'	A'	B'	A'	B'	A'	B'	A'	B'	A'	B'						
0.480 / 0.520				4	9																				3	3										
0.485 / 0.515				4.3	5		4	5		4	5		11	8											12	3		3	1		3	3	3			
0.490 / 0.510				4.8	5		6.4	5		4	4.4		9.4	6.5														3.4	1.6		3	3	3.4	3.8		
0.495 / 0.505	2	5	5	5	5		6.8	5.5		4	3.6		7.8	5.3														3.8	2.3		3	4.5		4	4	
0.500 / 0.500	2	5					7	7		4	3		6.4	4														4.8	2.8		3	6.3				
0.505 / 0.495	2	5											5	2.6		6	6		5	4		5	4					6.2	3.5		3	7				
0.510 / 0.490	2.5	5											5	1.3		5	6		5	4								11	4							
0.515 / 0.485	3	9											5	0		5	8																			

GİZELGE 16

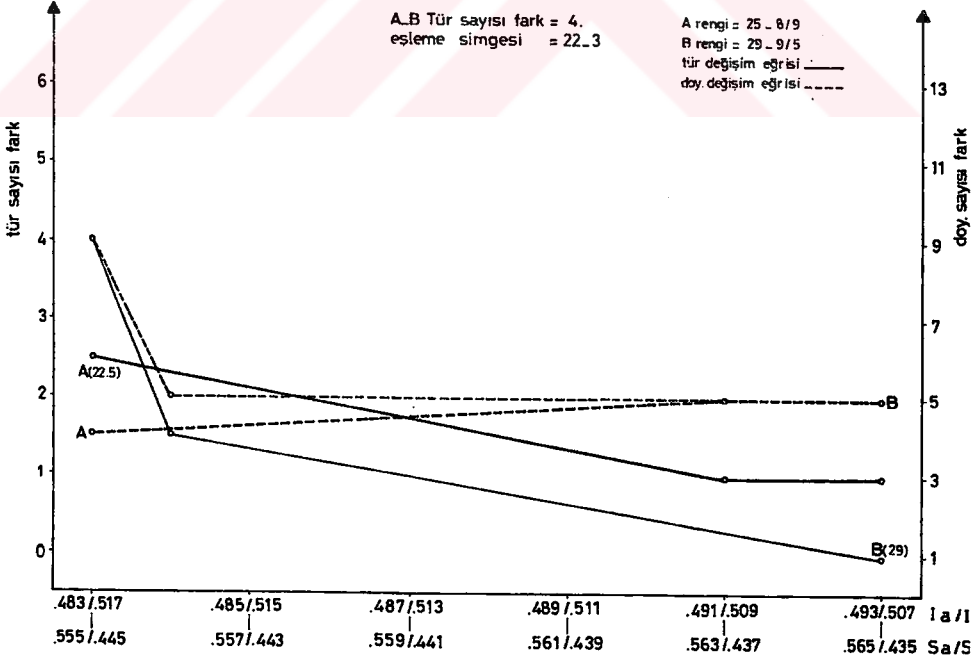
Tür sayısı fark Eşleme simgesi Tür sapması	4												6						6.25							
	21.3		22.3		23.3		24.3		3.31		3.32		3.33		3.34		2.21		2.22		2.23		2.24			
	A'	B'	A'	B'	A'	B'	A'	B'	A'	B'	A'	B'	A'	B'	A'	B'	A'	B'	A'	B'	A'	B'	A'	B'		
0.480/0.520		-25	-4														0	-3.8						5	0	
0.485/0.515			-21	-13	0	0	0	0	3.5	0							25	-3.8	0	-3.8	0	-3.8	0	-3.8	0	5
0.490/0.510			-12	-05	0.6	0.8	0.6	0.9	3.5	-0.2										0.5	-3.6	0.7	-3.8	1	-3.7	
0.495/0.505	-13	0	-1	0	2	2.2	1.6	3.1	2.8	-0.4					1	-3				1	-3.5	1.8	-3.2	1.3	-2	
0.500/0.500	-13	-0.4			2.5	3.5	2	4	1.8	-0.5			2	-1	0.8	-3.5				1.3	-3.3	2.5	-2.7			
0.505/0.495	-25	-13							1	-0.7	3	-1		0.5	-1.6	0	-5			1.3	-3.2	2.5	-2.5			
0.510/0.490	-31	-4							0.5	-0.9	1	-2.5	0	-2.5						3.3	-3					
0.515/0.485	-3.8	-5.3							0	-1	0	-2.5														

GİZELGE 17

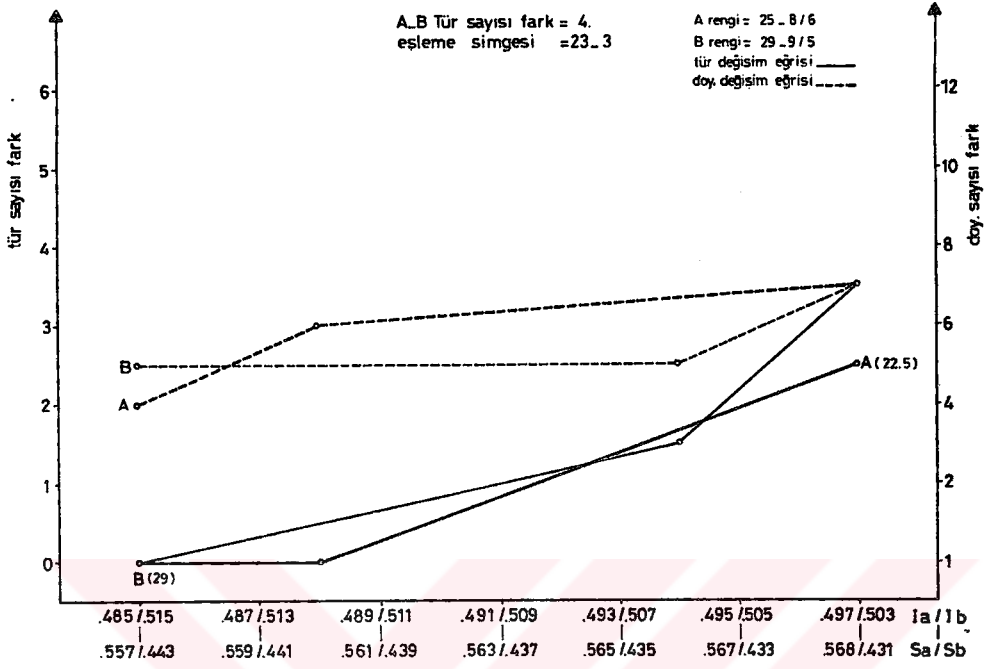
ŞEKİL 39



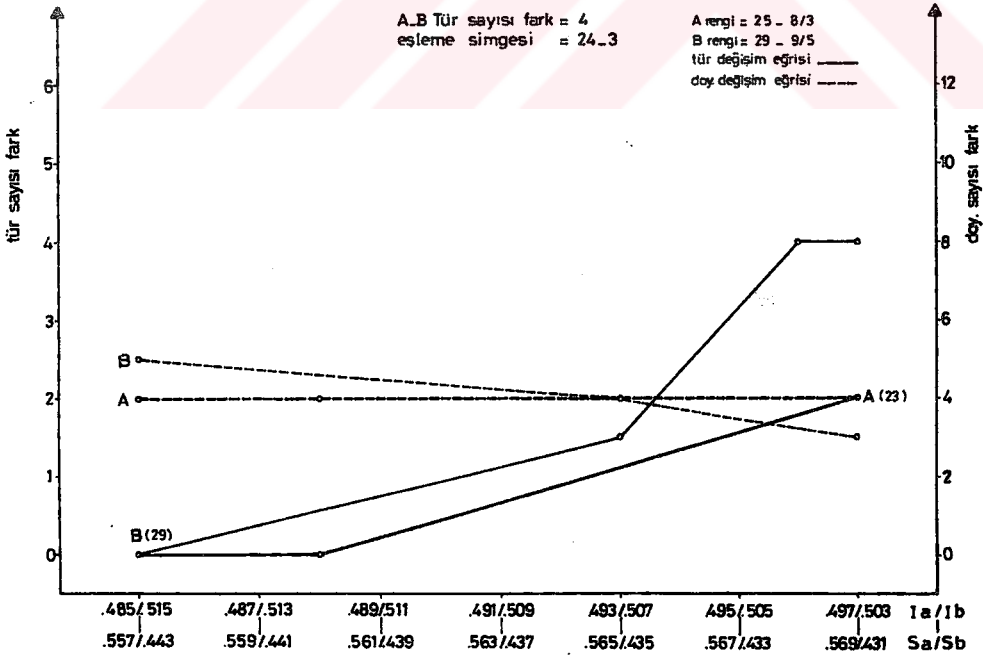
ŞEKİL 40



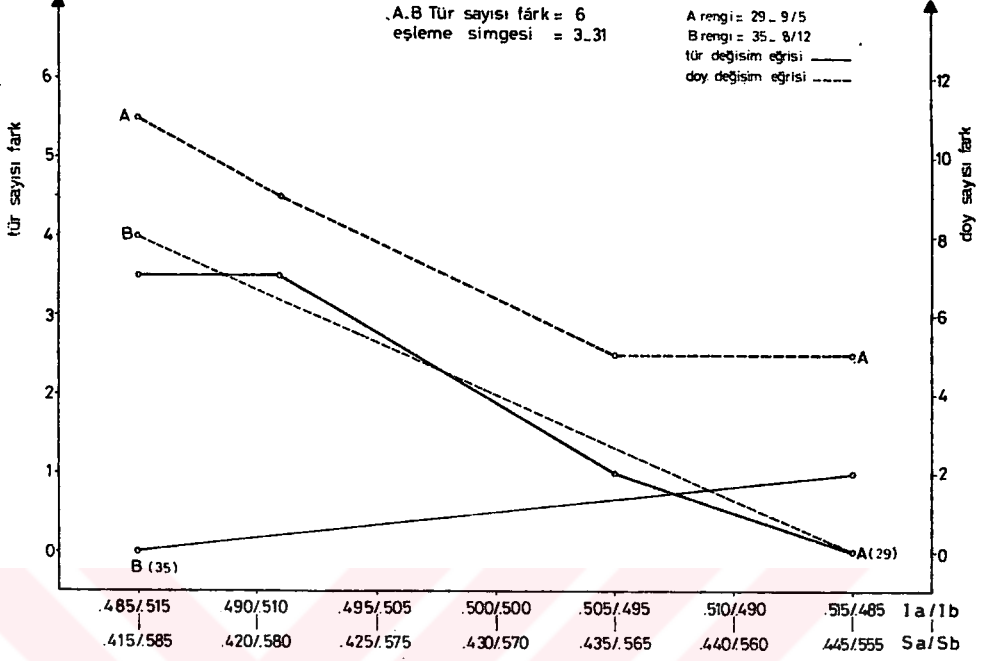
ŞEKİL 41



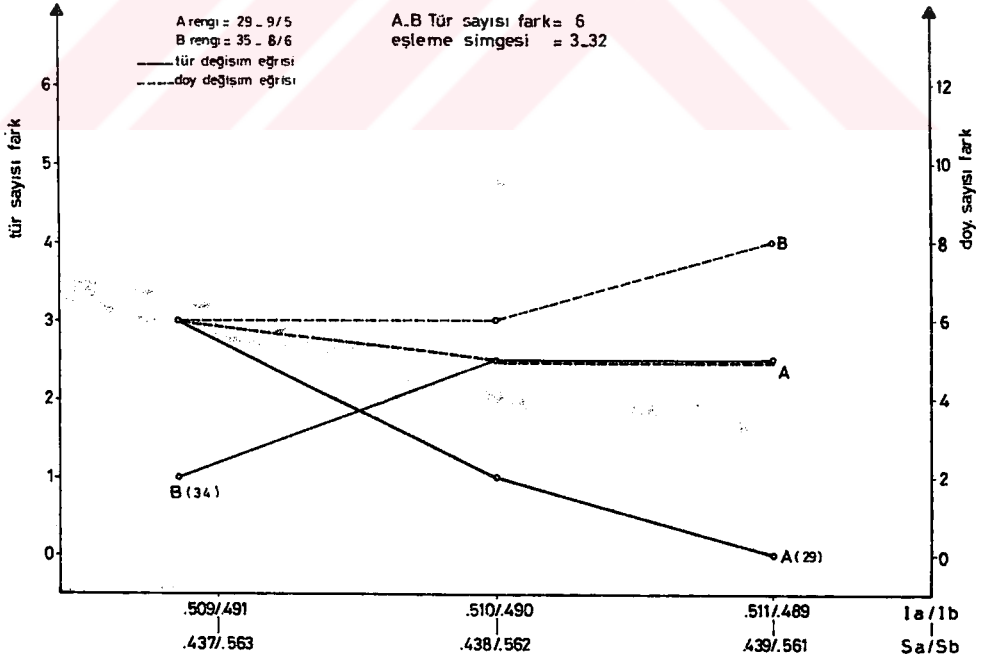
ŞEKİL 42



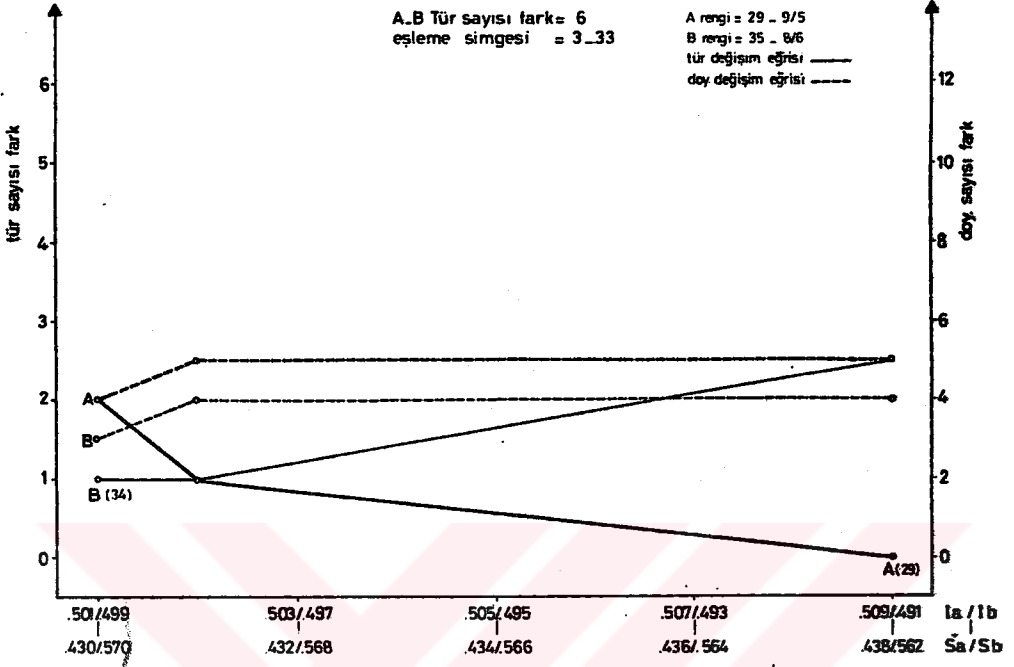
ŞEKİL 43



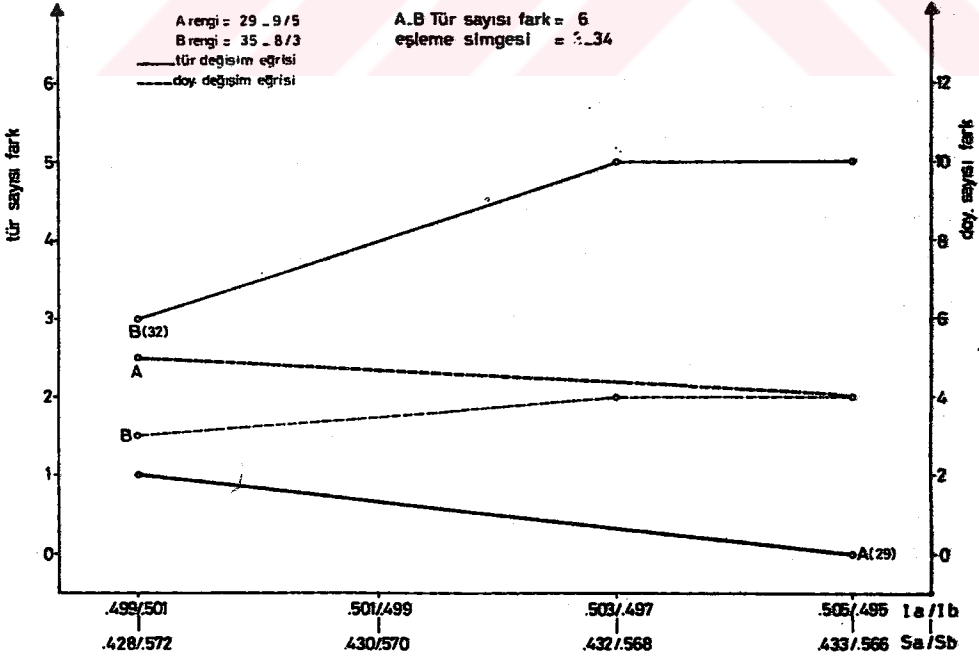
ŞEKİL 44



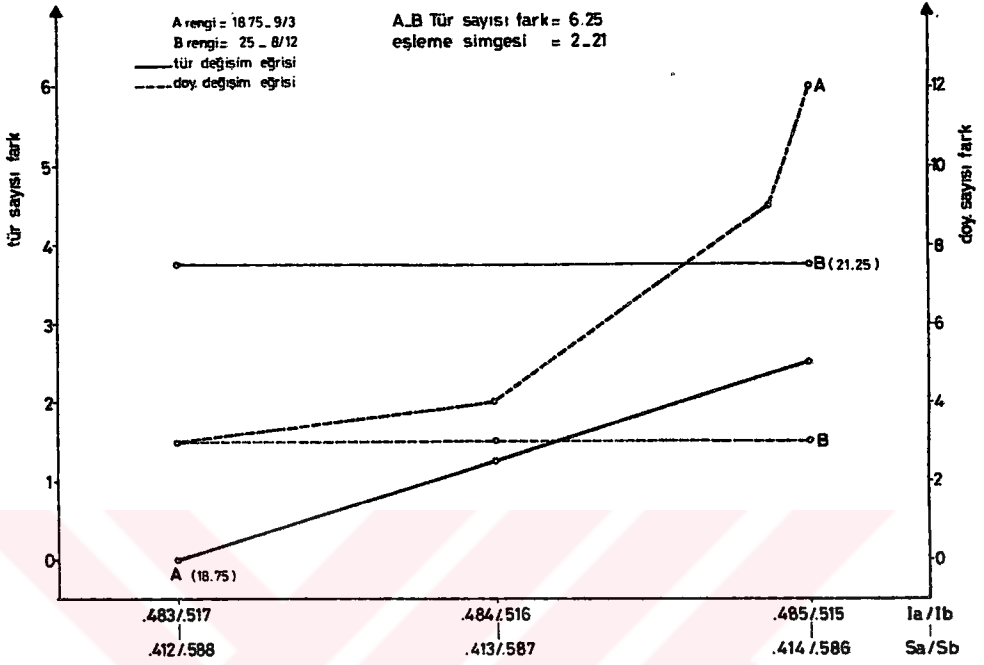
ŞEKİL 45



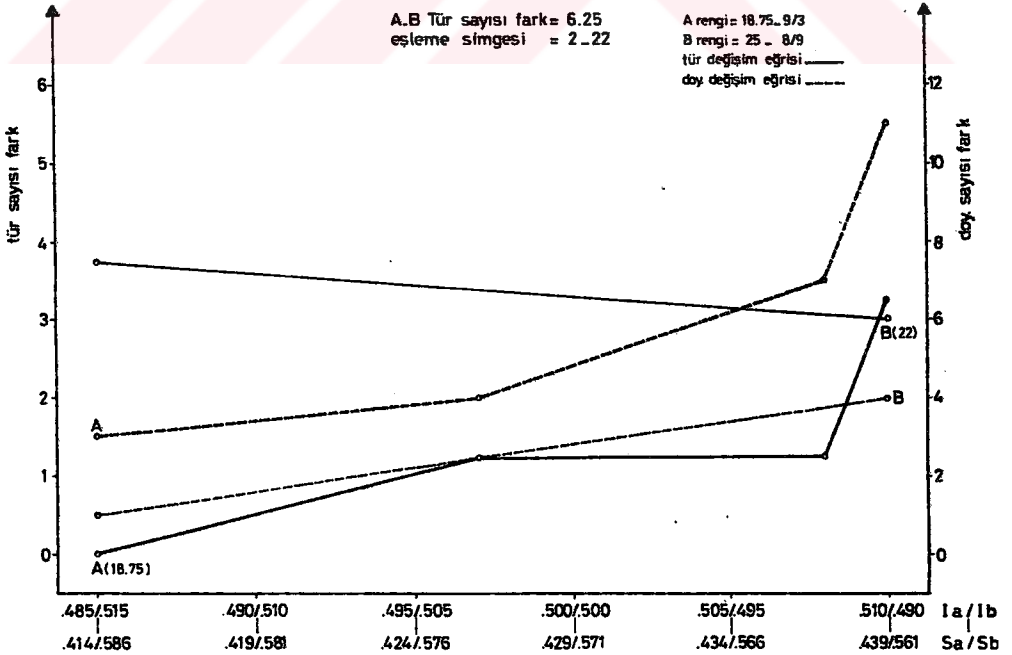
ŞEKİL 46



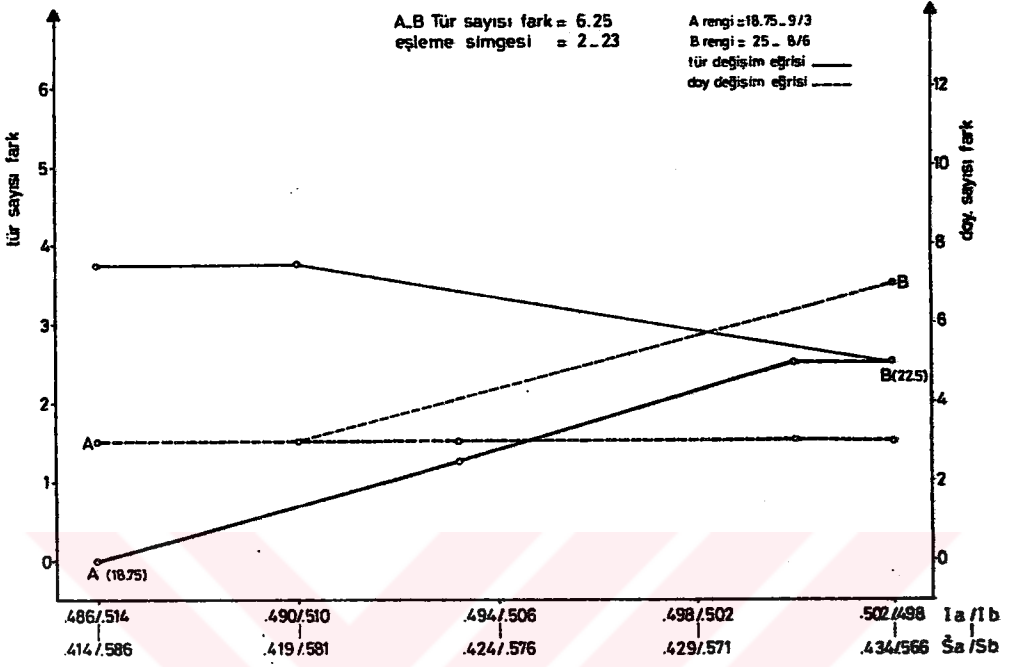
ŞEKİL 47



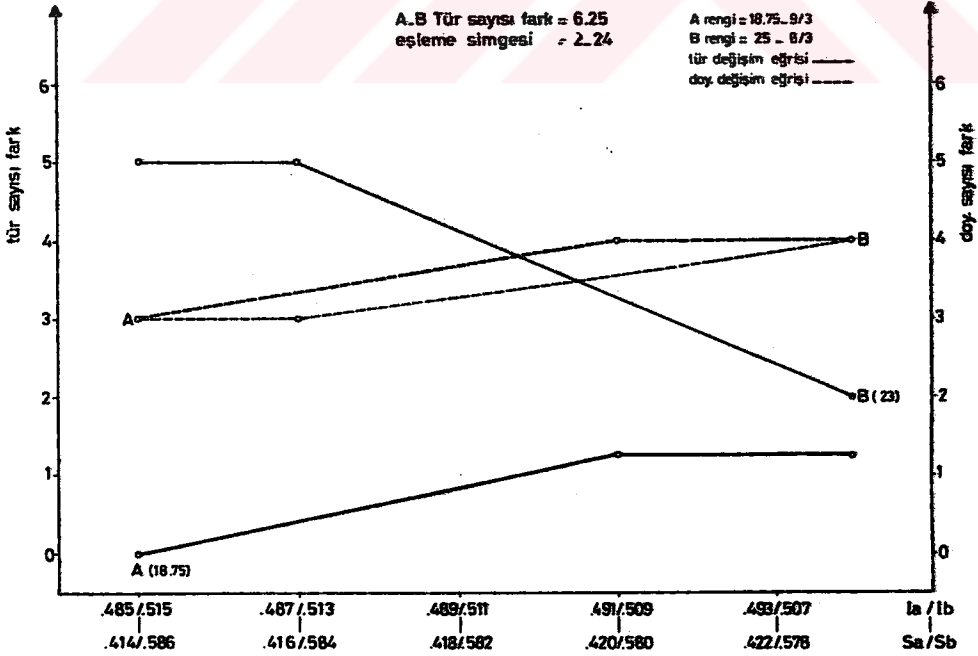
ŞEKİL 48



ŞEKİL 49



ŞEKİL 50



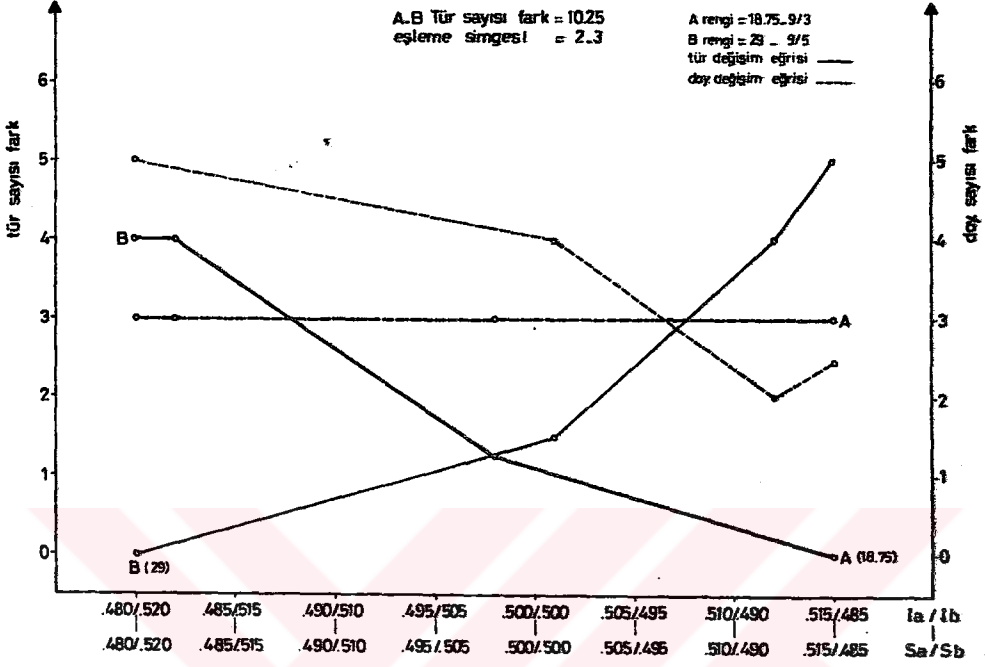
ÇİZELGE 18

Tür sayısı fark		10.5		11.25									
Eşleme simgesi		2_3		1_2		11_2		12_2		13_2		14_2	
Doy. sayısı		3	3	3	3	12	3	9	3	6	3	3	3
Doy. sapması		A'	B'	A'	B'	A'	B'	A'	B'	A'	B'	A'	B'
Ia / Ib	0.475 / 0.525											3	4
	0.480 / 0.520	3	5									2.8	3.8
	0.485 / 0.515	3	4.8									2.7	3.5
	0.490 / 0.510	3	4.5	2	3							2.6	3
	0.495 / 0.505	3	4.3	2	3							2.5	3
	0.500 / 0.500	3	4	2	3					6	11	2.4	3
	0.505 / 0.495	3	2.2	2	3			12	15	5.6	7.5	2.3	3
	0.510 / 0.490	3	2.4	2	3			11	9	5.3	5.5	2.2	3
	0.515 / 0.485	3	2.4					10	6	4.8	5	2	3
	0.520 / 0.480					10	18	9	5	4.4	4.6	2	3
	0.525 / 0.475					9	10.5	8	4.6	4	4	2	3
	0.530 / 0.470					8	8	7	4.3	3.5	3.6	2	3
	0.535 / 0.465					7.2	6.4	6	4.1	3.1	3	2	3
	0.540 / 0.460					6.2	5.8	5	3.9	2.5	3	3	3
	0.545 / 0.455					5.2	5	4	3.3	2	3		
	0.550 / 0.450					4.2	4	3	3				
	0.555 / 0.445					3.5	3.5						
	0.560 / 0.440					2.5	3.3						
	0.565 / 0.435					1	3						

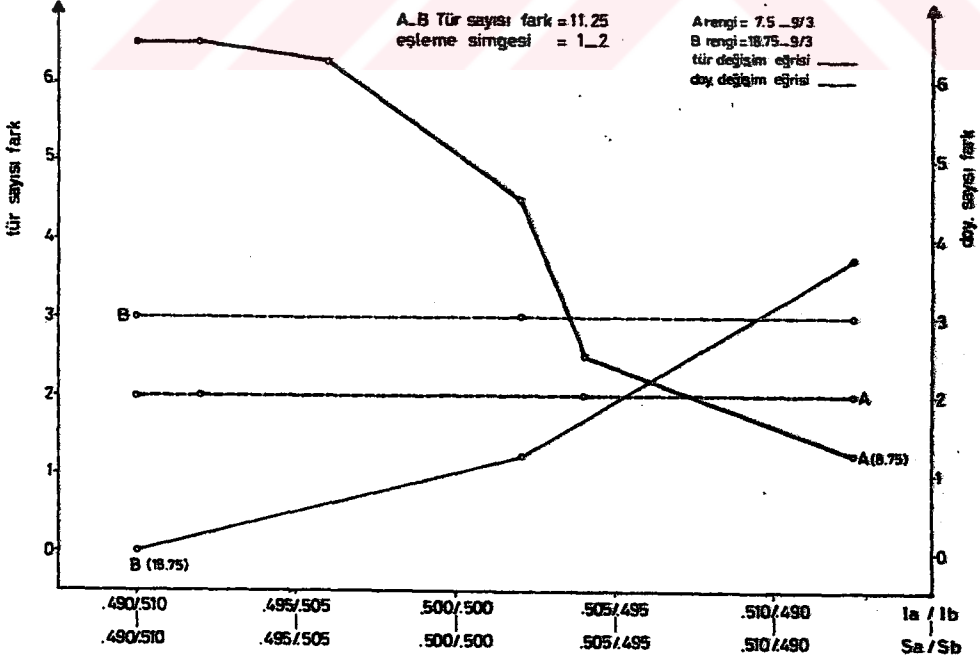
ÇİZELGE 19

Tür sayısı fark		10.5		11.25									
Eşleme simgesi		2_3		1_2		11_2		12_2		13_2		14_2	
Tür sapması		A'	B'	A'	B'	A'	B'	A'	B'	A'	B'	A'	B'
Ia / Ib	0.475 / 0.525											-1.3	-7.5
	0.480 / 0.520	4	0									-1.2	-5.8
	0.485 / 0.515	35	-0.3									-1	-4.8
	0.490 / 0.510	26	-0.7	65	0							-0.9	-4
	0.495 / 0.505	1.6	-1	63	-0.5							-0.7	-2.2
	0.500 / 0.500	1.1	-1.4	55	-1					-1.3	-8.1	-0.5	-1.2
	0.505 / 0.495	0.8	-2.4	2.3	-2			0	-8.3	-1.3	-6.6	-0.3	-1
	0.510 / 0.490	0.4	-3.5	15	-3.2			0	-6.3	-0.9	-5	-0.1	-0.8
	0.515 / 0.485	0	-5					0	-4.5	-0.7	-3.5	0.3	-0.6
	0.520 / 0.480					0	-8.8	0	-3.7	-0.6	-3	0.8	-0.4
	0.525 / 0.475					0.1	-6	0	-2.8	-0.4	-2.3	1.5	-0.3
	0.530 / 0.470					0.2	-4.7	0	-2.2	-0.3	-1.7	2.2	-0.2
	0.535 / 0.465					0.4	-3.5	0	-1.5	-0.1	-1.3	2.8	-0.1
	0.540 / 0.460					0.5	-2.6	0	-1	0.6	-0.7	3.75	0
	0.545 / 0.455					0.7	-2	0	-0.8	1.5	0		
	0.550 / 0.450					0.8	-1.1	0	0				
	0.555 / 0.445					1	-0.8						
	0.560 / 0.440					1.1	-0.4						
	0.565 / 0.435					1.3	0						

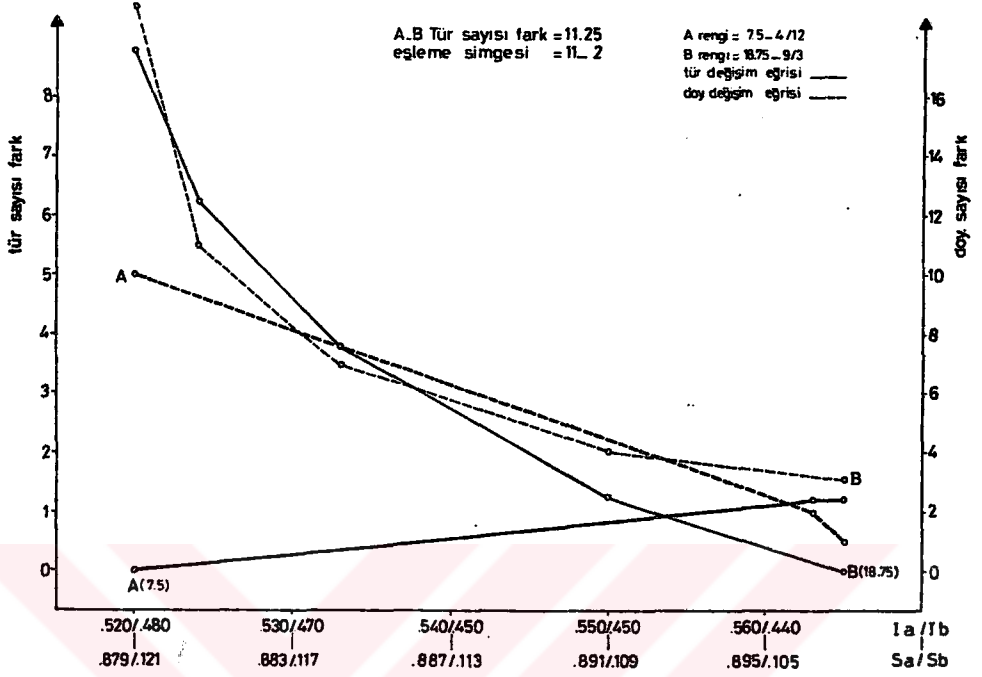
ŞEKİL 51



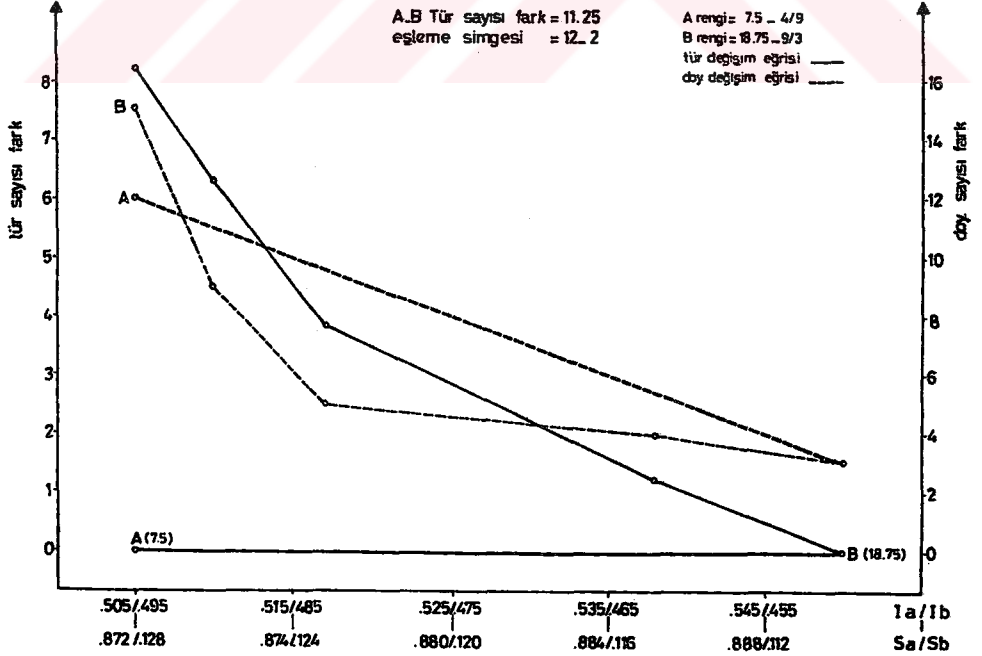
ŞEKİL 52

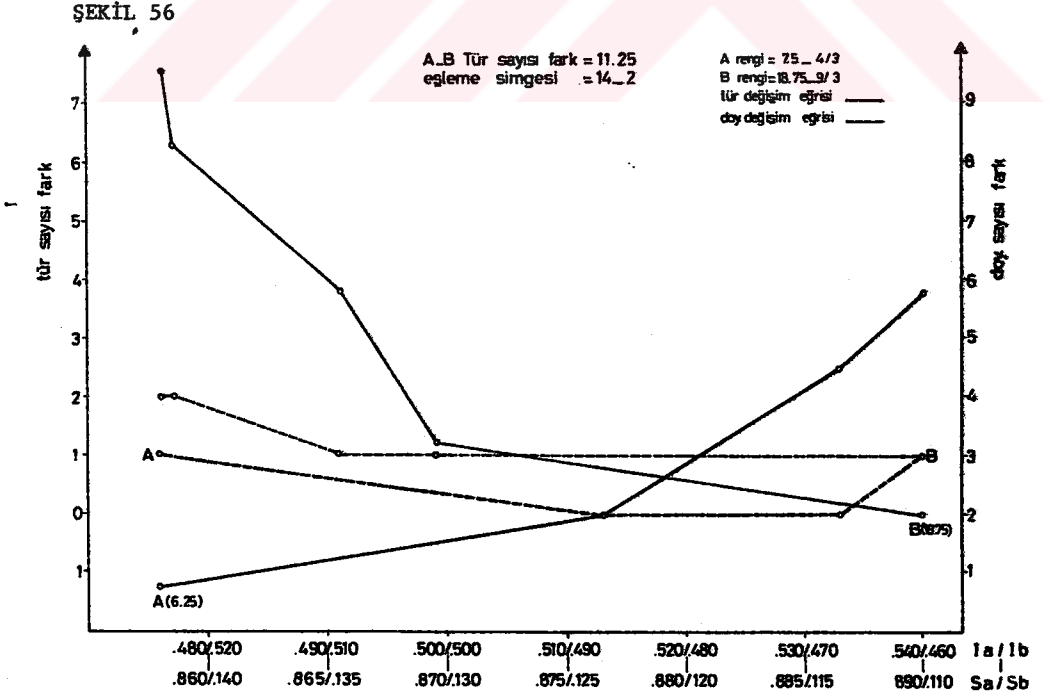
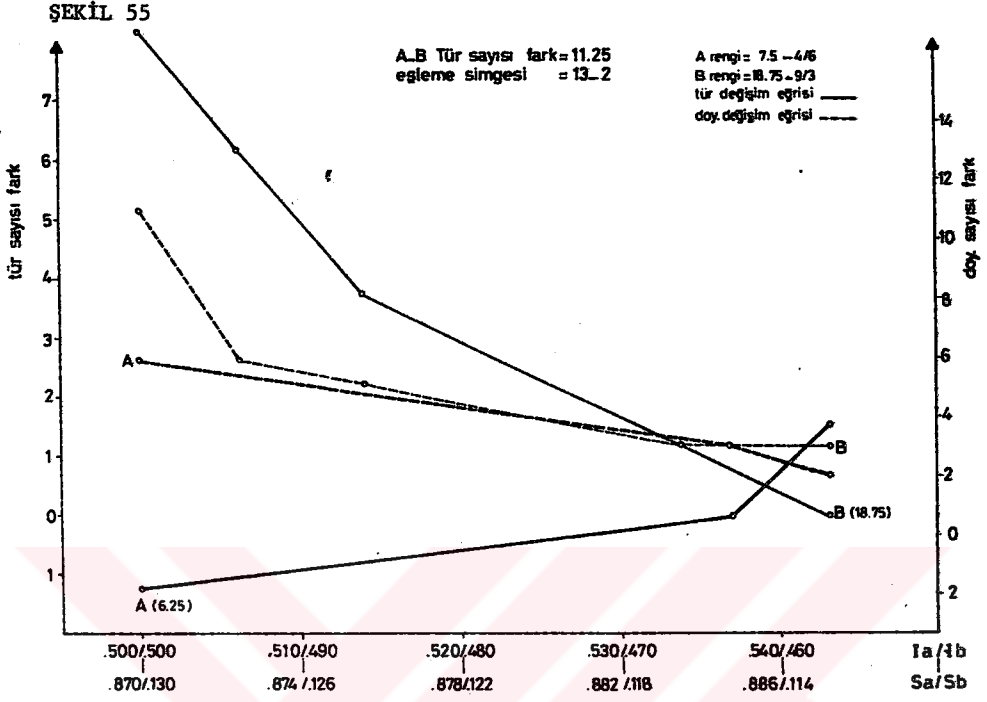


ŞEKİL 53



ŞEKİL 54





ÇİZELGE 20

Tür sayısı fark Eşleme simgesi Tür sapması	16.25												16.25												17.5											
	2-31		2-32		2-33		2-34		31-4		32-4		33-4		34-4		1-21		1-22		1-23		1-24													
	A'	B'	A'	B'	A'	B'	A'	B'	A'	B'	A'	B'	A'	B'	A'	B'	A'	B'	A'	B'	A'	B'	A'	B'												
0.480/0.520	13	0																13	-5	13	-5	13	-5													
0.485/0.515	5	-13	0	-38														83	-44	25	-45	25	-47													
0.490/0.510	0	-25	0	-38														125	-38	42	-42	46	-43	13	-6											
0.495/0.505			13	-23																65	-37	62	-38	17	-57											
0.500/0.500			45	-18	0	-4	0	-75					0	-63	0	-63				94	-32	84	-33	23	-48											
0.505/0.495			113	-13	38	-25	13	-5	1	-63	0	-63	0	-68	0	-68				12	-28	114	-29	36	-43											
0.510/0.490			12	-1	10	-1	63	-25	09	-65	0	-94	0	-113	18	-112				125	-25	13	-25	52	-38											
0.515/0.485									07	-77	0	-125	-09	-44	25	-15							6	-33												
0.520/0.480									06	-87	0	-15	-1	-15									67	-28												
0.525/0.475									04	-108													75	-25												
0.530/0.470									03	-127													0	-2												
0.535/0.465									01	-14																										
0.540/0.460									0	-142																										

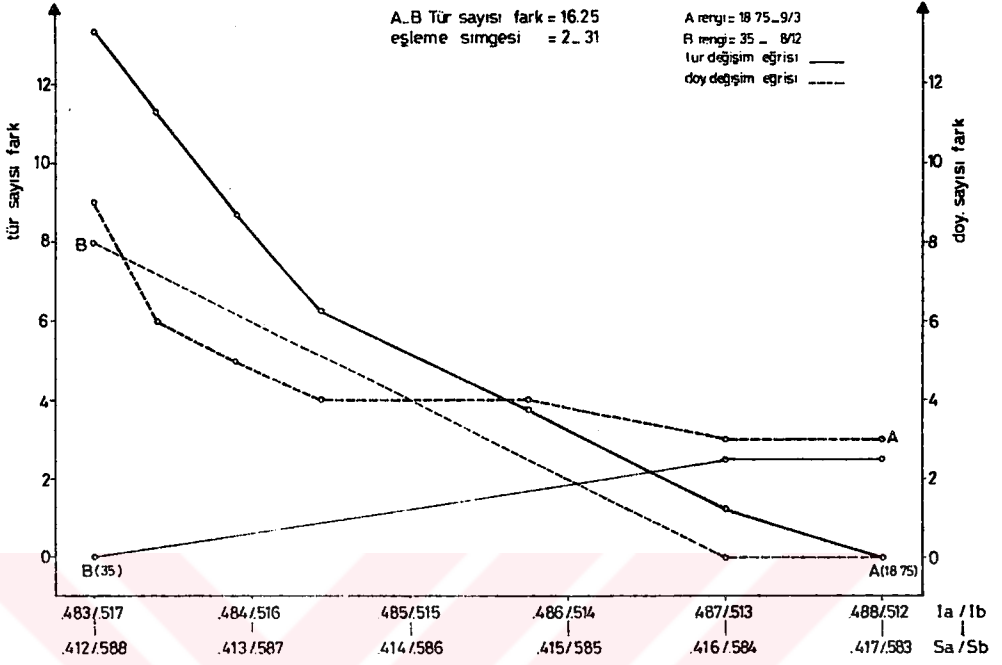
1/2

ÇİZELGE 21

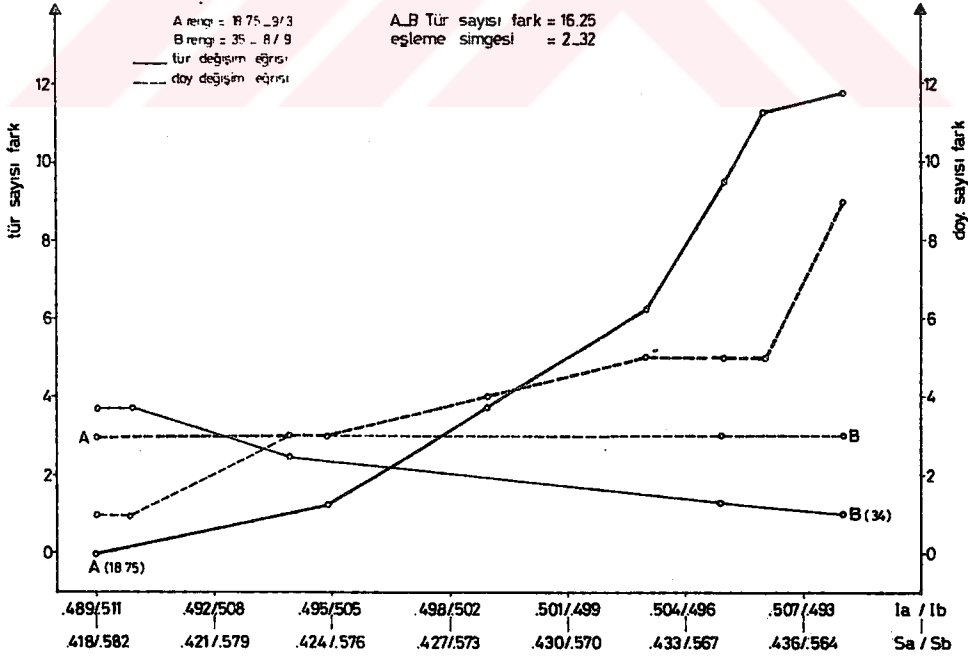
Tür sayısı fark Eşleme simgesi		16.25												16.25												17.5																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																		
		2_31				2_32				2_33				2_34				31_4				32_4				33_4				34_4				1_21				1_22				1_23				1_24																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
Doy. sayısı		3	12	3	9	3	6	3	3	12	3	9	3	6	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3

1a / 1b

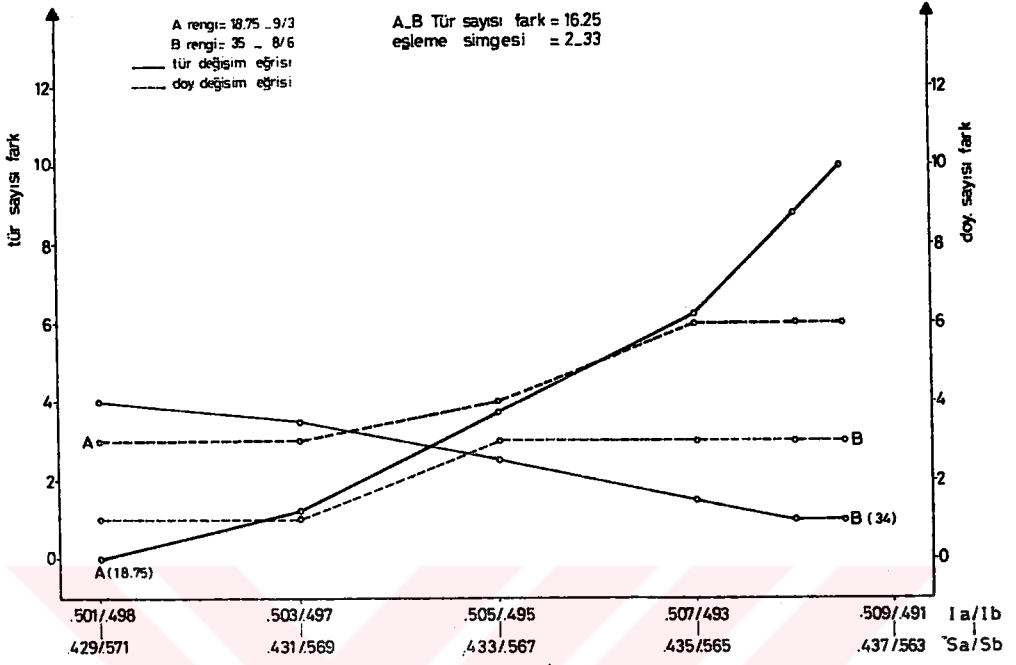
ŞEKİL 57



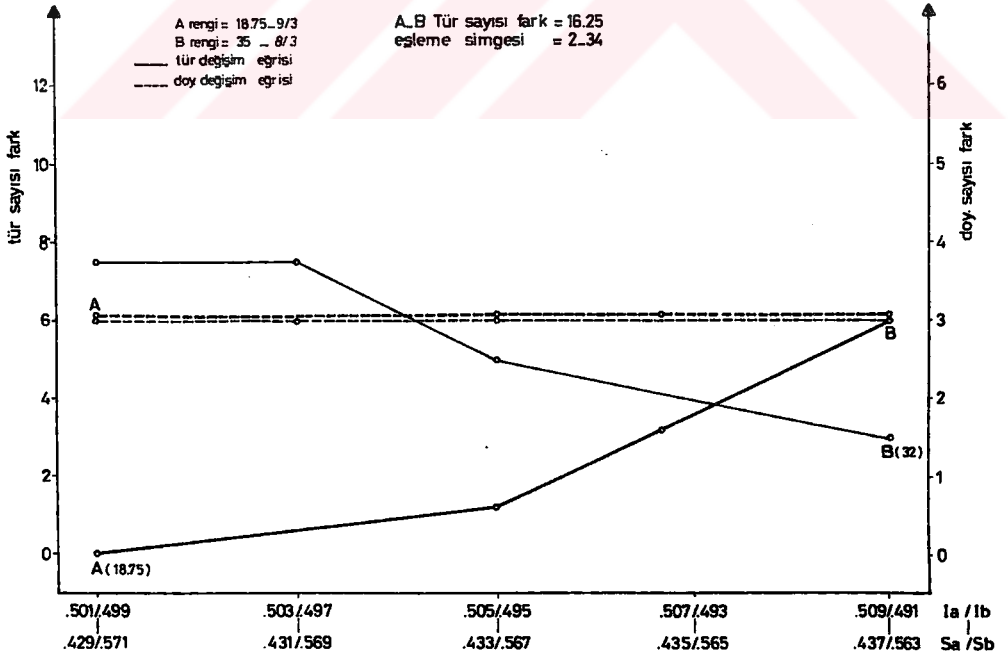
ŞEKİL 58



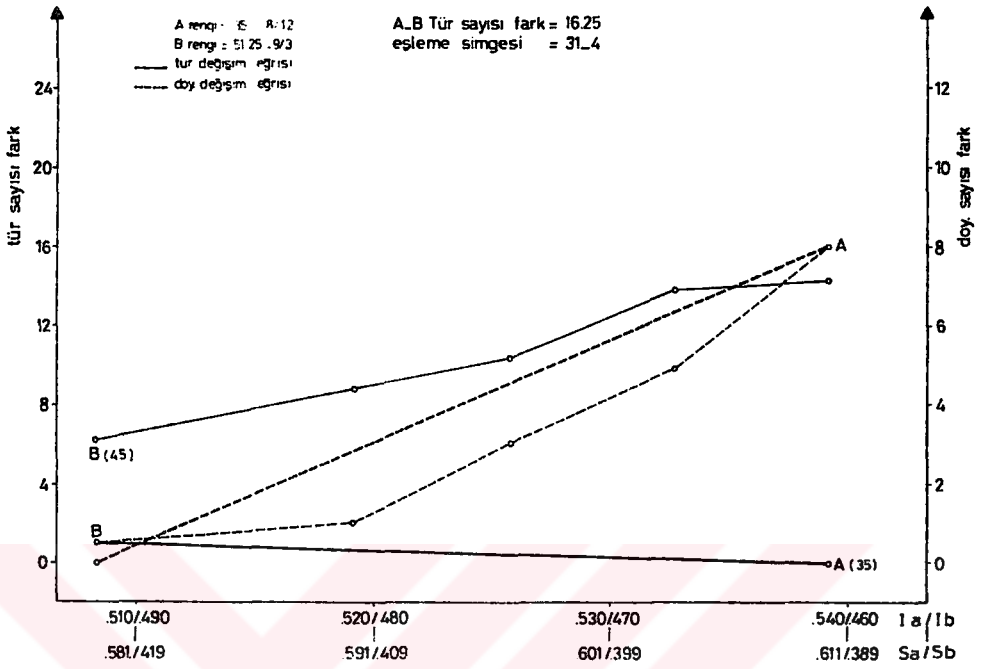
ŞEKİL 59



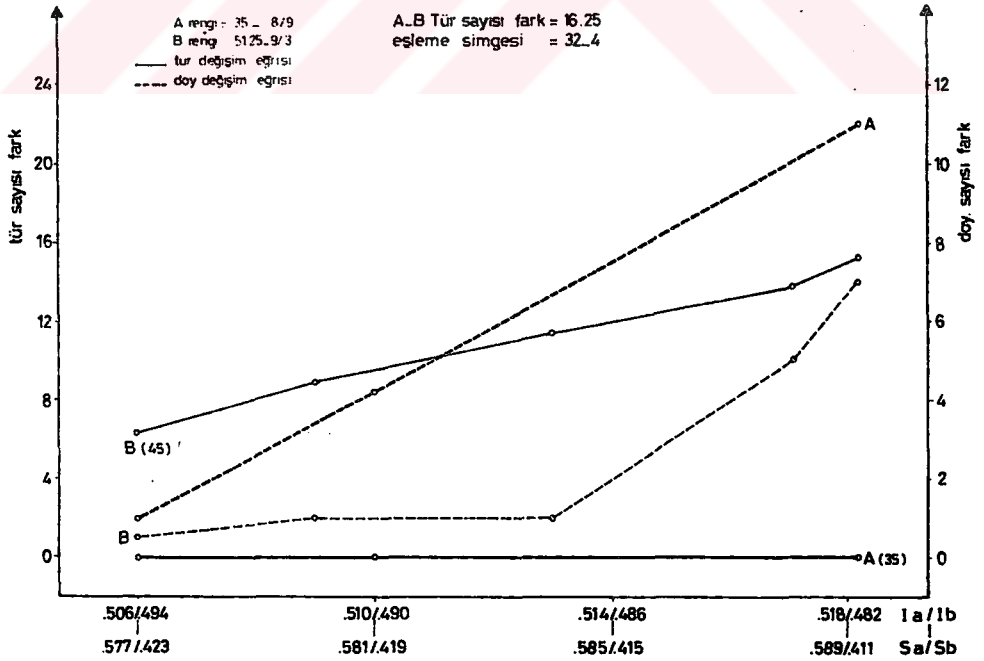
ŞEKİL 60



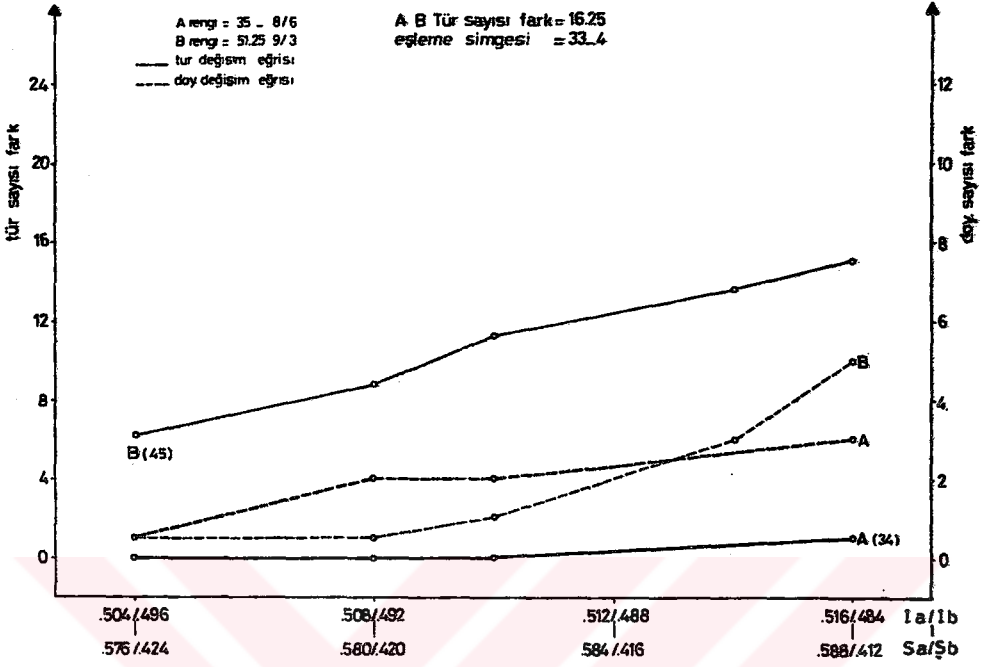
ŞEKİL 61



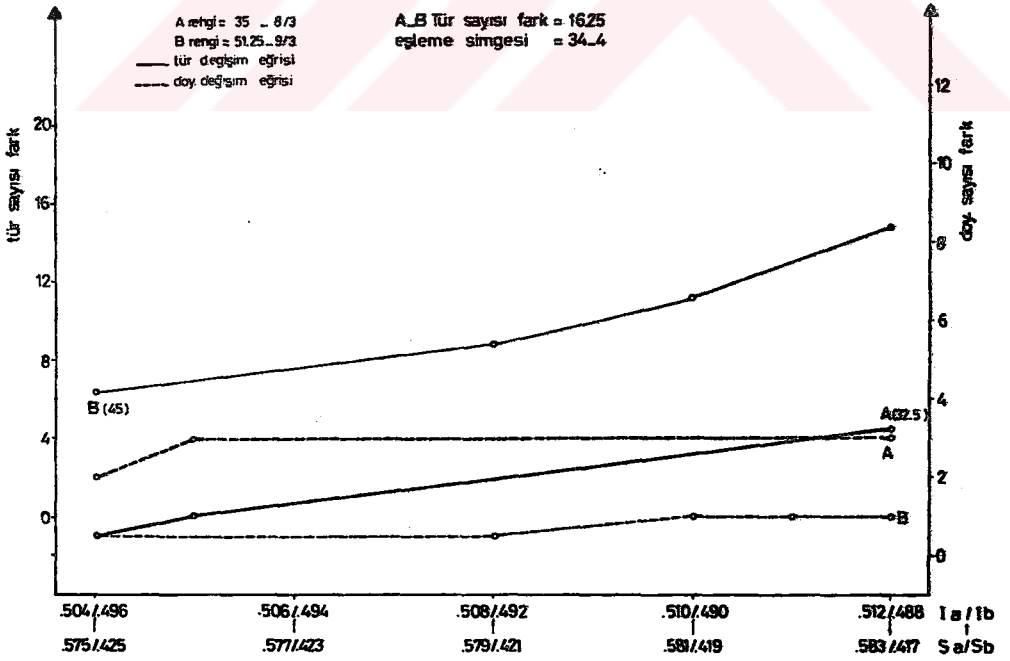
ŞEKİL 62



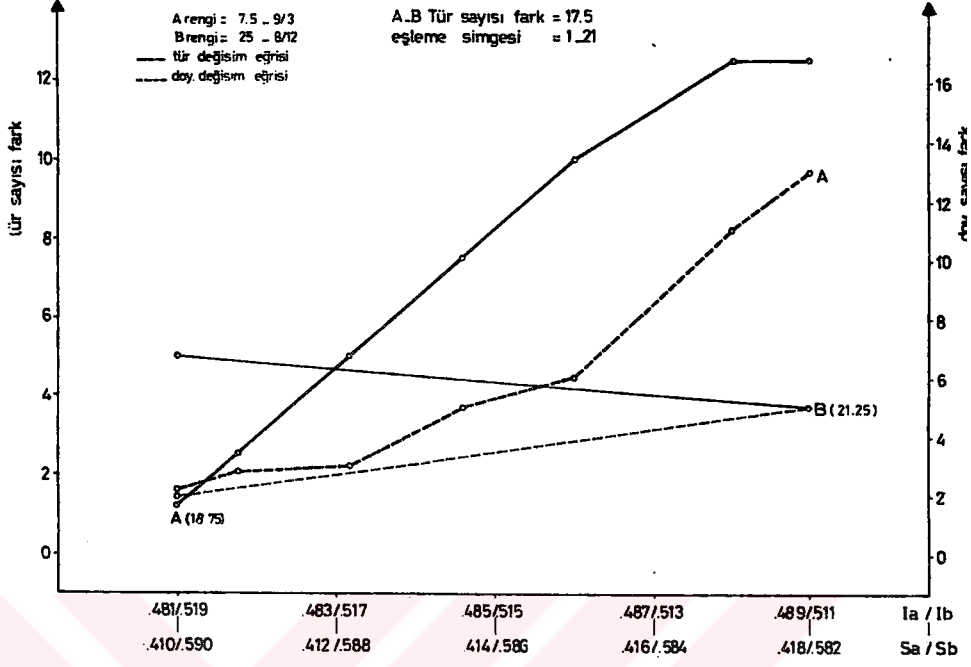
ŞEKİL 63



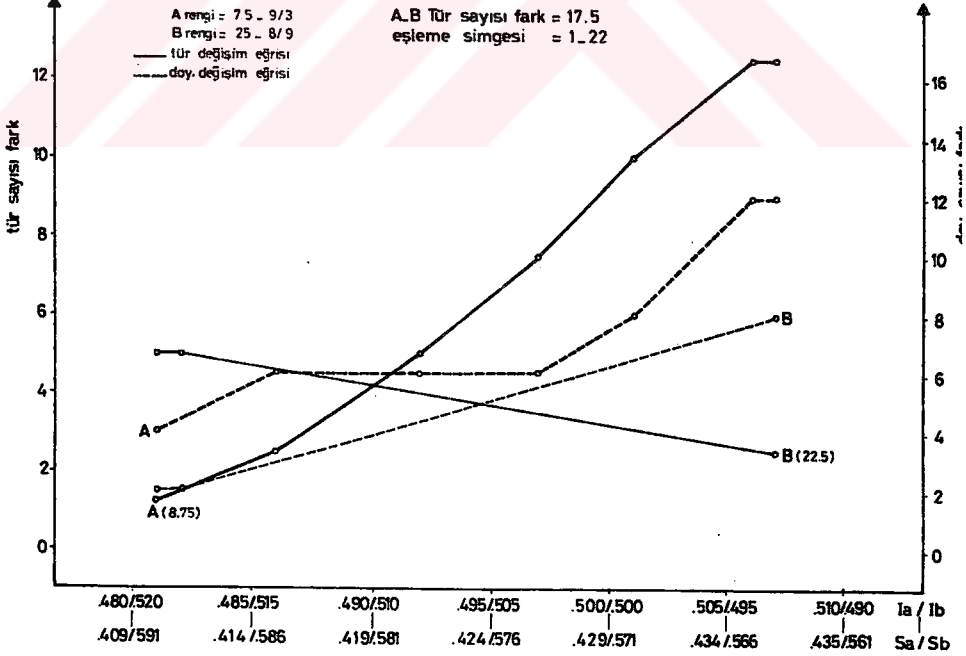
ŞEKİL 64



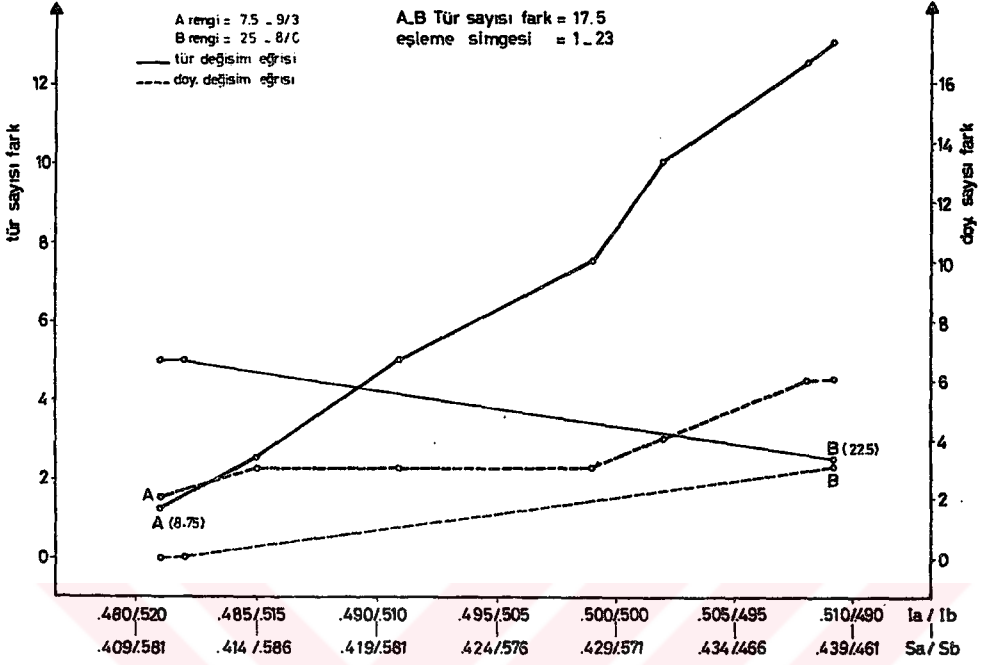
ŞEKİL 65



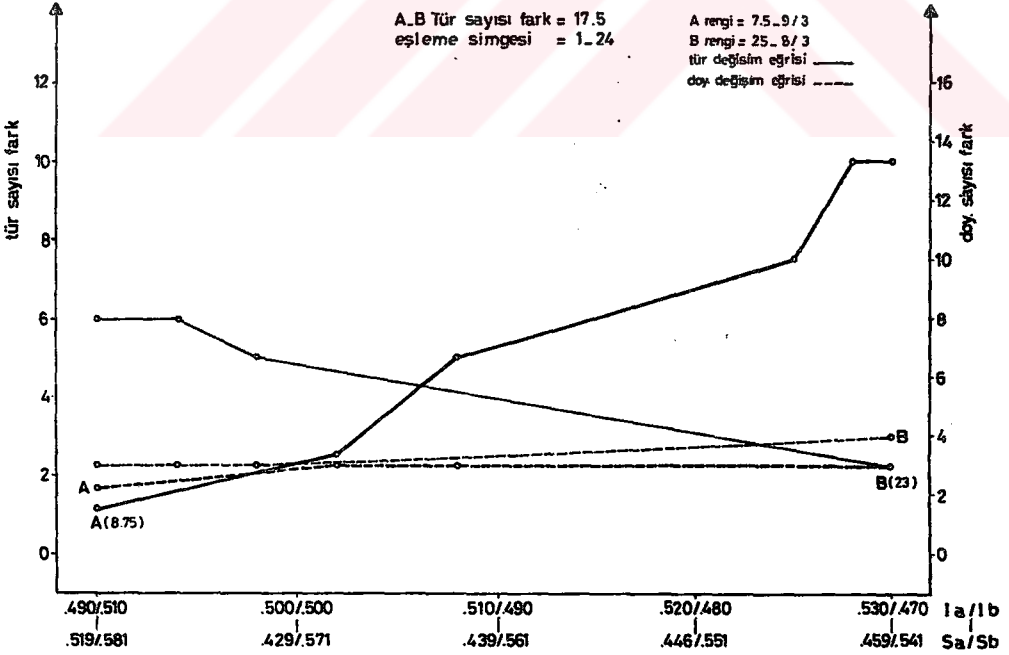
ŞEKİL 66



ŞEKİL 67



ŞEKİL 68



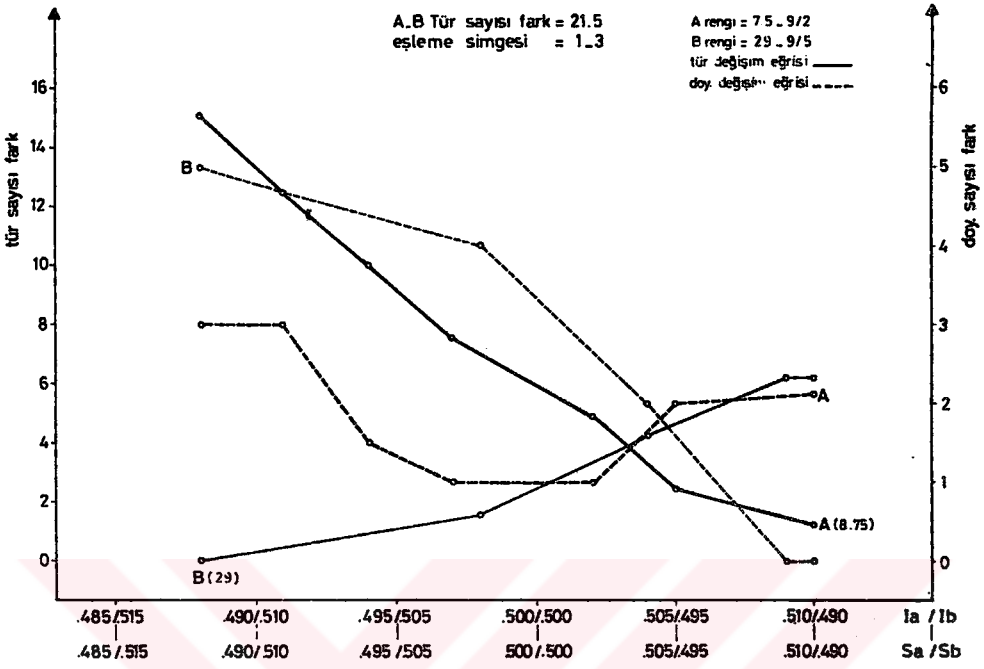
ÇİZELGE 22

Tür sayısı fark		21.5										22.25	
Eşleme simgesi		1_3		11_3		12_3		13_3		14_3		3_4	
Doy. sayısı		3	3	12	3	9	3	6	3	3	3	3	3
Doy. sapması		A'	B'	A'	B'	A'	B'	A'	B'	A'	B'	A'	B'
la / lb	0.470 / 0.530									2	3		
	0.475 / 0.525									2	3	0	0.3
	0.480 / 0.520									2	3.2	0.4	0.2
	0.485 / 0.515	3	5							2	3.6	1	0.1
	0.490 / 0.510	3	4.8							2	3.8	1.6	0
	0.495 / 0.505	1.5	4.2					6	7	2	4	2.3	0
	0.500 / 0.500	1	3.2					5	6	2	4.2	3	0
	0.505 / 0.495	2	1.8					3.5	4	2	4.5	4	0.2
	0.510 / 0.490	2.2	0					3	4	2	4.8	4.2	0.4
	0.515 / 0.485							2	3	3	5	4.5	0.9
	0.520 / 0.480					11	13	2	3			4.8	1.8
	0.525 / 0.475			12	17	10.5	8					5	2
	0.530 / 0.470			10.5	12	7	5					5	2
	0.535 / 0.465			5	5	5	5						
	0.540 / 0.460			0	5	3	5						

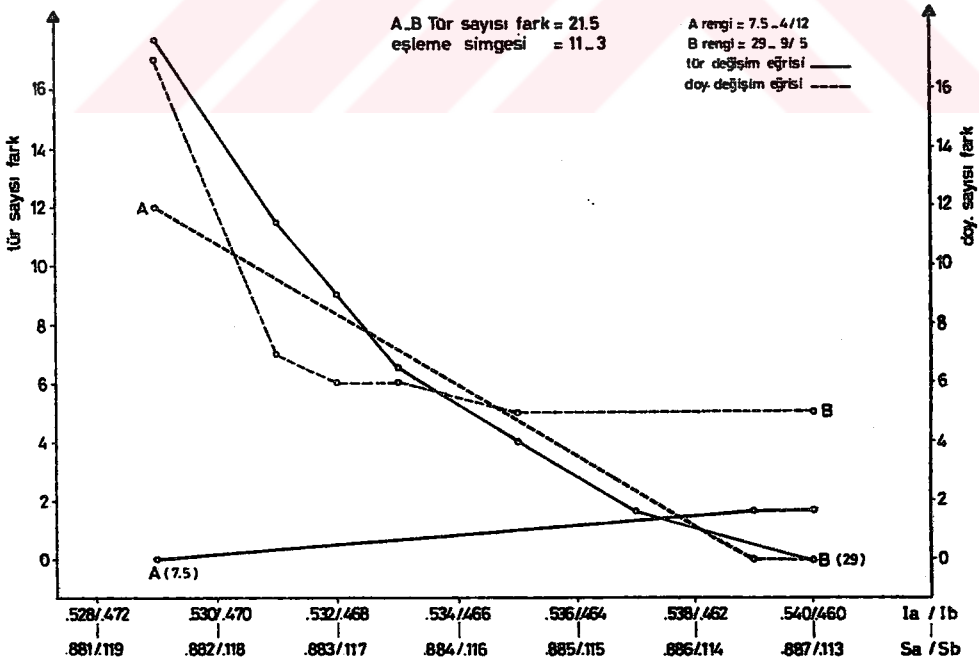
ÇİZELGE 23

Tür sayısı fark		21.5										22.25	
Eşleme simgesi		1_3		11_3		12_3		13_3		14_3		3_4	
Tür sapması		A'	B'	A'	B'	A'	B'	A'	B'	A'	B'	A'	B'
la / lb	0.470 / 0.530									9	13		
	0.475 / 0.525									8.8	10.3	6	6
	0.480 / 0.520									7.8	4	5.5	7
	0.485 / 0.515	15	0							6	3	4.5	8
	0.490 / 0.510	13	0.5							4.5	2	4	9
	0.495 / 0.505	9	1					-1	15	3.5	1.3	3	10
	0.500 / 0.500	6	2.5					-0.5	11.5	2.5	1	2	11
	0.505 / 0.495	2.5	4.5					1	4	0.8	0.8	1	12
	0.510 / 0.490	1.3	6.5					2.5	0.5	-0.5	0.5	0.8	13
	0.515 / 0.485							6	0	-1.3	0	0.5	14.3
	0.520 / 0.480					0	19	6	0			0.3	15.5
	0.525 / 0.475			0	18	0	14					0	16.3
	0.530 / 0.470			0	15	0.8	5						
	0.535 / 0.465			0.8	4	1	0.8						
	0.540 / 0.460			1.5	0	1.5	0						

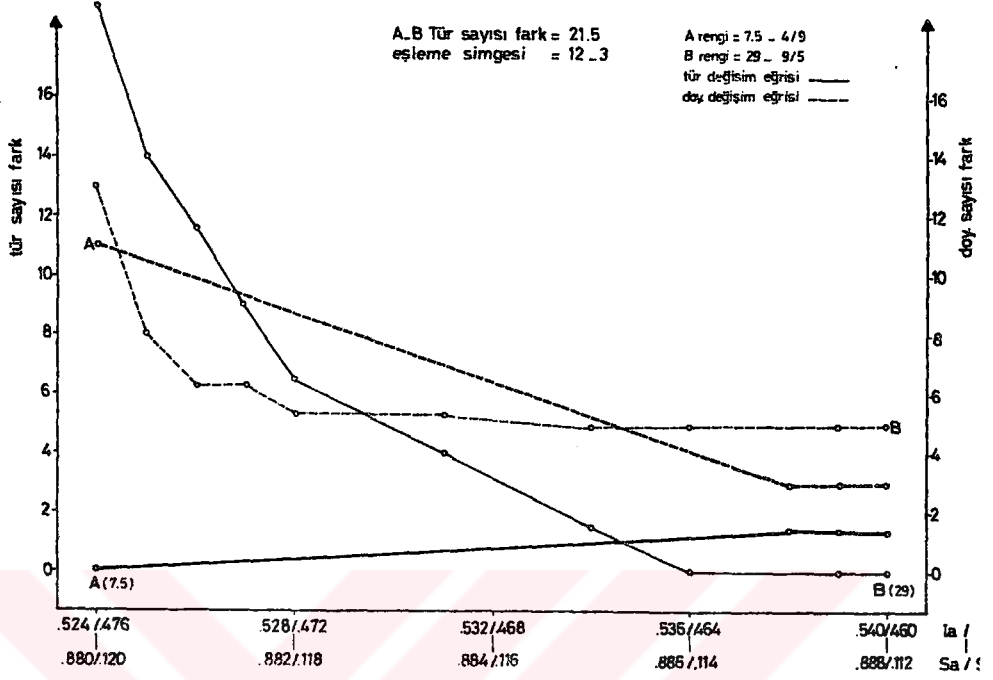
ŞEKİL 69



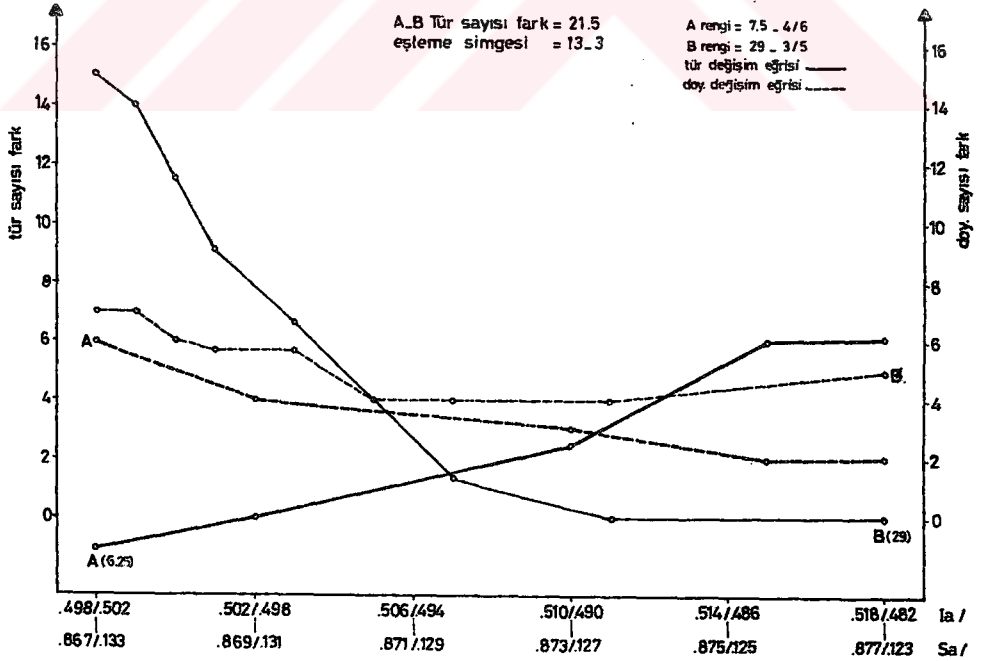
ŞEKİL 70



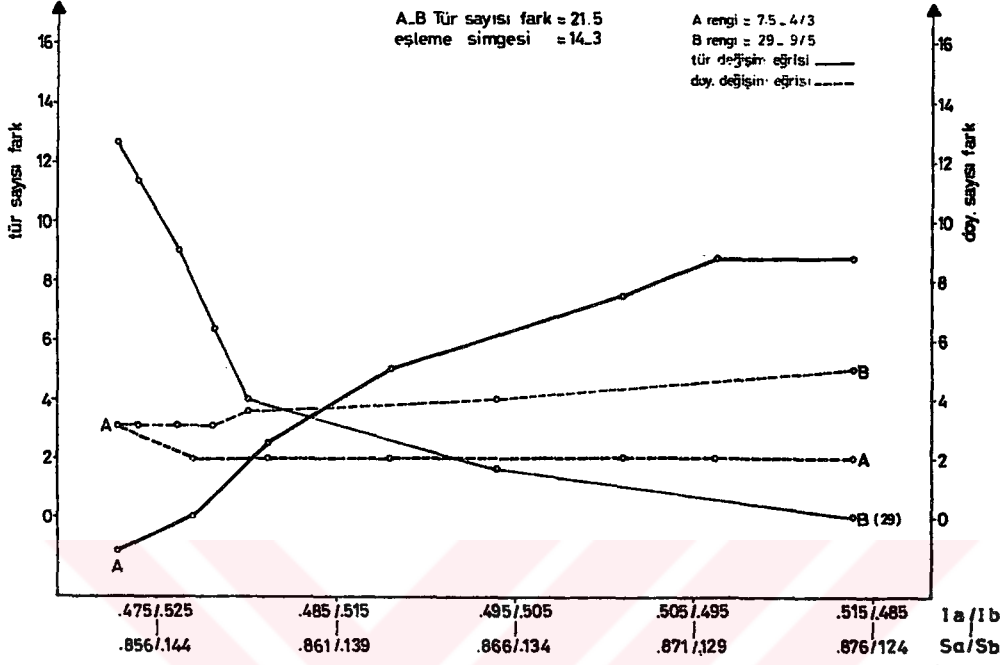
ŞEKİL 71



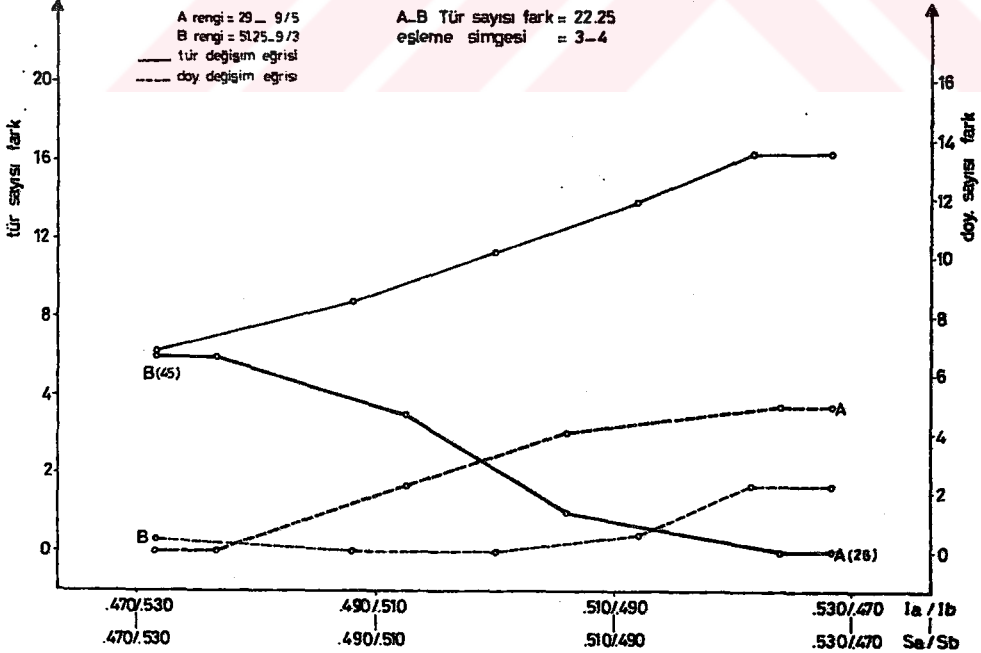
ŞEKİL 72



ŞEKİL 73



ŞEKİL 74



ÇİZELGE 24

Tür sayısı fark Eşleme simgesi Tür sapması	25												26.25												27.5											
	5_1		5_11		5_12		5_13		5_14		21_4		22_4		23_4		24_4		1_31		1_32		1_33		1_34											
	A'	B'	A'	B'	A'	B'	A'	B'	A'	B'	A'	B'	A'	B'	A'	B'	A'	B'	A'	B'	A'	B'	A'	B'	A'	B'										
0.470 / 0.530	15	13	21	0	23	0	21	-13											24.5	0																
0.475 / 0.525	12	10	2.5	-1.3	20	0	15	-13											24.5	0																
0.480 / 0.520	10	05			4.5	-0.5	4.5	-1.3											22	-0.5																
0.485 / 0.515	9	0			2.5	-1	2.5	-1.3											17	-1																
0.490 / 0.510	7.5	-2.5			0	-1.3	2.5	-1.3	17.5	-1.3									14	-1.3																
0.495 / 0.505	5.5	-3					2.5	-1.3	4	-2									11	-1.5	20	-1	18.3	-1	15	-3										
0.500 / 0.500	5	-4							2.5	-3	2	-6.3						7.5	-6.3	8	-2	16	-1.5	7.5	-5	7.5	-7.5									
0.505 / 0.495	4.5	-4.5							2.5	-6.3	1	-7	3	-6.3	5	-6.3	2.5	-3.5	6.5	-2.3	7.5	-2.5	1.3	-8	1.3	-12										
0.510 / 0.490	3.5	-5									0	-8.5	0	-9	0	-16	-2	-17.5	5	-2.5	3	-5														
0.515 / 0.485	3	-6.5									-0.9	-9.5	-2.5	-22	-2.5	-19			3	-3	1.3	-5														
0.520 / 0.480	2.5	-8							-1.5	-11									1.3	-3																
0.525 / 0.475	0	-10							-2	-12.2																										
0.530 / 0.470									-2.8	-13.8																										
0.535 / 0.465									-3	-17																										
0.540 / 0.460									-3.5	-21																										
0.545 / 0.455									-3.8	-24																										

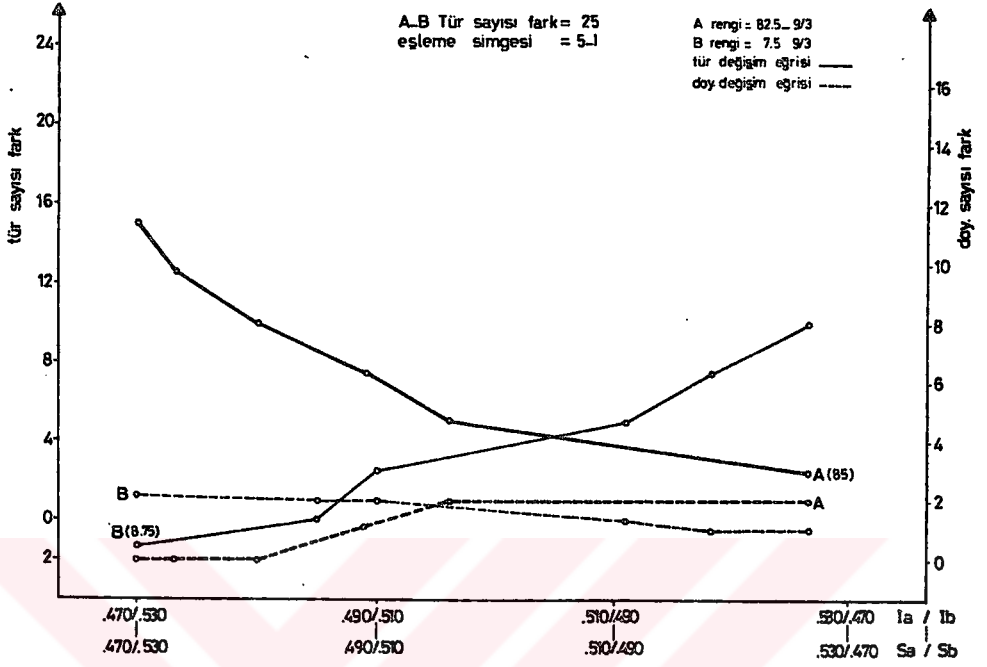
Alt / Ort

GİZELGE 25

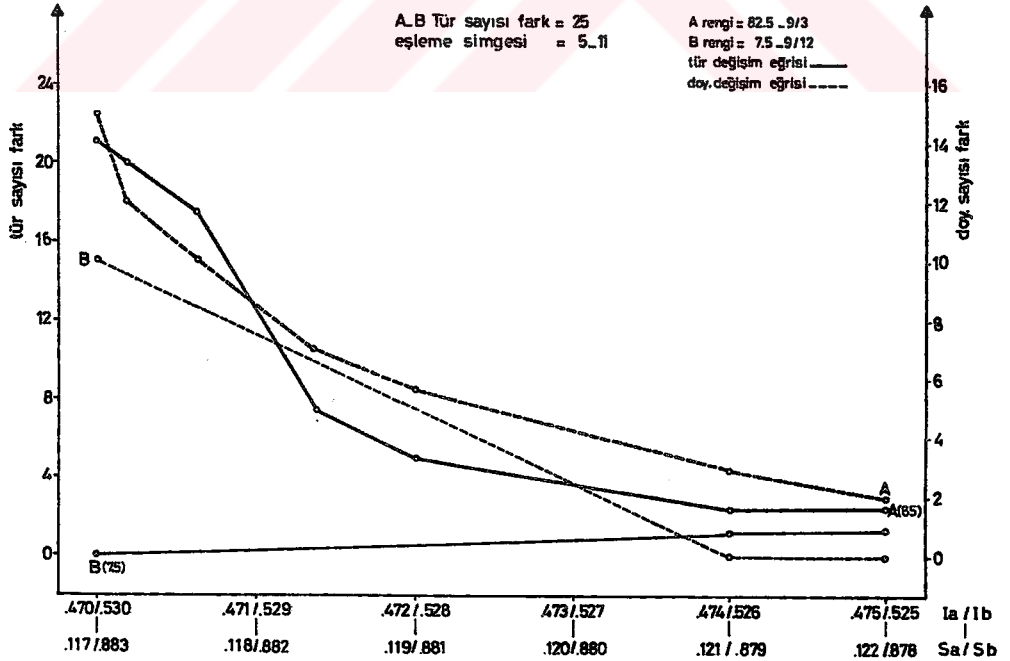
Tür sayısı fark		25										26,25						27,5										
		5.1		5.11		5.12		5.13		5.14		21.4		22.4		23.4		24.4		1.31		1.32		1.33		1.34		
Eşleme simgesi		3	3	3	12	3	9	3	6	3	3	12	3	9	3	6	3	3	3	3	12	3	9	3	6	3	3	
Doy. sayısı		A'	B'	A'	B'	A'	B'	A'	B'	A'	B'	A'	B'	A'	B'	A'	B'	A'	B'	A'	B'	A'	B'	A'	B'	A'	B'	
Doy. sapması		0	22	16	10			7	6																			
0.470/0.530		0	21	2	0	15	11	7	55											7	8							
0.475/0.525		0	21			4	6	3	45											4	7							
0.480/0.520		0	21			3	2	3	35											2	6							
0.485/0.515		0.5	2			2	1	25	2	3	3									2	5							
0.490/0.510		1	2																	2	4	7	2	5	3	22	3	
0.495/0.505		2	18							2	1	3	25							2	4	3	35	25	22	18	22	2
0.500/0.500		2	15							2	15	0	05					1	05	2	3	2	2	2	22	1	2	1
0.505/0.495		2	13							2	1	1	05	-1	05	0	05	1	05	2	2	2	2	2	22	1	2	1
0.510/0.490		2	1									2	05	-1	05	3	2	4	1	2	1	2	1					
0.515/0.485		2	08									2	05	4	4	7	4			2	02	2	1					
0.520/0.480		2	05									2	05							2	-2							
0.525/0.475		2	05									2	1															
0.530/0.470												23	18															
0.535/0.465												25	2															
0.540/0.460												28	6															
0.545/0.455												3	8															

q1 - q2

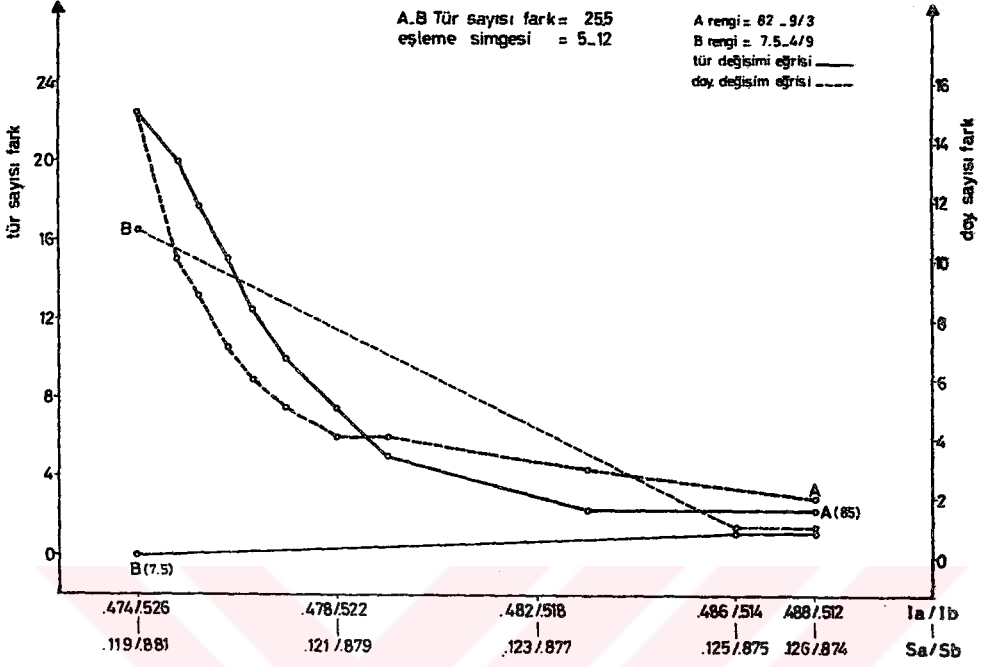
ŞEKİL 75



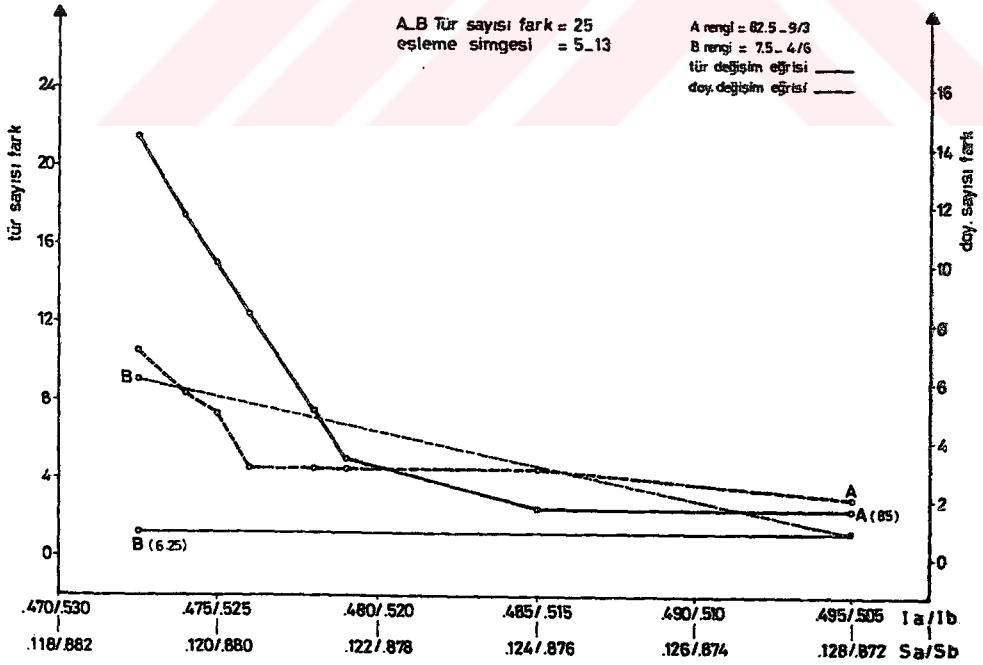
ŞEKİL 76



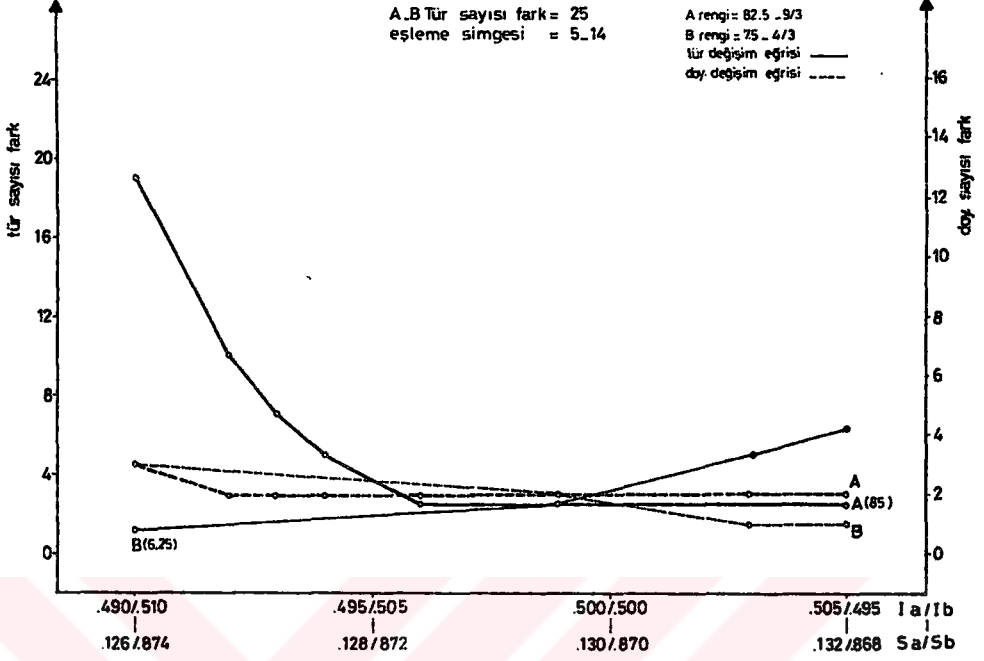
ŞEKİL 77



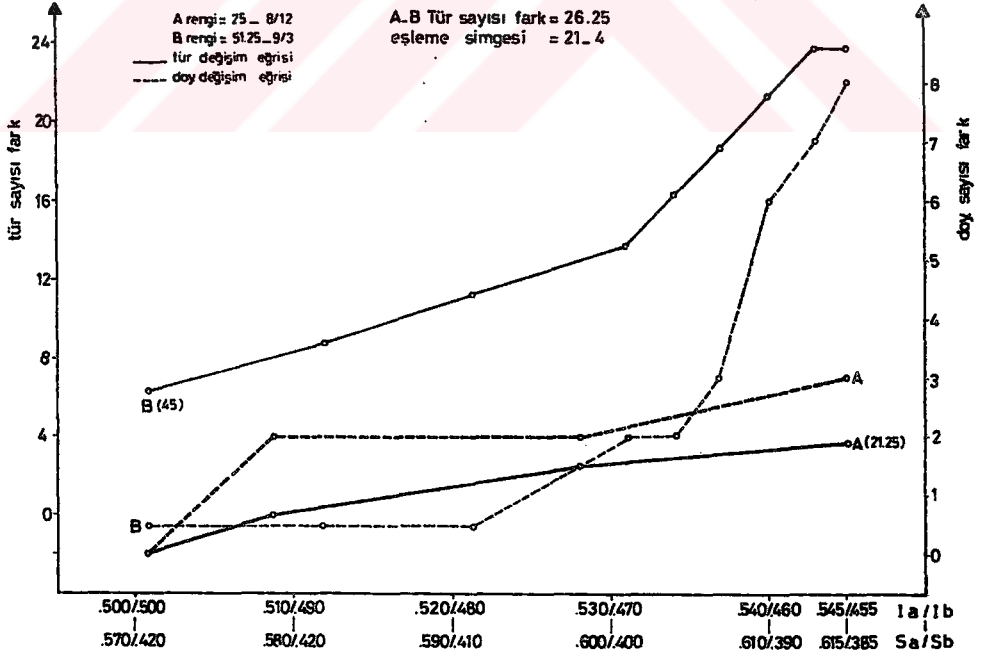
ŞEKİL 78



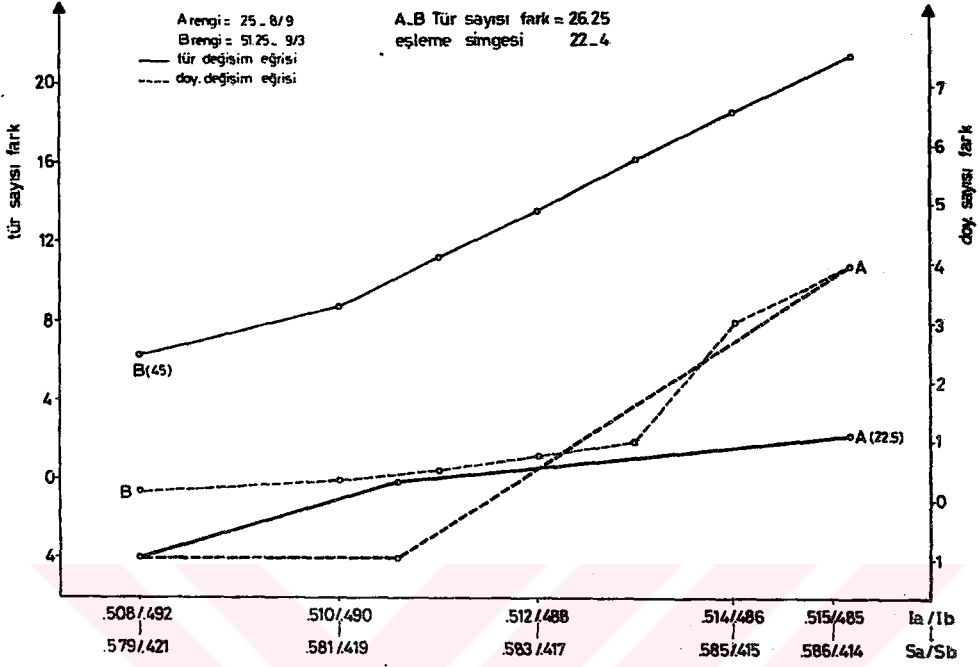
ŞEKİL 79



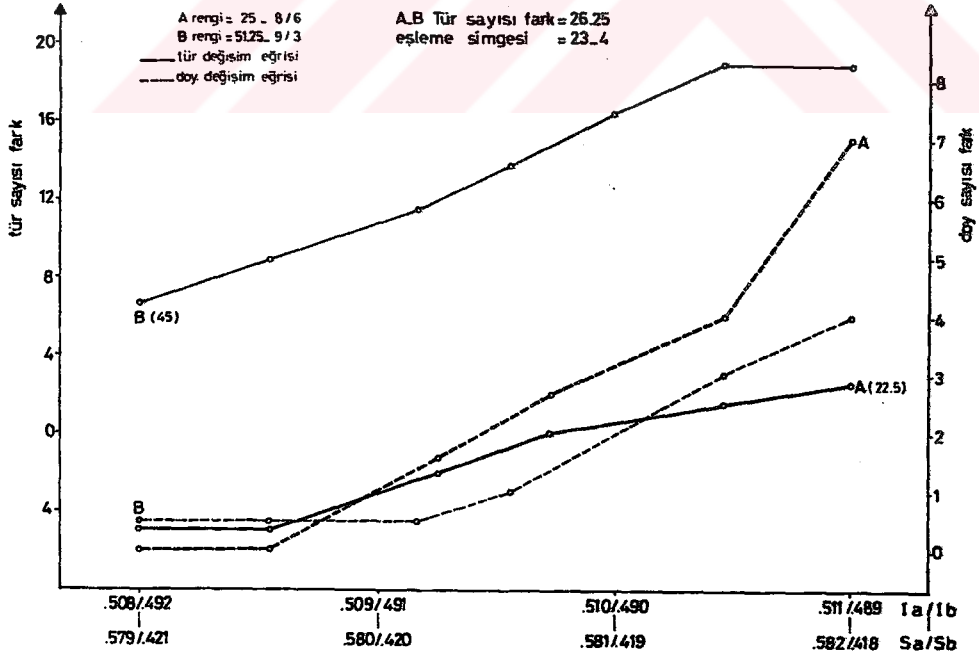
ŞEKİL 80



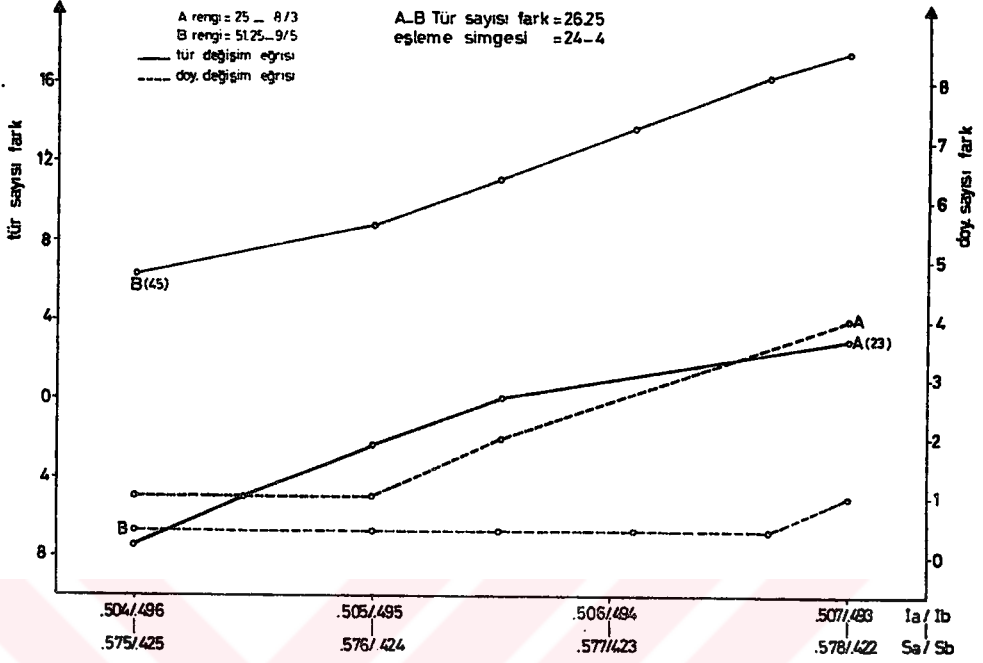
ŞEKİL 81



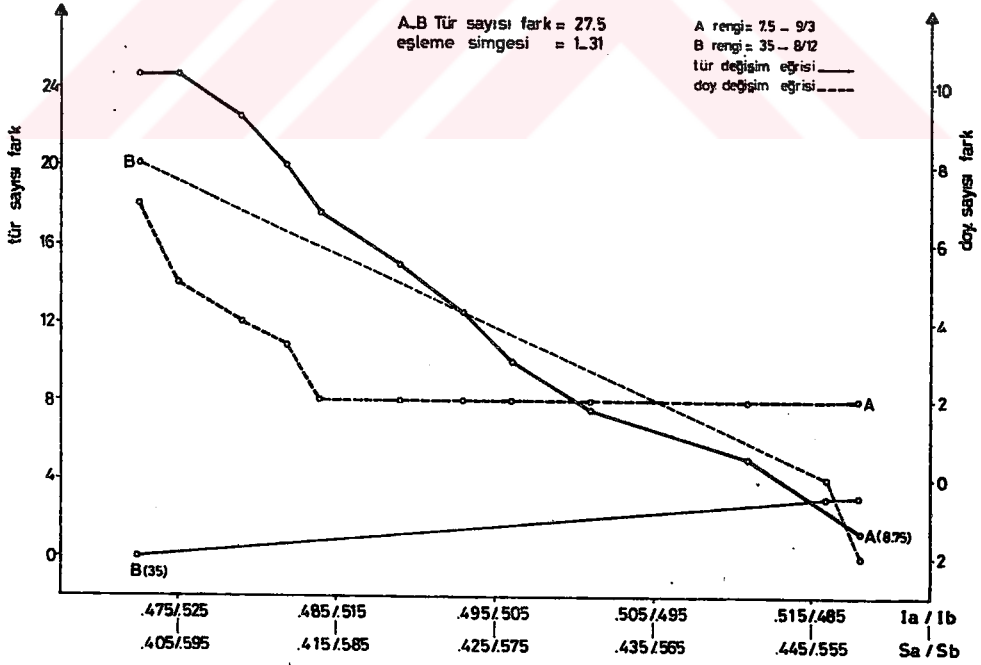
ŞEKİL 82



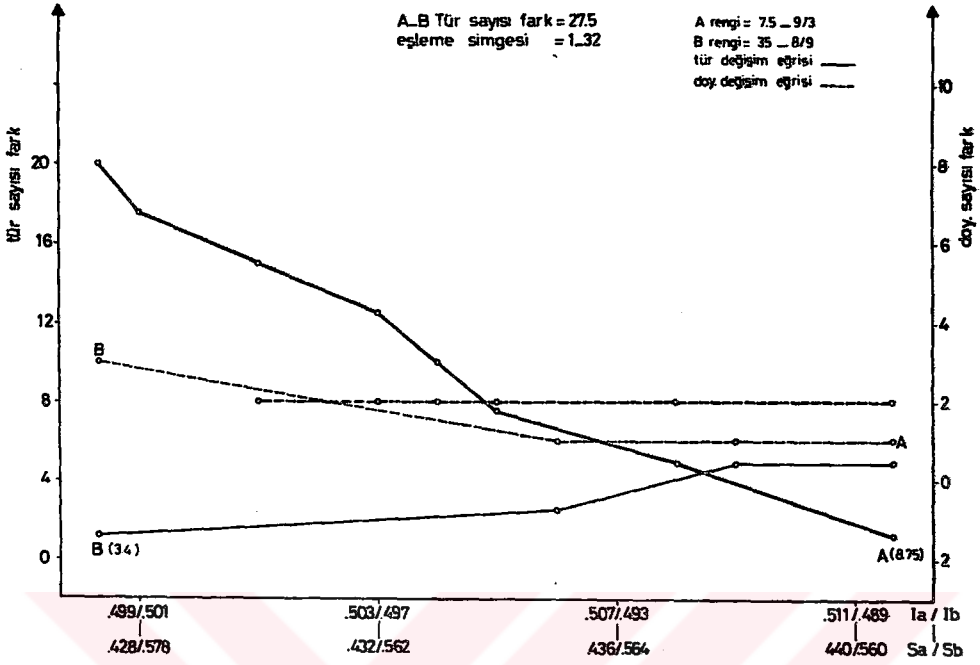
ŞEKİL 83



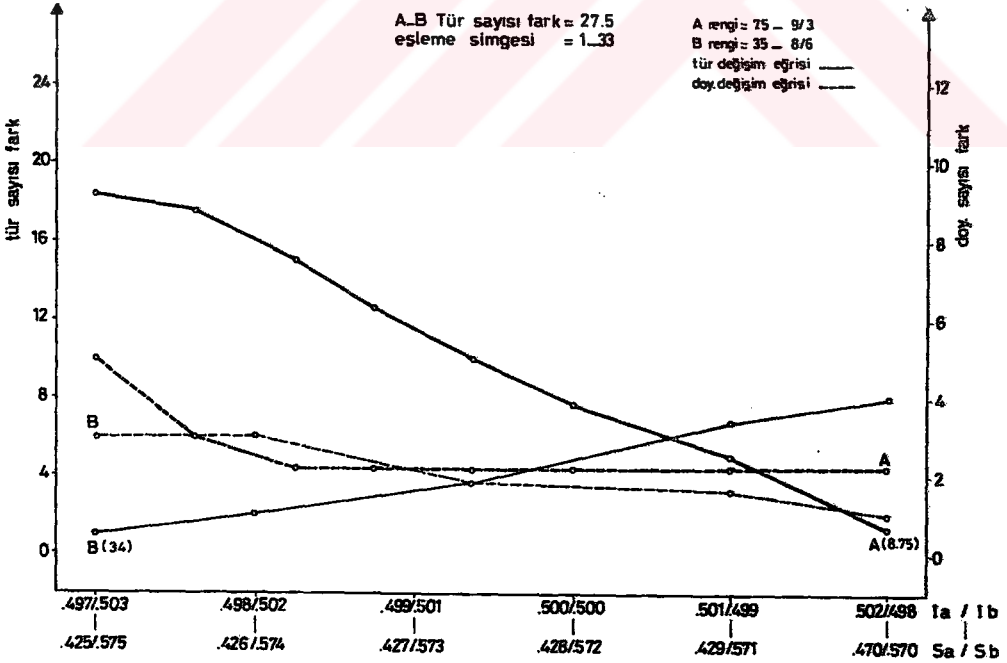
ŞEKİL 84



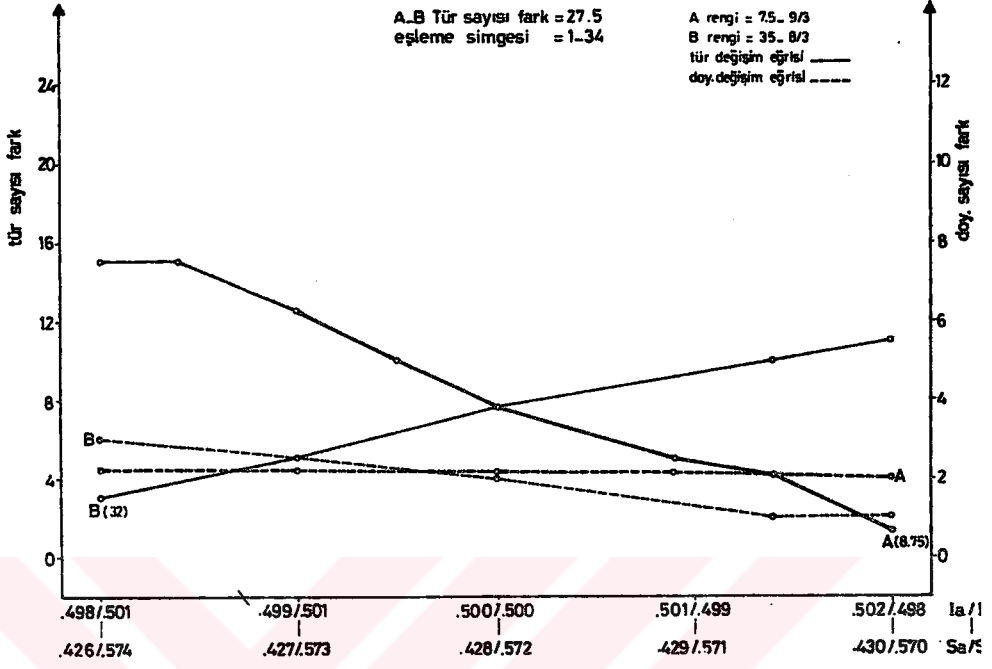
ŞEKİL 85



ŞEKİL 86



ŞEKİL 87



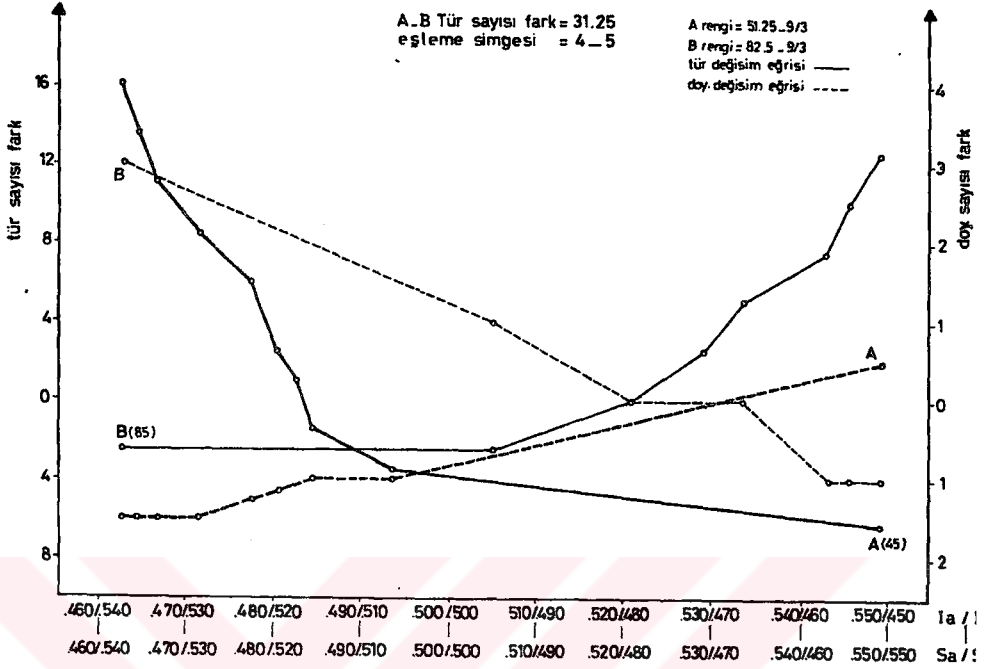
ÇİZELGE 27

Tür sayısı fark	31.25	32.5	36.25
Eşleme simgesi	4_5	2_4	5_2
Tür sapması	A' B'	A' B'	A' B'
0.460/0.540	16	2.5	
0.465/0.535	13.5	2.5	
0.470/0.530	9	2.5	10 -6.3 29 0
0.475/0.525	7.5	2.5	7.3 -7.3 21.5 -0.5
0.480/0.520	5	2.5	5 -8.3 16.5 -1
0.485/0.515	-2	2.5	3.8 -9.2 11.2 -1.5
0.490/0.510	-3	2.5	2 -10.2 8 -3
0.495/0.505	-3.5	2.5	1.2 -11.3 4.8 -4
0.500/0.500	-4	2.5	0.8 -1.3 4 -5.5
0.505/0.495	-4.2	2.5	0.5 -14 3 -8
0.510/0.490	-4.5	1.8	0.3 -15.5 2.5 -9
0.515/0.485	-4.8	1	0 -16.3
0.520/0.480	-5	0	
0.525/0.475	-5.2	-1.5	
0.530/0.470	-5.5	-2.5	
0.535/0.465	-5.8	-5	
0.540/0.460	-6	-6.5	
0.545/0.455	-6.1	-9.2	
0.550/0.450	-6.3	-12.5	

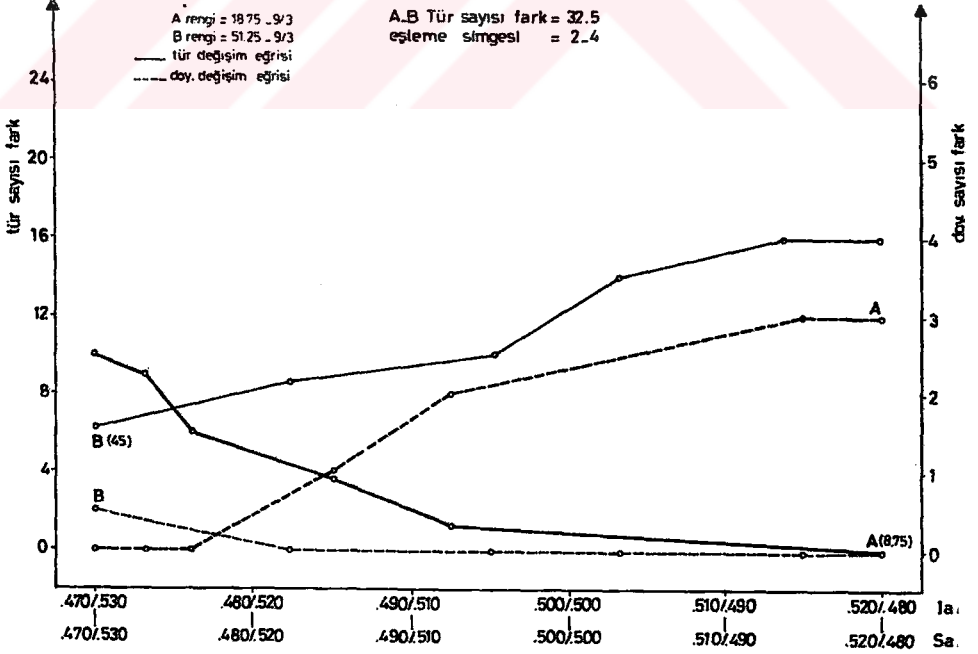
ÇİZELGE 26

Tür sayısı fark	31.25	32.5	36.25
Eşleme simgesi	4_5	2_4	5_2
Doy. sayısı	3 3 3 3 3 3	A' B' A' B' A' B'	A' B' A' B'
Doy. sapması	A' B' A' B' A' B'	A' B' A' B' A' B'	A' B' A' B'
0.460/0.540	1.5	3	
0.465/0.535	1.5	2.7	
0.470/0.530	1.5	2.5	0 0.5 0 3
0.475/0.525	1.4	2.3	0 0.3 0.7 2.8
0.480/0.520	1.2	2.2	0.4 0.1 1 2.6
0.485/0.515	1	1.9	1 0 1 2.3
0.490/0.510	1	1.7	1.7 0 1 1.4
0.495/0.505	1	1.5	2.1 0 3 0.5
0.500/0.500	0.9	1.2	2.3 0 3 0.2
0.505/0.495	0.7	1	2.5 0 3 0
0.510/0.490	0.5	0.7	2.8 0 3 0
0.515/0.485	0.3	0.3	3 0
0.520/0.480	0.2	0	
0.525/0.475	0.1	0	
0.530/0.470	0	0	
0.535/0.465	0.1	0	
0.540/0.460	0.3	-0.7	
0.545/0.455	0.4	-1	
0.550/0.450	0.5	-1	

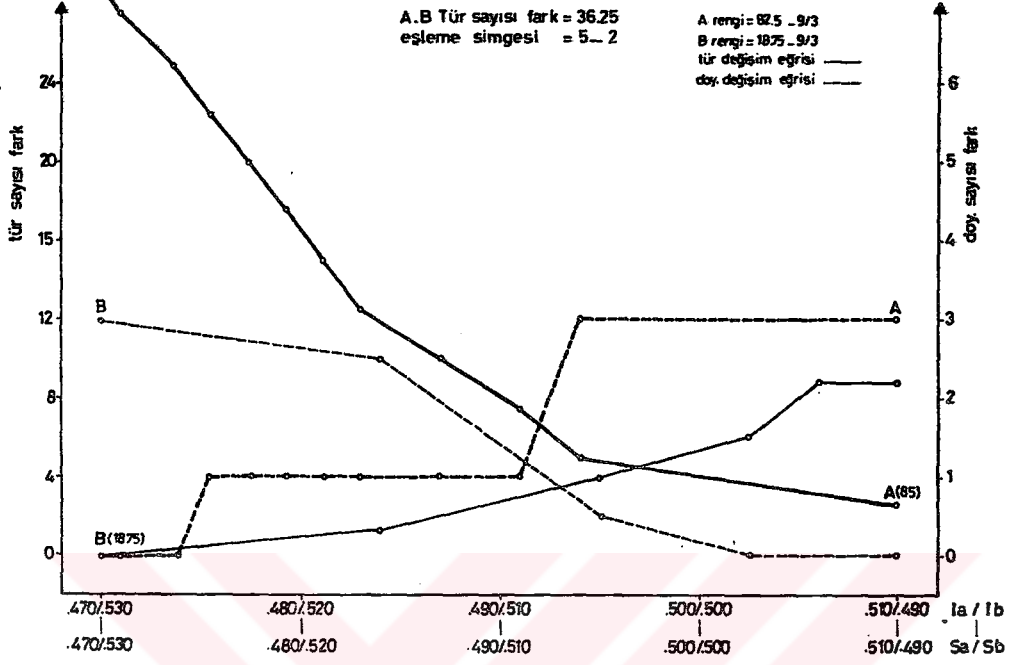
ŞEKİL 88



ŞEKİL 89



SEKİL 90



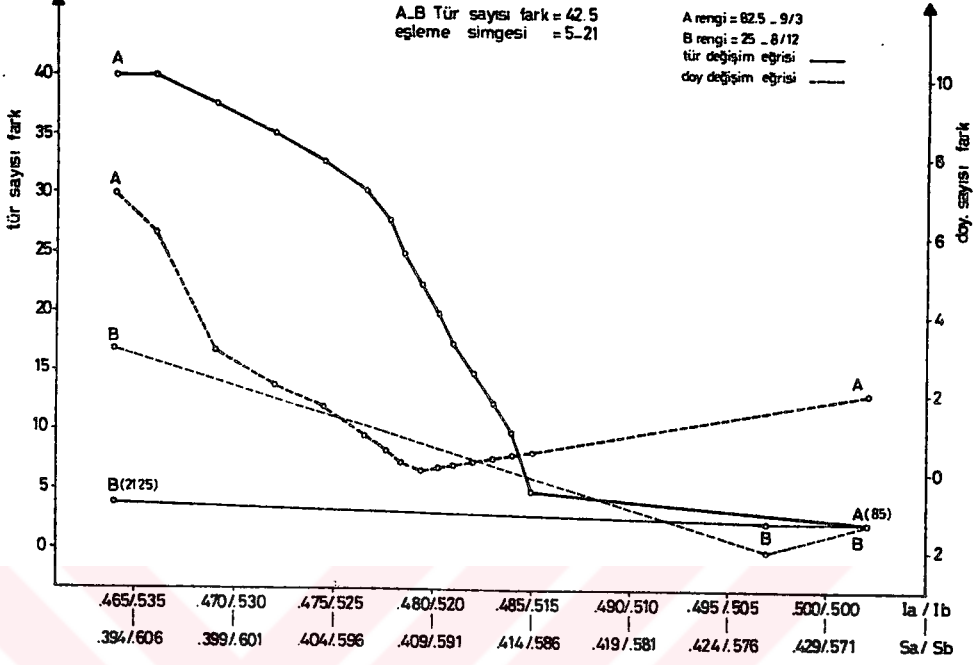
Tür sayısı fark Eşleme simgesi		42.5								43.75								46.5					
		5-21		5-22		5-23		5-24		1-4		11-4		12-4		13-4		14-4		5-3			
Tür sapması		A'	B'	A'	B'	A'	B'	A'	B'	A'	B'	A'	B'	A'	B'	A'	B'	A'	B'	A'	B'		
0.460/0.540		40	-41								-63									42	0		
0.465/0.535		40	-4								125	-7								40	0		
0.470/0.530		36	-37								10	-75								38	-02		
0.475/0.525		32	-35								8	-87								35	-04		
0.480/0.520		21	-32								6	-95								31	-05		
0.485/0.515		5	-3								4	-105								29	-06		
0.490/0.510		4	-3						25	63	25	-115								12	-08		
0.495/0.505		3	-28	25	-25	25	25	25	25	2	-125									9	-1		
0.500/0.500		27	-26	45	-25	38	25	35	2	2	-135								0	-63	7	-11	
0.505/0.495		25	-25	23	-25					2	-145					13	-63	11	-63	0	-63	5	-13
0.510/0.490				38	-25					16	-155	0	-6	13	-63	13	-63	13	-63	45	-16		
0.515/0.485										14	-18	0	-6	12	-63	1	-63	13	-63	4	-2		
0.520/0.480										13	-26	0	-6	11	-63	-05	-95	13	-63	37	-25		
0.525/0.475												0	-6	1	-65	-1	-16	13	-11	35	-3		
0.530/0.470												0	-6	08	-8	-12	-39	13	-42	32	-4		
0.535/0.465												0	-6	06	-9	-13	-41	13		3	-4		
0.540/0.460												0	-7	05	-105					25			
0.545/0.455												0	-8	04	-12								
0.550/0.450												0	-10	04	-19								
0.555/0.445												0	-23	03	-34								
0.560/0.440												0	-34	02	-40								
0.565/0.435												0	-37	01	-44								
0.570/0.430												0	-40	0	-45								
0.575/0.525												0	-41										
0.580/0.520												0	-42										

la / lb

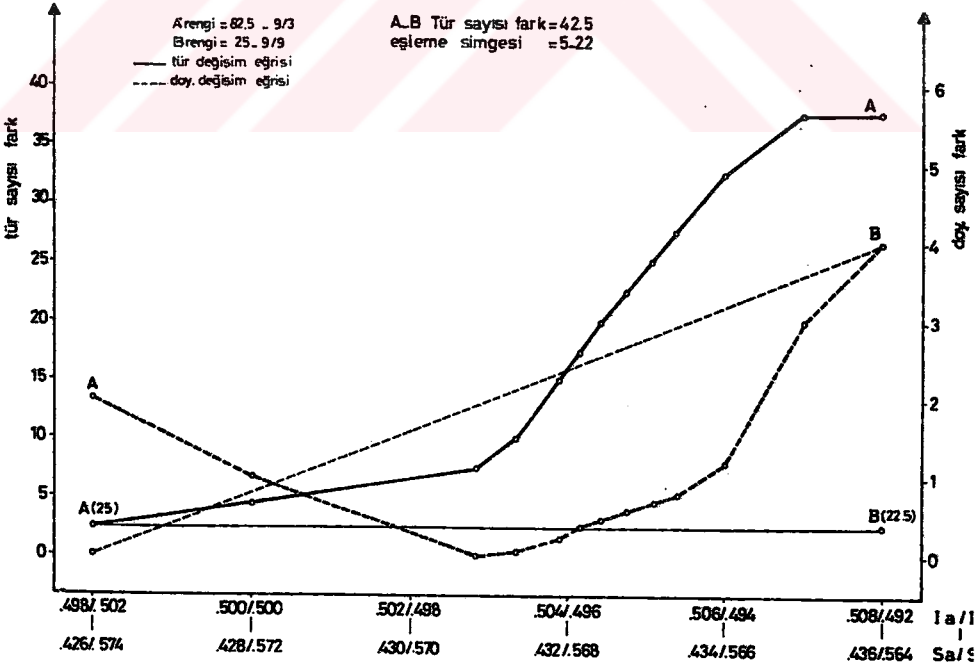
la / lb

Tür sayısı fark		425						4375						465	
		5_21	5_22	5_23	5_24	1_4	11_4	12_4	13_4	14_4	5_3	5_3	5_3	5_3	5_3
Eşleme simgesi	Doy. sayısı	3	12	3	9	3	6	3	3	9	3	3	3	3	3
Doy. sapması		A'	B'	A'	B'	A'	B'	A'	B'	A'	B'	A'	B'	A'	B'
0.460/0.540	7	3				-2	0.3							0	4.7
0.465/0.535	6.5	2.8				-2	0.2							-0.2	4.2
0.470/0.530	2.5	2				-1.8	0.1							-0.4	3.7
0.475/0.525	1.6	1.3				-0.8	0							-0.6	3.2
0.480/0.520	0.1	0.5				-0.3	0							-0.9	2.7
0.485/0.515	0.5	-0.2				0.3	0							-0.6	2.2
0.490/0.510	0.9	-1				2	0	1	0					0	1.7
0.495/0.505	1.3	-1.7	2	0	2	1	2	1.2	0.7					0	4.2
0.500/0.500	1.8	-1.5	1.2	0.8	2	5	0	4	1.4	0.9				-1	0.5
0.505/0.495	2	-1.2	0.6	2.8										0	0.7
0.510/0.490			4	4										0	0.2
0.515/0.485														0	0.3
0.520/0.480														0	0.4
0.525/0.475														0	0.8
0.530/0.470														0	1.2
0.535/0.465														0	1.5
0.540/0.460														0	1.5
0.545/0.455														0	1.5
0.550/0.450														0	1.5
0.555/0.445														0	1.5
0.560/0.440														0	1.5
0.565/0.435														0	1.5
0.570/0.430														0	1.5
0.575/0.425														0	1.5
0.580/0.420														0	1.5

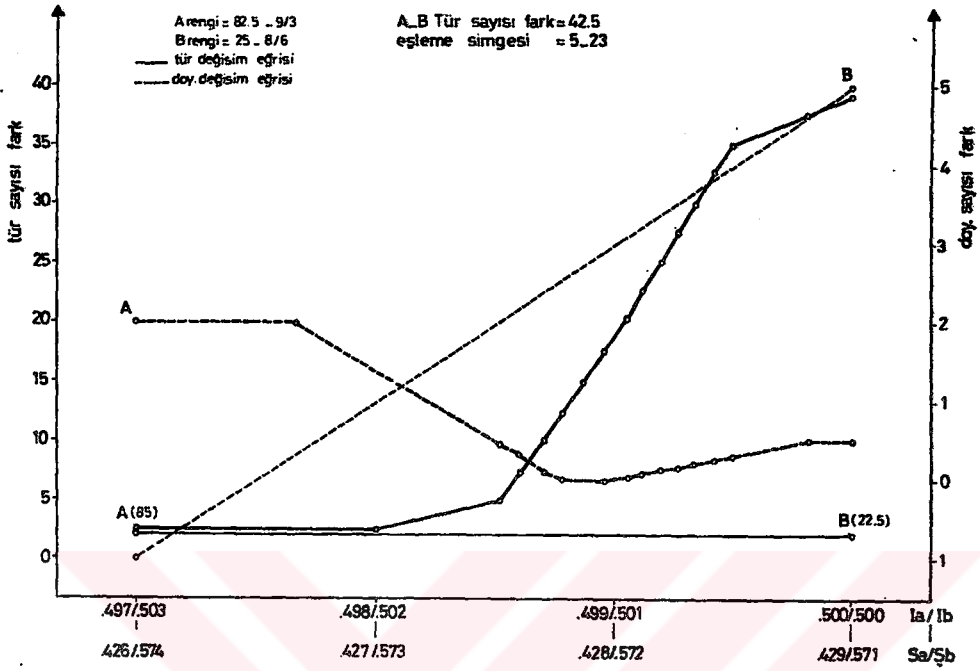
ŞEKİL 91



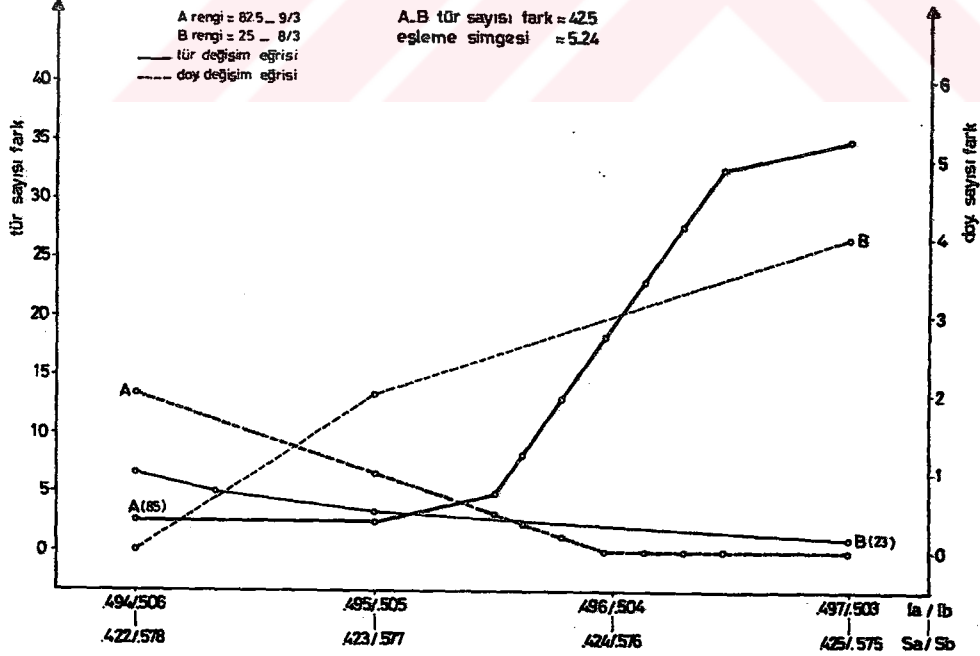
ŞEKİL 92



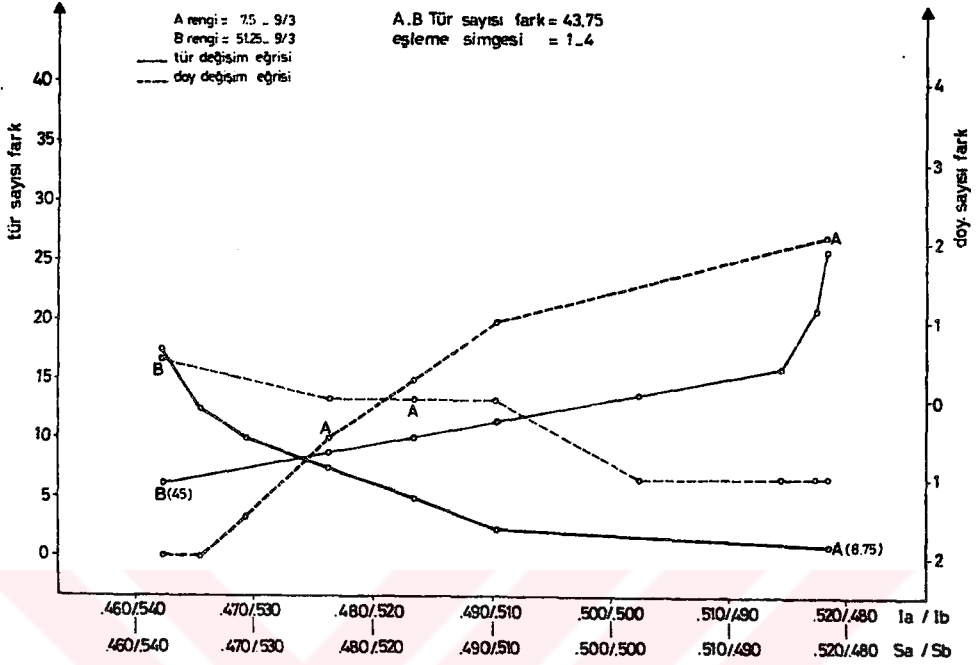
ŞEKİL 93



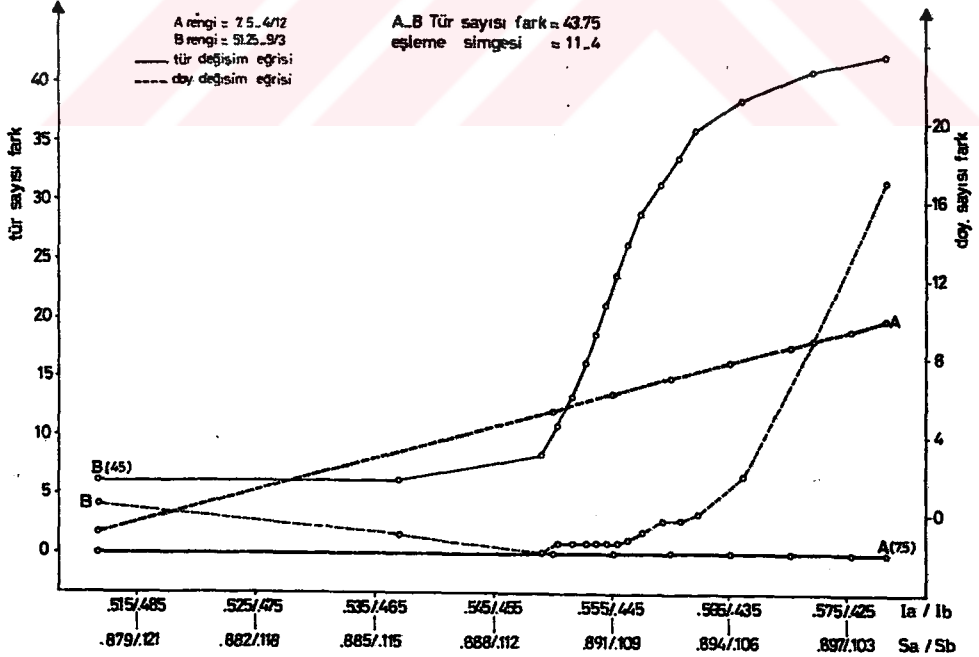
ŞEKİL 94



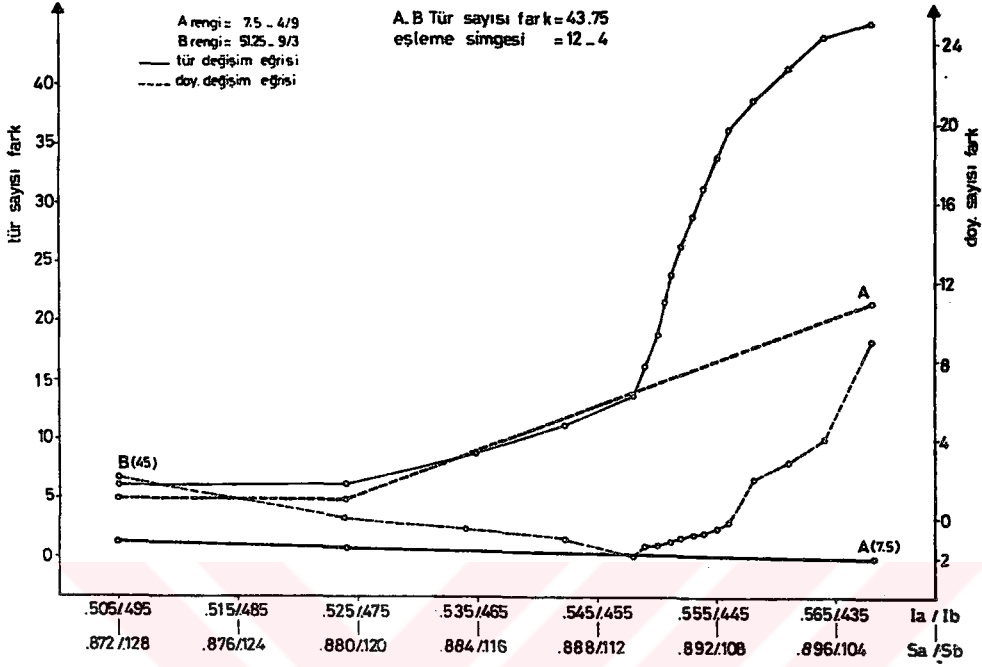
ŞEKİL 95



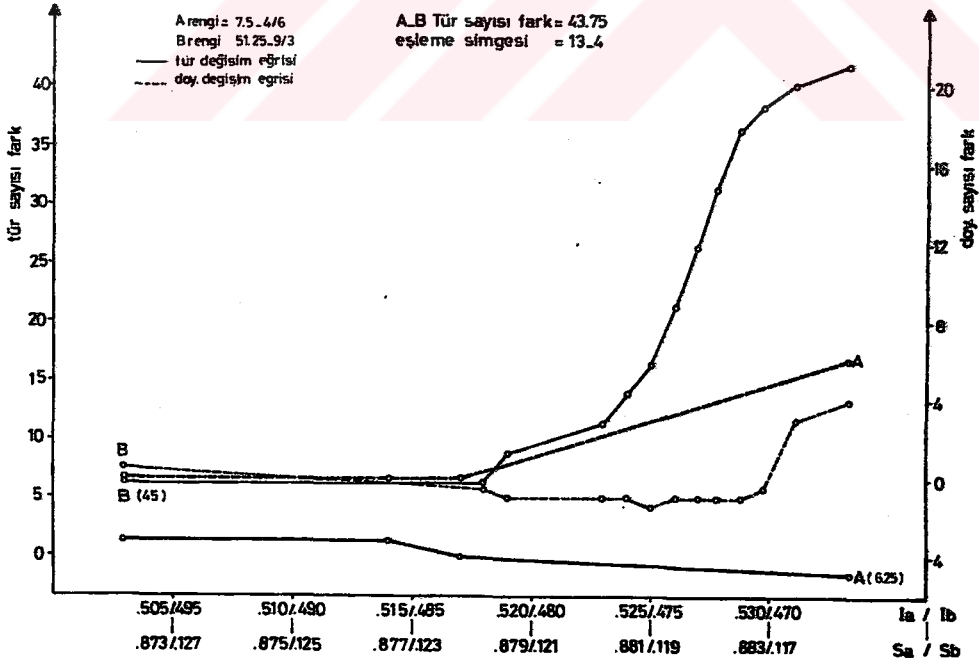
ŞEKİL 96



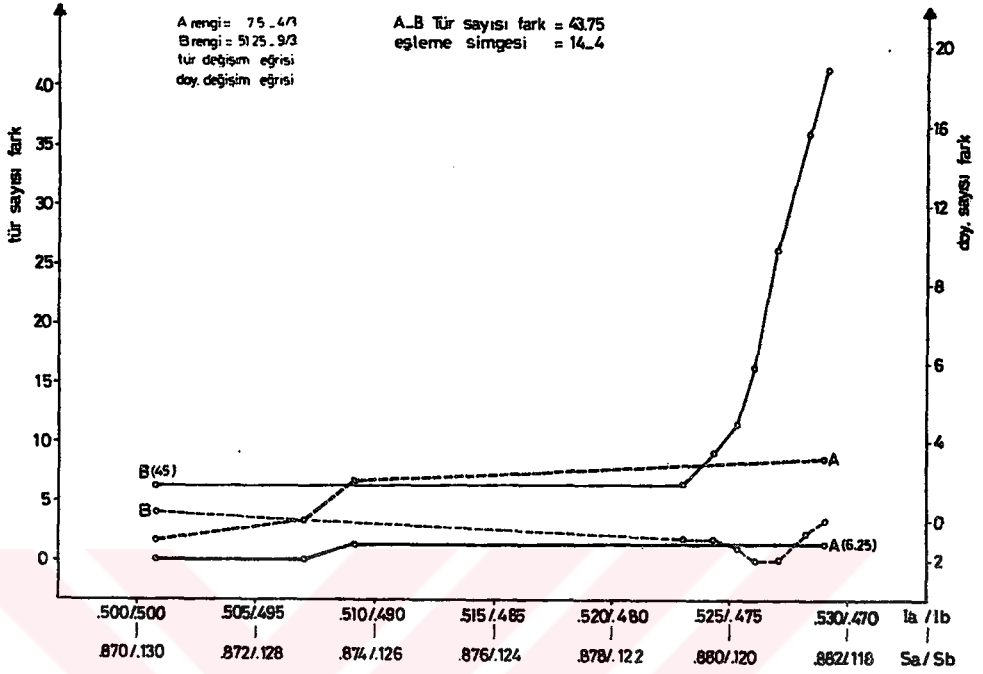
ŞEKİL 97



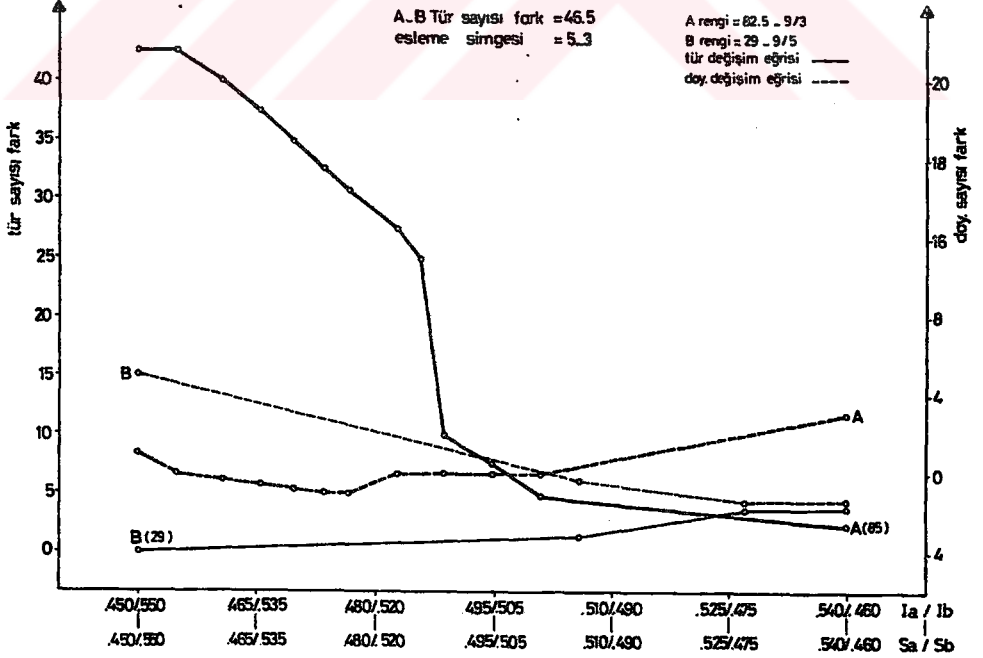
ŞEKİL 98



ŞEKİL 99



ŞEKİL 100



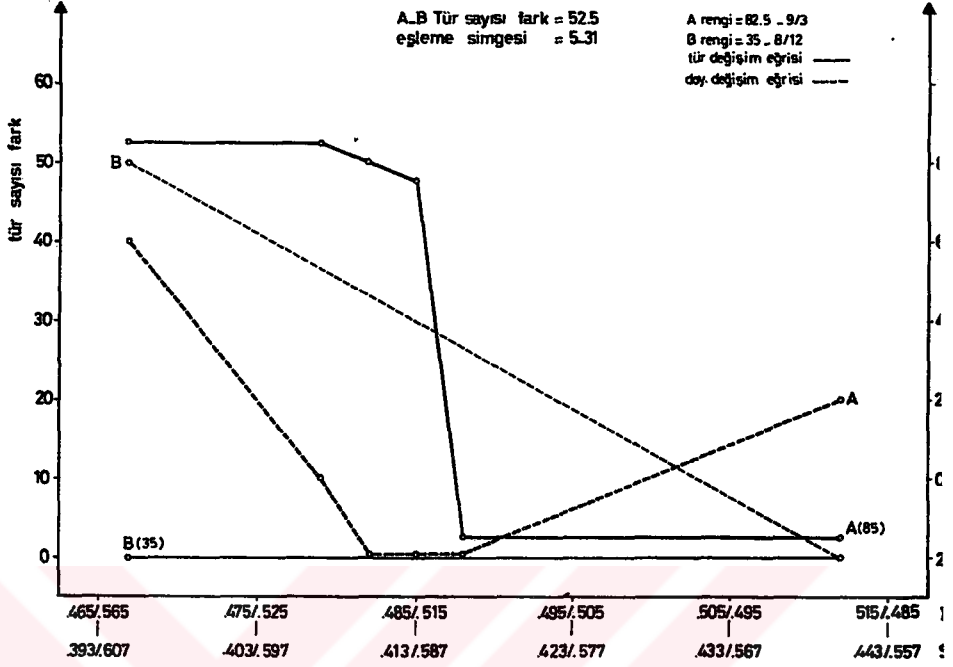
ÇİZELGE 30

Tür sayısı fark		52.5							
Eşleme simgesi		5_31		5_32		5_33		5_34	
Doy. sayısı		3	12	3	9	3	6	3	3
Doy. sapması		A'	B'	A'	B'	A'	B'	A'	B'
1a / 1b	0.465 / 0.535	6	8			3	3		
	0.470 / 0.530	4.5	7.3			-1	2.3		
	0.475 / 0.525	2	6.2			-2	2.3		
	0.480 / 0.520	-0.5	5.1			-1.8	2.1		
	0.485 / 0.515	-2	3.9			-0.7	2		
	0.490 / 0.510	-1.5	2.8			0.1	1.7	-1	3
	0.495 / 0.505	-0.7	1.7	5	11	1	1.2	0.3	0
	0.500 / 0.500	0	0.6	-2	3.8	2	1	2	0
	0.505 / 0.495	0.8	-0.5	2	-1				
	0.510 / 0.490	1.6	-1.5						
	0.515 / 0.485	2	-2						

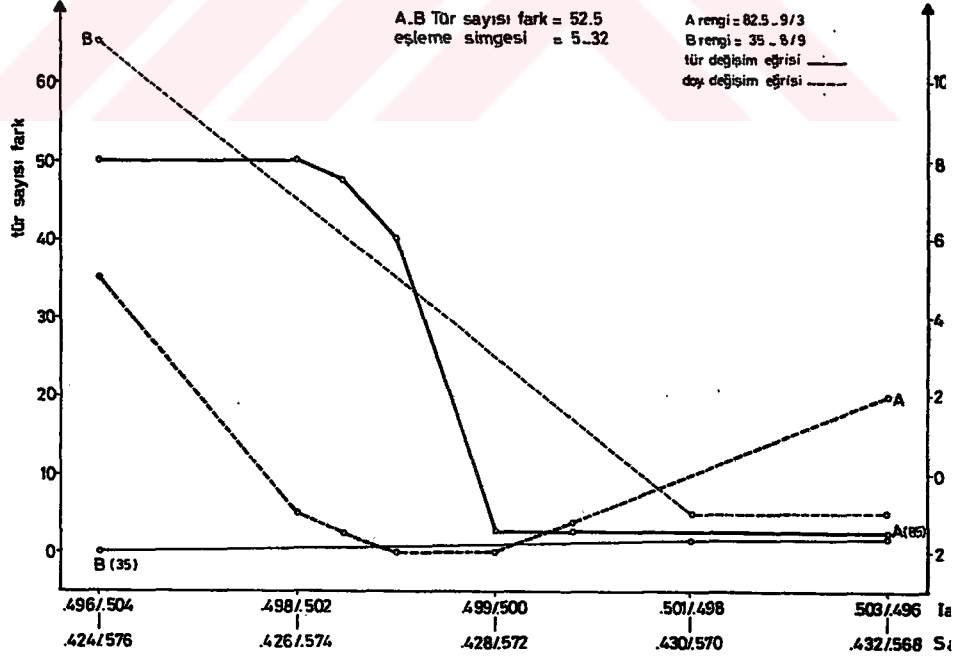
ÇİZELGE 31

Tür sayısı fark		52.5							
Eşleme simgesi		5_31		5_32		5_33		5_34	
Tür sapması		A'	B'	A'	B'	A'	B'	A'	B'
1a / 1b	0.465/0.535	52.5	0			46	-1		
	0.470/0.530	52.5	0			46	-1		
	0.475/0.525	52.5	0			37.5	-1.5		
	0.480/0.520	52	0			2.5	-2		
	0.485/0.515	47.5	0			2.5	-2.5		
	0.490/0.510	2.5	0			2.5	-4		
	0.495/0.505	2.5	0	50	0	2.5	-5	32.5	-4
	0.500/0.500	2.5	0	2.5	-1.8	2.5	-5	2.5	-5
	0.505/0.495	2.5	0	2.5	-2.5			2.5	-6
	0.510 /0.490	2.5	0						
	0.515 /0.485	2.5	0						

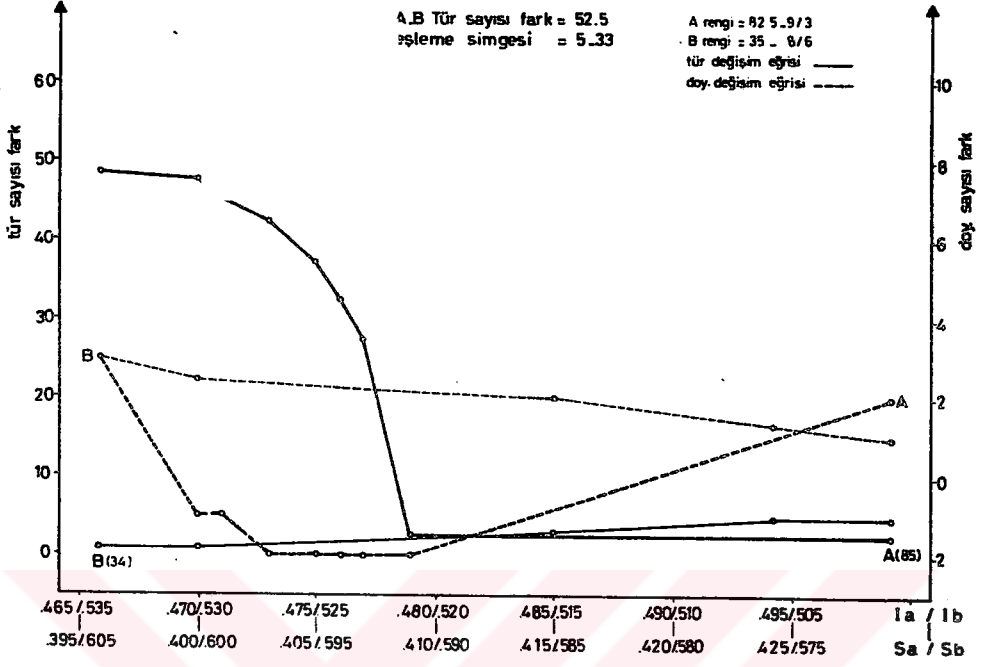
ŞEKİL 101



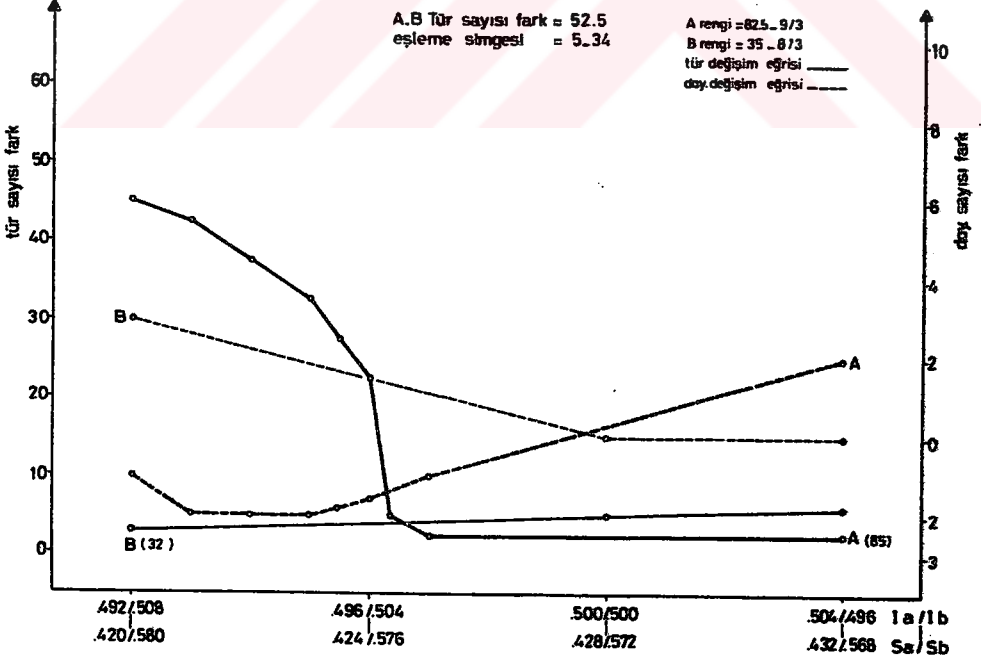
ŞEKİL 102



ŞEKİL 103



ŞEKİL 104



[illegible]

K I S A L T M A L A R
(YARARLANILAN KAYNAKLAR)

- ASTM : "Annual Book of ASTM; Standarts, Paints, Related Coatings and Aromatics", Vol. 06.01, Easton-USA, 1983.
- ASTM D 1535-80: "Standarts of Specifying Color by the Munsell System" ASTM, ss.240-263.
- ASTM D 1729-82: "Visual Evaluation of Color Differences of Opaque Materials", ASTM, ss.309-315.
- CIE : Commission Internationale de L'éclairage
- CIE - I.L.V. : "CIE, International Lighting Vocabulary", 3. Edition, Publication CIE, No 17 (E-1.1.), 1970.
- COSA : Committee on Colorimetry Optical Society of America.
- COSA - S.C. : "COSA, The Science of Color", Thomas Y.Cronwell Company, New York, 1953.
- JOSA : Journal of the Optical Society of America.
- op.cit. : Yazarın, yukarıda en son adı geçen eseri.

YARARLANILAN KAYNAKLAR

- 1- ANON. "CIE-I.L.V."; s.111.
- 2- SİREL,Ş.: "Aydınlatma Terimleri Sözlüğü", Türk Dil Kurumu Yayınları, Sayı 386, 1973; s.35.
- 3- ANON: "CIE-I.L.V."; s.12.
- 4- SİREL,Ş.: "op.cit."; s.56.
- 5- SİREL,Ş.: "Renk Dizgeleri, Boyalar, Dokular"; Y.Ü. Basımevi, İstanbul, 1981; s.2.
- 6- BOUMA,P.J.: "Physical Aspects of Color", Philips Technical Library, Eindhoven, 1971; ss.120-125.
- 7- JUDD,B.D., WYSZECKI,G.: "Color Business, Science and Industry", John Wiley and Sons, New York, 1975; ss.329-334.
- 8- ROSSOTTI,H.: "Colour", Penguin Books Ltd., England, 1983; s.135.
- 9- SİREL,Ş.: "op.cit."; s.2.
- 10- SİREL,Ş.: "Kuramsal Renk Bilgisi", Kutulmuş Matbaası, İstanbul, 1974; s.7.
- 11- ANON: "CIE-I.L.V."; s.1.
- 12- SİREL,Ş.: "Aydınlatma Terimleri Sözlüğü", Türk Dil Kurumu Yayınları, Sayı 386, 1973; s.70.
- 13- ANON: "CIE-I.L.V."; s.2.
- 14- SİREL,Ş.: "op.cit."; s.46.
- 15- ANON: "COSA-S.C."; ss.153-155.
- 16- BOUMA,P.J.: "op.cit."; ss.210-214.

- 17- JUDD,B.D., WYSZECKİ,G.: "op.cit."; ss.352-357.
- 18- SİREL,Ş.: "Kuramsal Renk Bilgisi", Kutulmuş Matbaası, İstanbul, 1974; s.28.
- 19- ANON: "CIE-I.L.V."§ s.93.
- 20- SİREL,Ş.: "Aydınlatma Terimleri", Y.Ü. Yayınları, 1983; s.51.
- 21- ANON: "CIE-I.L.V."; s.93.
- 22- SİREL,Ş.: "op.cit.", Y.Ü. Yayınları, 1983; s.51.
- 23- SİREL,Ş.: "Kuramsal Renk Bilgisi", Kutulmuş Matbaası, İstanbul, 1974; s.31.
- 24- SİREL,Ş.: "op.cit."; s.31.
- 25- ANON: "CIE-I.L.V."; s.68.
- 26- BILLMEYER,W.F., SALTZMAN,M.: "Principles of Color Technology". John Wiley and Sons, New York, 1981; ss.134-136.
- 27- BRILL,B.T.: "Light", Plenum Press, New York, 1980; s.71.
- 28- KUPPERS,H.: "Color", Von Nostrand Reinhold Ltd., London, 1973; s.74.
- 29- SİREL,Ş.: "op.cit."; ss.34-35.
- 30- BOUMA,P.J.: "op.cit."; ss.27.
- 31- JUDD,B.D., WYSZECKİ,G.: "op.cit."; ss.40-45.
- 32- SAUNDERS,J.E., PADGHAM,C.A.: "The Perception of Light and Color", Academic Press, London, 1975; ss.78-82.
- 33- ÜNVER,R.: "Parıltı ve Işıklılık Terimlerinde Tarihsel Gelişme ve Bugünkü Tanımlar", Y.Ü. Basımevi, 1981; s.10.
- 34- EVANS,M.R.: "An Introduction to COLOR", John Wiley and Sons, New York, 1948; s.64.
- 35- SİREL,Ş.: "op.cit."; s.34-35.
- 36- WILLIAMS,R.G.: "Lighting for Color and Form", Vitman Publishing Corporation, New York, 1954; s.13-14.
- 37- BOUMA,P.J.: "op.cit."; ss.215-217.
- 38- EVANS,M.R.: "op.cit."; ss.105-107.
- 39- JUDD,B.D., WYSZECKİ,G., "op.cit."; ss.59-60.

- 40- SİREL,Ş.: "Aydınlatma Terimleri Sözlüğü", Türk Dil Kurumu Yayınları, Sayı 386; 1973; s.59.
- 41- SİREL,Ş.: "Kuramsal Renk Bilgisi", Kutulmuş Matbaası, İstanbul, 1974; ss.36-37.
- 42- ANON: "CIE-I.L.V."; s.119.
- 43- SİREL,Ş.: "Aydınlatma Terimleri", Y.Ü. Yayınları, 1983; s.65.
- 44- ANON: "CIE-I.L.V."; s.46.
- 45- SİREL,Ş.: "op.cit."; s.22.
- 46- SİREL,Ş.: "Mimarlık Öğretiminde Aydınlatma Dersleri - Ders 4", Y.Ü. Basımevi, 1983.
- 47- SİREL,Ş.: "op.cit."; Ders 4.
- 48- ANON: "CIE-I.L.V."; s.129.
- 49- SİREL,Ş.: "Aydınlatma Terimleri", Y.Ü. Yayınları, 1983; s.71.
- 50- SPENCER,D.E., SANBORN,S.E.: "Interfections and Color", Journal of Franklin Institute, Vol.252, 1/6, 1951; ss.413-426.
- 51- HODORA,H.: "Interflectcions with Colored and Neutral Surfaces", Journal of Franklin Institute, Vol.252, 1/6, 1951; s.426.
- 52- SİREL,Ş.: "op.cit."; s.43.
- 53- AGOSTON,A.G.: "Color Theory and Its Application in Art and Design", Springer-Verlag, Berlin, 1979; ss.43-49.
- 54- ARENS,H.: "Colour Measurement", The Focal Press, London, 1967; ss. 57-60.
- 55- BERGMANS,S.: "Seeing Colours", Philips Technical Library, Eindhoven, 1959; ss.40-50.
- 56- BOUMA,P.J.: "Physical Aspects of Color", Philips Technical Library, Eindhoven, 1971; ss.53-57.
- 57- SİREL,Ş.: "Kuramsal Renk Bilgisi", Kutulmuş Matbaası, İstanbul, 1974; ss.40-46.
- 58- WRIGHT,W.D.: "The Measurement of Color", Von Nostrand Reinhold Company, New York, 1969; ss.102-115.
- 59- KROSSAWA,R.: "Color Shift of Room Interior Surfaces due to Inter-flection", Die Farbe 12, 1/6, 1963; ss.117-128.
- 60- KROSSAWA,R.: "Color Shift of Room Interior Surfaces due to Inter-flection", Acta Chromatica, Vol.1, 1965; ss.187-194.

- 61- YAMANAKA,T., NAYATANI,Y.: "A Note on Predetermination of Color Shift Due to Interreflection in a Colored Room"; Acta Chromatica, Vol.1, 1964; ss.111-117.
- 62- SİREL,Ş.: "Işıkölkümsel İlişkiler Konusunda Birkaç Örnek", Y.Ü. Basımevi, 1981; ss.8-9.
- 63- ANON: "CIE-I.L.V."; s.95.
- 64- SİREL,Ş.: "Aydınlatma Terimleri"; Y.Ü. Yayınları, 1983; s.54.
- 65- SİREL,Ş.: "Işıkölkümsel İlişkiler Konusunda Birkaç Örnek", Y.Ü. Basımevi, 1981; ss.9-10.
- 66- ZİJL,H.: "Manuel de L'eclairagiste", Bibliotheque Technique Philips 1956; s.45.
- 67- SİREL,Ş.: "Aydınlık Düzenleme Ders Notları", 1983.
- 68- ANON: "CIE-I.L.V."; s.95.
- 69- SİREL,Ş.: "Aydınlatma Terimleri"; Y.Ü. Yayınları, 1983; s.54.
- 70- FAVIE,W.J., DAMEN,C.P., HIETBRINK,G., QUAFLIEG,N.J.: "Eclairage", Bibliotheque Technique Philips, 1964; ss.10-12.
- 71- SİREL,Ş.: "Işıkölkümsel İlişkiler Konusunda Birkaç Örnek", Y.Ü. Basımevi, 1981; s.2.
- 72- ZİJL,H.: "op.cit."; s.45.
- 73- HOPKINSON,R.G., PETHERBRIDGE,P., LONGMORE,J.: "Daylighting", Heinman, London, 1966; s.227, s.236.
- 74- ÜNVER,R.: "Düşey Pencereci Hacimlerde, Yatay Düzlemdeki Aydınliğin Gün Işığı Çarpanına Bağlı Olarak Hesaplanması", Y.Ü. Yayınları, 1983; s.42.
- 75- SİREL,Ş.: "Aydınlatma Terimleri Sözlüğü", Türk Dil Kurumu Yayınlar: Sayı 386; s.59.
- 76- ÜNVER,R.: "Parıltı ve Işıklılık Terimlerinde Tarihsel Gelişme ve Bugünkü Tanımlar", Y.Ü. Basımevi, 1981; s.3.
- 77- ANON: "ASTM D 1535-80"; s.241.
- 78- ANON: "ASTM D 1729-82", s.311.
- 79- BILLMEYER,W.F., SALTZMAN,M.: "Principles of Color Technology", John Wiley and Sons, New York, 1981, ss.79-80.
- 80- ANON: "ASTM D 1729-82"; s.311.

- 81- JOHNSON,N.L., STEPHENSON,H.F.: "The Influence of Geometric Tolerances on 45 ° and 0°/45° Colorimetric Measurements", CIE 20th Session '83, Vol.1, Papers, Paris, 1983.
- 82- ANON: "ASTM D 1729-82"; s.310.
- 83- ANON: "ASTM D 1535-80"; ss.241-242.
- 84- JUDD,B.D., HELSON,H., WARREN,H.M.: "Object-Color Changes from Day-light to Incandescent Filament Illumination", Illuminating Engineering, Vol.54, 1/6 1952; ss.221-233.
- 85- AYVERDİ,A.: "Mimari Aydınlatma Sorunu ve Türkiye'de Mimari Dizayn'a Katılması", İ.T.Ü. Mim. Fak., İstanbul, 1968 ((Doçentlik tezi, basılmadı).
- 86- SİREL,Ş.: "Mimarlık Öğretiminde Aydınlatma Dersleri - Ders 5", Y.Ü. Basımevi, 1983.
- 87- ŞEREFHANOĞLU,M.: "Konutlarda Aydınlatma", Karaca Ofset Basımevi, İstanbul, 1972; ss.64-65.
- 88- ANON: "COSA-S.C."; s.317.
- 89- BOUMA,P.J.: "Physical Aspects of Color", Philips Technical Library, Eindhoven, 1971; s.125-144.
- 90- BILLMEYER,F.: "Principle of Color Technology", John Wiley and Sons, New York, 1981; ss.67-75.
- 91- CHAMBERLIN,J.G., CHAMBERLIN,D.G.: "Colour, Its Measurement Computation and Application", Heyden and Son. Ltd., 1980; s.21.
- 92- EVANS,M.R.: "An Introduction to Color", John Wiley and Sons, New York, 1948; ss.196-197; ss.200-203.
- 93- BOUMA,P.J.: "op.cit."; s.126.
- 94- BILLMEYER,F.: "op.cit."; s.78.
- 95- BOUMA,P.J.: "op.cit."; s.147.
- 96- CHAMBERLIN,J.G., CHAMBERLIN,D.G.: "op.cit."; ss.29-31.
- 97- KELLY,K.L., JUDD,D.B.: "Color, Universal Language and Dictionary of Names", NBS Special Publication 440 (U.S.A. Government Printing Office), Washington, 1976; ss.A-10.
- 98- AGOSTON,A.G.: "Color Theory and Its Application in Art and Design", Springer Verlag Berlin Heilderberg, 1979; ss.105-106.
- 99- BOUMA,P.J.: "op.cit."; s.159.

- 100- BOUMA,P.J.: "op.cit."; ss.146-147.
- 101- BILLMEYER,F.: "op.cit."; ss.72-73.
- 102- ANON: "ASTM D 1535".
- 103- ANON: "ASTM D 1729"⁶.
- 104- BOUMA,P.J.: "op.cit."; s.32; ss.144-146.
- 105- BILLMEYER,F.: "op.cit."; ss.79-80.
- 106- CHAMBERLIN,J.G., CHAMBERLIN,D.G.: "op.cit."; ss.46-49.
- 107- AGOSTON,A.G.: "op.cit."; ss.93-94.
- 108- JUDD,B.D., WYSZECKI,G.: "Color in Business, Science and Industry", John Wiley and Sons, New York, 1975; ss.249-252.
- 109- KUPPERS,H.: "Color", Van Nostrand Reinhold Ltd. London, 1973; ss. 103-106.
- 110- KUPPERS,H.: "op.cit."; ss.95-102.
- 111- JUDD,B.D., WYSZECKI,G.: "op.cit."; ss.266-269.
- 112- KUPPERS,H.: "op.cit."; s.109.
- 113- RICHTER,M.: "The Official German Standart Color Chart", JOSA, Vol. 45, 1955; ss.223-226.
- 114- BOND,M.E., NICKERSON,D.: "Color-Order Systems, Munsell and Oswald Color System", JOSA, Vol.34, 1944, ss.361-381.
- 115- BIRREN,F.: "A Grammer of Color, A Basic Treastise on the Color System of Albert H.Munsell", Van Nostrand Reinhold Company, New York, 1969.
- 116- MUNSELL,A.H.: "A Color Notation", Munsell Color Company, Baltimore, 1971.
- 117- AGOSTON,A.G.: "op.cit."; ss.94-97.
- 118- JUDD,B.D., WYSZECKI,G.: "op.cit.", ss.269-270.
- 119- JUDD,B.D., WYSZECKI,G.: "op.cit."; ss.254-255.
- 120- AGOSTON,A.G.: "op.cit."; s.84.
- 121- JUDD,B.D., WYSZECKI,G.: "op.cit."; s.247.
- 122- JUDD,B.D., WYSZECKI,G.: "op.cit."; ss.271-274.

- 123- ANON: "COSA-S.C."; s.335.
- 124- JUDD,B.D., WYSZECKI,G.: "op.cit."; ss.252-254.
- 125- MAERZ,A., PAUL,M.R.: "A Dictionary of Color", MacGraw-Hill Book Company, New York, 1950.
- 126- ANON: "COSA-S.C."; s.337.
- 127- AGOSTON,A.G.: "op.cit."; s.84.
- 128- REIMANN,G., JUDD,B.D., KEEGAN,H.J.: "Spectrophotometric and Colorimetric Determination of the TCCA Standard Color Cards", JOSA, Vol. 33, 1943; ss.128-159.
- 129- NICKERSON,D.: "Horticultural Colour Chart Names with Munsell Key", JOSA, Vol.47, 1957; s.619.
- 130- JUDD,B.D., WYSZECKI,G.: "op.cit."; s.280.
- 131- JUDD,B.D., WYSZECKI,G.: "op.cit."; s.280.
- 132- BOUMA,P.J.: "Physical Aspects of Color", Philips Technical Library, Eindhoven, 1971; ss.151-154.
- 133- JUDD,B.D., WYSZECKI,G.: "Op.cit."; ss.258,266.
- 134- SİREL,Ş.: "Kuramsal Renk Bilgisi", Kutulmuş Matbaası, 1974; ss.14-22.
- 135- MUNSELL,A.H.: "A Color Notation", Munsell Color Comp. Baltimore, 1971, s.64.
- 136- PRITCHARD,D.C.: "Lighting", Longman, London, 1971, s.17.
- 137- SİREL,Ş.: "Aydınlatma Terimleri", Y.Ü. Yayınları, 1984; s.25.
- 138- SİREL,Ş.: "op.cit."; s.40.
- 139- NEWHALL,S.M., NICKERSON,D.; JUDD,D.B.: "Final Report of the OSA Subcommittee on the Spacing of Munsell Colors", JOSA, Vol.33, 1943, ss.335-418.
- 140- SİREL,Ş.: "Kuramsal Renk Bilgisi", Kutulmuş Matbaası, İstanbul, 1974, s.44.
- 141- CHAMBERLIN,G.D., CHAMBERLIN,G.J.: "Colour Its Measurement, Computation and Application", Heyden and Son Ltd., London, 1980; ss.14-15.
- 142- ANON: "COSA-S.C."; s.143.
- 143- ANON: "COSA-S.C."; s.140.
- 144- CHAMBERLIN,G.D., CHAMBERLIN,G.J.: "op.cit."; s.13.

- 145- RUBIN,M.L., WALLS,G.L.: "Fundamentals of Visual Science", Charles Thomas Publisher, Illinois, USA, 1969; s.320.
- 146- ANON: "COSA-S.C."; ss.140-141.
- 147- CHAMBERLIN,G.D., CHAMBERLIN,G.J.: "op.cit."; s.13.
- 148- RUBIN,M.L., WALLS,G.L.: "op.cit."; s.324.
- 149- ANON: "COSA-S.C."; s.143.
- 150- CHAMBERLIN,G.D., CHAMBERLIN,G.J.: "op.cit."; s.15.
- 151- ANON: "COSA-S.C."; s.143.
- 152- CHAMBERLIN,G.D., CHAMBERLIN,G.J.: "op.cit."; s.16.
- 153- FARNSWORTH,D.: "The Farnsworth-Munsell 100-Hue and Dichotomus Test for Color Vision", JOSA, Vol.33, 1943; s.568.
- 154- FARNSWORTH,D.: "The Farnsworth-Munsell 100-Hue Test for Examination of Color Discrimination" (Revised 1957), Munsell Color Company Inc., USA; 1957; ss.1-6.
- 155- ANON: "COSA-S.C."; s.142.
- 156- CHAMBERLIN,G.D., CHAMBERLIN,G.J.: "op.cit."; ss.14-15.
- 157- RUBIN,M.L., WALLS,G.L.: "op.cit."; ss.335-337.
- 158- NICKERSON,D., GRANVILLE,W.: "Hue Sensibility to Dominant Wavelength Change", JOSA, Vol.30, 1940; ss.159-162.
- 159- FARNSWORTH,D.: "The Farnsworth-Munsell 100-Hue and Dichotomus Test for Color Vision"; JOSA, Vol.33, 1943; ss.568.
- 160- SİREL,Ş.: "Aydınlatma Terimleri", Y.Ü. Yayınları 1984; s.73.
- 161- SİREL,Ş.: "op.cit."; s.70.
- 162- FARNSWORTH,D.: "The Farnsworth-Munsell 100-Hue Test for the Examination of Color Discrimination", Munsell Color Company Inc., USA, 1957; s.4.
- 163- ÜNVER,R.: "Parıltı ve Işıklılık Terimlerinde, Tarihsel Gelişme ve Bugünkü Tanımlar", Y.Ü. Basımevi, 1981; s.3.
- 164- ANON: "ASTM D 1535-80"; s.241.
- 165- ANON: "ASTM D 1535-80"; s.242.
- 166- ANON: "ASTM D 1535-80".
- 167- SİREL,Ş.: "Kuramsal Renk Bilgisi", Kutulmuş Matbaası, İstanbul, 1974; ss.63-73.
- 168- ANON: "CIE-I.L.V."; s.122.

Ö Z G E Ç M İ Ş

DOĞUM

- Antakya, 1954.

ÖĞRENİM

- Nişantaşı Kız Lisesi (1964-1970).
- İstanbul Teknik Üniversitesi, Mimarlık Fakültesi, Lisans -Pekiyi derece ile- (1970-1977).
- İstanbul Teknik Üniversitesi, Mimarlık Fakültesi, Fiziksel Çevre Kontrolü Bilim Dalı, Yüksek Lisans -Pekiyi derece ile- (1977-1979).

ÖĞRENİM SIRASI

- Ayyıldız Mühendislik Müşavirlik Bürosunda, Yidaş İplik ve Dokuma Fabrikası uygulama projelerine yardım (1974).
- Gökdoğan Mimarlık Atelyesinde,
 - Yapı Kredi Bankası Levent Elektronik Hesap Merkezi binası uygulama projelerine yardım (1975-76),
 - Yapı Kredi Bankası Levent Genel Yönetim Binası uygulama projelerine yardım (1976-79).

ÖĞRENİM SONRASI

- Yıldız Üniversitesi, Mimarlık Fakültesi-Mimarlık Bölümü, Yapı Fiziki Bilim Dalı'nda Öğretim Üye yardımcısı olarak Öğretim ve eğitimin tüm aşamalarına katılım (1979'dan bu yana).
- Yapı Fiziki Bilim Dalı, Döner Sermaye uzmanlık proje ve etkinliklerine katılım.
- Soyak İnşaat T.A.Ş. Mekke 2592 villa inşaatı teklif ve sözleşme projelerinde yapı akustigi konusunda danışmanlık (1981).
- Soyak İnşaat T.A.Ş. Mecidiyeköy Yönetim Binası uygulama projesinde aydınlatma konusunda danışmanlık (1982).
- Baytur İnşaat T.A.Ş. Şişli Yönetim Binası uygulama projesinde aydınlatma konusunda danışmanlık (1983).

YABANCI DİL

- İngilizce.

AKADEMİK ETKİNLİKLER

- Uluslararası Renk Birliği'nin (AIC) düzenlediği "Color-81" kongresine katılım. Berlin-Almanya, 20-25 Eylül 1981.
- Bir grup tarafından yapılan "Ölçün C Işığı Altında Munsell Doymuşluk Boyutunun CIE Uyarma Aralığı Boyutu ile İlişkisi ve Bu İlişki İçinde, Pigment Renklerinin Ulaşabileceği Kuramsal Doymuşluk Sınırını Gösteren Zarfın Belirlenmesi ve İncelenmesi" adlı Yüksek Lisans Araştırma Tezinde yürütücü yardımcılığı (Haziran 1982).

YAYINLAR

- İç Aydınlatma Düzeyinin Değişimine Pencere ile Engel Arasındaki Uzaklık, Pencere ve Engel Boyutlarının Etkisi (İTÜ Mimarlık Fakültesi, MMLS bitirme tezi, 70 sayfa, 1979).
- Parıltı ve Işıklılık Terimlerinin Tarihsel Gelişmesi, (Y.Ü. Yapı Fiziği Bilim Dalı Yayınları, 23 sayfa, Mart 1981).
- Color-81 Berlin Kongresi İzlenimleri, (Y.Ü. Yapı Fiziği Bilim Dalı Yayınları, 11 sayfa, Ekim 1981).
- Geçmişten Günümüze Renk Dizgeleri, (Y.Ü. Yapı Fiziği Bilim Dalı Yayınları, 67 sayfa, Aralık 1981).
- Düşey Pencere Hacımlerde, Yatay Düzlemdeki Doğal Aydınlatmanın, Gün Işığı Çarpanına Bağlı Olarak Hesaplanması, (Y.Ü. Yapı Fiziği Bilim Dalı Yayınları, 50 sayfa, 1983).

Rengin ÜNVER bu özgeçmişin yazıldığı tarihte, Yıldız Üniversitesi, Mimarlık Fakültesi, Mimarlık Bölümü, Yapı Fiziği Bilim Dalında görevdedir.