

KOCAELİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

BİLGİSAYAR MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

RENKLİ GÖRÜNTÜLERDEN RENKSİZ GÖRÜNTÜLERE
DÖNÜŞÜM YÖNTEMLERİNİN BAŞARIM
KARŞILAŞTIRMASI

GÜLSEN ÇİMEN

KOCAELİ 2020

KOCAELİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

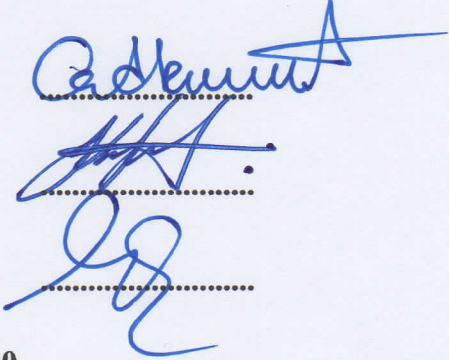
BİLGİSAYAR MÜHENDİSLİĞİ
ANABİLİM DALI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

RENKLİ GÖRÜNTÜLERDEN RENKSİZ GÖRÜNTÜLERE
DÖNÜŞÜM YÖNTEMLERİNİN BAŞARIM
KARŞILAŞTIRMASI

GÜLSEN ÇİMEN

Dr.Öğr.Üyesi Orhan AKBULUT
Danışman, Kocaeli Üniversitesi
Doç.Dr. Kerem KÜÇÜK
Jüri Üyesi, Kocaeli Üniversitesi
Dr.Öğr.Üyesi Burhan BARAKLI
Jüri Üyesi, Sakarya Üniversitesi


.....
.....
.....

Tezin Savunulduğu Tarih: 20.01.2020

ÖNSÖZ VE TEŞEKKÜR

Bu tez çalışmasının amacı, renkli görüntülerin renksiz görüntülere dönüştürülmesi aşamasında kullanılan farklı yöntemlerin, kalite ölçüm metrikleri kullanılarak başarımlarını karşılaştırmasının gerçekleştirilmesidir.

Tez çalışmamda desteğini esirgemeyen, çalışmalarına yön veren, bana güvenen ve yüreklendiren danışmanım Dr. Öğr. Üyesi Orhan AKBULUT'a sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Hayatım boyunca bana güç veren en büyük destekçilerim, her aşamada sıkıntılarımı ve mutluluklarımı paylaşan sevgili annem Gülten ÇİMEN, babam Veysel ÇİMEN, abim Mesut ÇİMEN ve kardeşim Güven ÇİMEN'e teşekkürlerimi sunarım.

Ocak – 2020

Gülşen ÇİMEN

İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ VE TEŞEKKÜR	i
İÇİNDEKİLER	ii
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	iv
TABLolar DİZİNİ	v
SİMGELEr VE KISALTMALAR DİZİNİ	vi
ÖZET.....	vii
ABSTRACT.....	viii
GİRİŞ	1
1. TEMEL KAVRAMLAR.....	3
1.1. Renkli Görüntü.....	3
1.2. Gri Tonlu Görüntü	4
1.3. Kontrast.....	5
1.4. Parlaklık (Açıklık - Koyuluk).....	6
2. RENKLİ GÖRÜNTÜNÜN GRİ TONLU GÖRÜNTÜYE DÖNÜŞTÜRÜLMESİ	7
2.1. Gri Tonlu Dönüşüm	7
2.2. İlgili Çalışmalar	11
3. KARŞILAŞTIRILAN YÖNTEMLER.....	14
3.1. Temel Yöntem (Ortalama).....	14
3.2. Temel Yöntem (Rgb2Gray).....	14
3.3. Color2Gray: Belirginliği Koruyan Renk Giderimi.....	14
3.4. Renk Giderimi: Hızlı, Kontrast Geliştirme, Renkten Gri Tonlamaya Dönüşüm.....	16
3.5. Görünür Gri Tonlama: Algısal Olarak Doğru Görüntüler ve Videolara Basit ve Hızlı Dönüşüm	17
3.6. Doğrusal Olmayan Global Haritalama ile Gürbüz Bir Renkten Griye Dönüşüm.....	18
3.7. Kontrast Korunmalı Renk Giderimi.....	20
3.8. Renk Giderimi: rgb2gray() Yöntemi Bitti mi?	20
3.9. GcsDecolor: Etkili Kontrast Koruyan Renk Giderimi için Gradyan Korelasyon Benzerliği	22
3.10. Etkin Kontrastı Koruyan Renk Giderimi için Genişletilmiş RGB2Gray Dönüşüm Modeli	23
3.11. Laplasyan Tabanlı Algısal Kalite Metriği ile Yarı Parametrik Renk Giderimi	23
3.12. CorrC2G: Korelasyonla Renkten Griye Dönüşüm	24
3.13. Etkili Kontrast Koruyucu Renk Giderimi için Parametrik Oran Tabanlı Yöntem	25
3.14. Veri Setleri	26
3.15. Kalite Ölçüm Metrikleri.....	26
4. DENEYSEL SONUÇLAR.....	28
5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER	38
KAYNAKLAR	39

KİŞİSEL YAYIN VE ESERLER	42
ÖZGEÇMİŞ	43



ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1.1.	Renkli görüntünün matris olarak gösterimi.....	3
Şekil 1.2.	256 farklı gri seviyenin gösterimi	5
Şekil 1.3.	Göz yanılması için örnek görüntüler	6
Şekil 1.4.	Gri düzeyli bir görüntü ve piksellerinin sayısal değerleri.....	6
Şekil 2.1.	Görüntü üzerinde yapılan işlemler	8
Şekil 2.2.	Bir görüntünün üç temel yöntemle gri seviyeli dönüşümü	8
Şekil 2.3.	Karakteristik özelliklerin korunamadığı örnek bir görüntü.....	9
Şekil 2.4.	Eş-parlaklık görüntüsü. a) orijinal görüntü, b) rgb2gray	10
Şekil 2.5.	Gri Tonlamanın Korunması için kötü bir örnek. a) orijinal görüntü, b) rgb2gray.....	10
Şekil 3.1.	Önerilen yaklaşıma genel bakış.....	21
Şekil 3.2.	GCSDecolor yönteminin akış şeması.....	23
Şekil 3.3.	Renkli bir görüntü (I) için, ortalama görüntü μ , standart sapma görüntü σ ve kontrast haritası Q	24
Şekil 3.4.	Prdecolor yönteminin genel akışı.....	25
Şekil 3.5.	Renkli bir görüntünün farklı yöntemlerle gri tonlamaya dönüştürülmüş çıktıları ve kalite ölçüm sonuçları	26
Şekil 4.1.	CADIK veri seti için Renk Kontrast Koruma Oranı. (CCPR) sonuçları	32
Şekil 4.2.	COLOR250 veri seti için Renk Kontrast Koruma Oranı (CCPR) sonuçları	32
Şekil 4.3.	CADIK data setindeki görüntülerin CCFR metriğine göre karşılaştırılması	33
Şekil 4.4.	COLOR250 veri setindeki görüntülerin CCFR metriğine göre karşılaştırılması	33
Şekil 4.5.	CADIK data setindeki görüntülerin E-Skor metriğine göre karşılaştırılması	34
Şekil 4.6.	COLOR250 data setindeki görüntülerin E-Skor metriğine göre karşılaştırılması	34

TABLULAR DİZİNİ

Tablo 4.1. CADIK veri setindeki görüntülerin gri tonlu çıktıları.....	28
Tablo 4.2. CADIK veri setindeki görüntülerin gri tonlu çıktıları.....	29
Tablo 4.3. COLOR250 veri setindeki görüntülerin gri tonlu çıktıları.....	30
Tablo 4.4. COLOR250 veri setindeki görüntülerin gri tonlu çıktıları.....	31
Tablo 4.5. CADIK data setindeki görüntülerin E-Skor değerleri.....	35
Tablo 4.6. COLOR250 data setindeki görüntülerin E-Skor değerleri.....	36
Tablo 4.7. Karşılaştırılan yöntemlerin ortalama çalışma süreleri (Sn.).....	37



SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

(x,y)	: CIE LCH uzayında bir piksel
~	: Ton açısı, (°)
μ	: Komşuluk boyutu
C	: Renk açısı, (°)
L	: Parlaklık değeri
N	: Görüntüdeki piksel sayısı
α	: İzin verilen renk değişim oranı
φ	: Renk farklarının etkisi
Ω	: Orjinal renk farklarını içerek piksel setleri

Kısaltmalar

B	: Blue (Mavi)
CCFR	: Color Content Fidelity Ratio (Renk İçeriği Uyum Oranı)
CCPR	: Color Contrast Preserving Ratio (Renk Kontrast Koruma Oranı)
EGCS	: Extended Gradient Correlation Similarity (Genişletilmiş Gradyan Korelasyon Benzerliği)
G	: Green (Yeşil)
GCS	: Gradient Correlation Similarity (Gradyan Korelasyon Benzerliği)
L	: Light Value (Parlaklık Değeri)
R	: Red (Kırmızı)
VAC	: Variable Achromatic Color (Değişken Akromatik Renk)
VCC	: Variable Chromatic Color (Değişken Kromatik Renk)

RENKLİ GÖRÜNTÜLERDEN RENKSİZ GÖRÜNTÜLERE DÖNÜŞÜM YÖNTEMLERİNİN BAŞARIM KARŞILAŞTIRMASI

ÖZET

Renk giderimi olarak da adlandırılan renkten griye dönüşüm, görüntü işleme ve bilgisayarla görü alanında önemli bir konudur. Renkli görüntüleri gri tonlamalı görüntüye dönüştürmek için literatürde birçok yöntem bulunmaktadır. Bu yöntemlerin temel amacı renkli görüntülerin kontrastını ve görsel algıyı korumaktır. Bu tez çalışmasında, dönüşüm yöntemlerinin görsel sonuçları ve kalite ölçüm metriklerine göre performansları karşılaştırılmıştır. Karşılaştırma COLOR250 ve CADIK veri setleri ile Renk Kontrastı Koruma Oranı (CCPR), Renk İçeriği Uyum Oranı (CCFR) ve E-Skor kalite ölçüm metrikleri kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Dönüşüm yöntemleri için elde edilen deneysel sonuçlar gelecekteki çalışmalara fayda sağlayabilir.

Anahtar Kelimeler: Kontrast Koruma, Renk Giderimi, Renkten Griye Dönüşüm.

PERFORMANCE COMPARISON OF THE COLOR TO GRAY CONVERSION METHODS

ABSTRACT

Color to gray conversion, which means decolorization, has an important topic image processing and computer vision applications. In the literature, many decolorization techniques are proposed to convert colored images into gray-scaled format. The main objective of these methods is to preserve the contrast of color images and especially perception of visual. In this thesis, the performance of the decolorization methods in terms of user-preferred results and objective quality metrics are compared. The comparison is carried out by using color contrast preserving ratio (CCPR) and color content fidelity ratio (CCFR) metrics under different datasets such as COLOR250, CADIK. Experimental results on decolorization can benefit future works.

Keywords: Contrast Preserving, Decolorization, Color to Gray Conversion.

GİRİŞ

Renk bilgisi içermeyen sadece yoğunluk bilgisi içeren görüntüler gri tonlu görüntüler olarak adlandırılmaktadır. Renkli görüntülerin gri tonlamalı görüntülere dönüşümünde temel amaç algılanan büyüklüğü ve gradyanların yönünü koruyarak orijinal görüntünün temel yapısını, renk sırasını, kontrastını ve belirgin özelliklerini çıktı görüntüsünde de kullanıcıya yansıtmaktır.

Günümüzde birçok alanda görüntü işleme algoritmaları kullanılarak görüntüler üzerinde çeşitli işlemler yapılmaktadır. Görüntünün gri tonlamaya dönüştürülmesi bir boyut azaltma işlemi olduğu için görüntü işleme algoritmalarının daha hızlı çalışmasına imkan tanımaktadır.

Renkli görüntülerin gri tonlamalı görüntülere dönüştürülmesinde dönüşüm işleminin başarılı olması için aşağıdaki kriterlerin korunmasına dikkat edilmelidir;

- Eşleşme tutarlılığı: Renkli girdi görüntüsündeki aynı renk tonuna sahip olan pikseller, gri tonlu görüntüde aynı gri tona sahip olmalıdır.
- Özellik koruma: Renkli görüntüdeki belirgin özellikler gri tonlamalı görüntüde ayırt edici olmalıdır.
- Renk sırasının korunması: Renkli görüntüdeki renk sıralamasına uyulmalıdır.
- Parlaklık doğruluğu: Renkli görüntüler benzer parlaklık uyarılarına sahip olmalıdır.

Bu çalışmada, renk giderimi işlemi için önerilen çeşitli yöntemler performans ve zaman karmaşıklığı açısından karşılaştırılmıştır. Karşılaştırma yapılırken renk giderimi işlemlerinde kullanılan 2 temel veri seti, CADIK ve COLOR250 kullanılmış ve toplam 274 görüntü için karşılaştırma yapılmıştır. Performans karşılaştırması için Renk Kontrastı Koruma Oranı (CCPR), Renk İçeriği Uyumluluk Oranı (CCFR) ve E-Skor kalite ölçüm yöntemleri kullanılmıştır. Elde edilen görsel ve nicel sonuçlar paylaşılmıştır.

Tezin 1. bölümünde tez çalışması ile alakalı temel kavramlar özetlenmiştir. 2. bölümde renkli görüntünün gri tonlu görüntüye dönüştürülmesi işlemi anlatılmıştır ve literatürdeki çalışmalar tanıtılmıştır. Sonraki bölümde bu tez çalışması kapsamında karşılaştırılacak olan yöntemler detaylı olarak açıklanmıştır. 4. bölümde kalite ölçüm metriklerine göre elde edilen deneysel sonuçlar verilmiştir. Son bölümde ise bütün olarak tez kapsamındaki sonuçlara yer verilmiştir.



1. TEMEL KAVRAMLAR

1.1. Renkli Görüntü

Renkli görüntüler Şekil 1.1'de verildiği gibi, kırmızı, yeşil ve mavi olmak üzere 3 ayrı görüntü matrisinin üst üste çakıştırılması ile elde edilir. Her pikselin rengi kırmızı, yeşil ve mavi renk tonlarının değişik oranlarda birleşmesiyle oluşmaktadır. R (kırmızı), G (yeşil) ve B (mavi) tamsayı değerleri, hangi tondan hangi miktarda karıştırılacağını belirtmektedir. Bazı temel renklerin RGB değerleri Tablo 1.1'de verilmiştir.



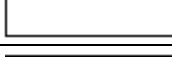




			165	187	209	58	7
	14		125	233	201	98	159
253	144	120	251	41	147	204	
67	100	32	241	23	165	30	
209	118	124	27	59	201	79	
210	236	105	169	19	218	156	
35	178	199	197	4	14	218	
115	104	34	111	19	196		
32	69	231	203	74			

Şekil 1.1. Renkli görüntünün matris olarak gösterimi [1]

x ve y bir görüntüdeki piksel koordinatları olmak üzere;

- $R(x, y)$; kırmızı bileşen 0-255 arasında tam sayı değerleri alır.
- $G(x, y)$; yeşil bileşen 0-255 arasında tam sayı değerleri alır.
- $B(x, y)$; mavi bileşen 0-255 arasında tam sayı değerleri alır.

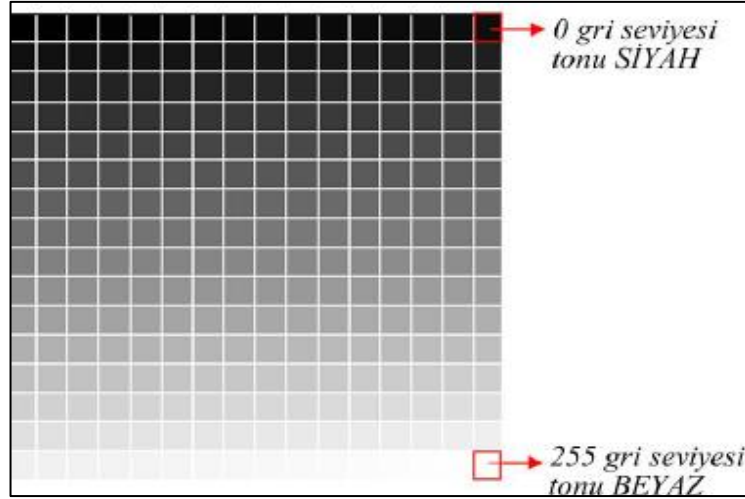
Tablo 1.1. Bazı temel renklerin RGB değerleri [2]

Renk	R	G	B	Görünüm
Kırmızı	255	0	0	
Yeşil	0	255	0	
Mavi	0	0	255	
Beyaz	255	255	255	
Siyah	0	0	0	
Açık Gri	200	200	200	
Koyu Gri	100	100	100	
Sarı	255	255	0	
Turkuaz	0	255	255	
Eflatun	255	0	255	

1.2. Gri Tonlu Görüntü

Günümüzde çoğu resim renkli görüntüler olarak çekilmektedir ancak bazı görüntü işleme tekniklerinde kullanılmaları için gri tonlamalı görüntülere dönüştürülmesi gerekmektedir. Renk bilgisi olmayan görüntüler, gri tonlamalı görüntü olarak adlandırılmaktadır. Tek kanallı görüntü olarak da adlandırılır. Gri tonlamalı bir görüntü yalnızca gri değerli görüntüler içerir. Gri tonlamalı görüntüdeki her piksel, 0 ile 255 arasındaki tek bir tam sayı değeri ile ifade edilmektedir [3].

Görüntüyü sayısallaştırma işlemlerinde, görüntünün her pikselinin sahip olduğu parlaklık değerinin belirlenmesi gerekmektedir. Sahip olunan bu parlaklık değerleri gri seviyeler olarak adlandırılmaktadır. Her pikseldeki parlaklık değerinin kodlandığı bit sayısına göre gri seviye aralığı belirlenmektedir. Gri seviye sınırlarında siyah ve beyaz olmak üzere iki renk vardır. Bu iki renk arasında kodlanan görüntüler ise gri tonlu görüntüler olarak adlandırılır. Her bir piksel 8 bit ile kodlanır ve gri değer aralığı $G = \{0, 1, 2, \dots, 255\}$ biçiminde ifade edilir. 0 gri seviyesi siyah rengi ifade ederken, 255 gri seviyesi ise beyaz rengi ifade eder ve bu değerler arasındaki gri seviyeler ise gri tonlara karşılık gelir. Şekil 1.2'de 256 farklı gri seviyenin gösterimi verilmiştir [2].



Şekil 1.2. 256 farklı gri seviyenin gösterimi

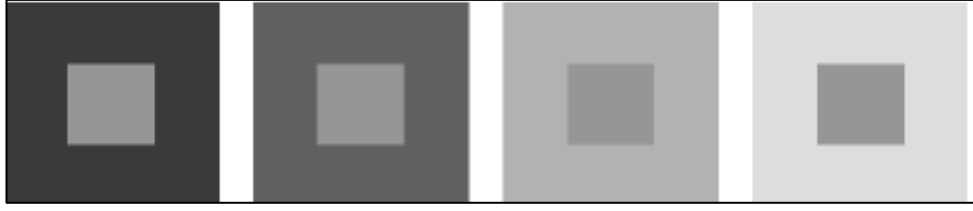
Gri tonlu görüntülerde gri ve tonları ile görüntü oluşturulur. Gri tonlu görüntüler, güçlü beyaz için zayıf yoğunlukta siyah arasında değişen gri tonlardan oluşmaktadır. Gri tonlu görüntüler, ikili görüntülere göre daha fazla seviyeden oluşmaktadır [4].

1.3. Kontrast

İnsan gözü çevresel etkenlere bağlı olarak görüntüyü farklı algılayabilir yani birbirine yakın tonlardaki görüntüleri ayırt etme kapasitesi sınırlıdır. İnsan gözünün detayları net bir şekilde algılayabilmesi için düşük ve yüksek değerler arasındaki farkın fazla olması gerekmektedir [5].

Kontrast, görüntüdeki açık ve koyu renkler arasındaki farkın artırılması veya azaltılması ile elde edilmektedir [6]. Görüntüdeki ton aralığı olarak ifade edilmektedir. Eğer görüntüdeki piksellerin değerleri [0-255] aralığındaysa bu durum, görüntünün kontrastının yüksek olduğu anlamına gelmektedir. Aksi durumda piksel değerleri belli bir bölgede yoğunlaşmıştır ve görüntüler incelendiğinde düşük kontrastlı görüntüler oldukları görülmektedir. İyi ayarlanmış bir kontrast görüntünün daha etkileyici görünmesini sağlamaktadır.

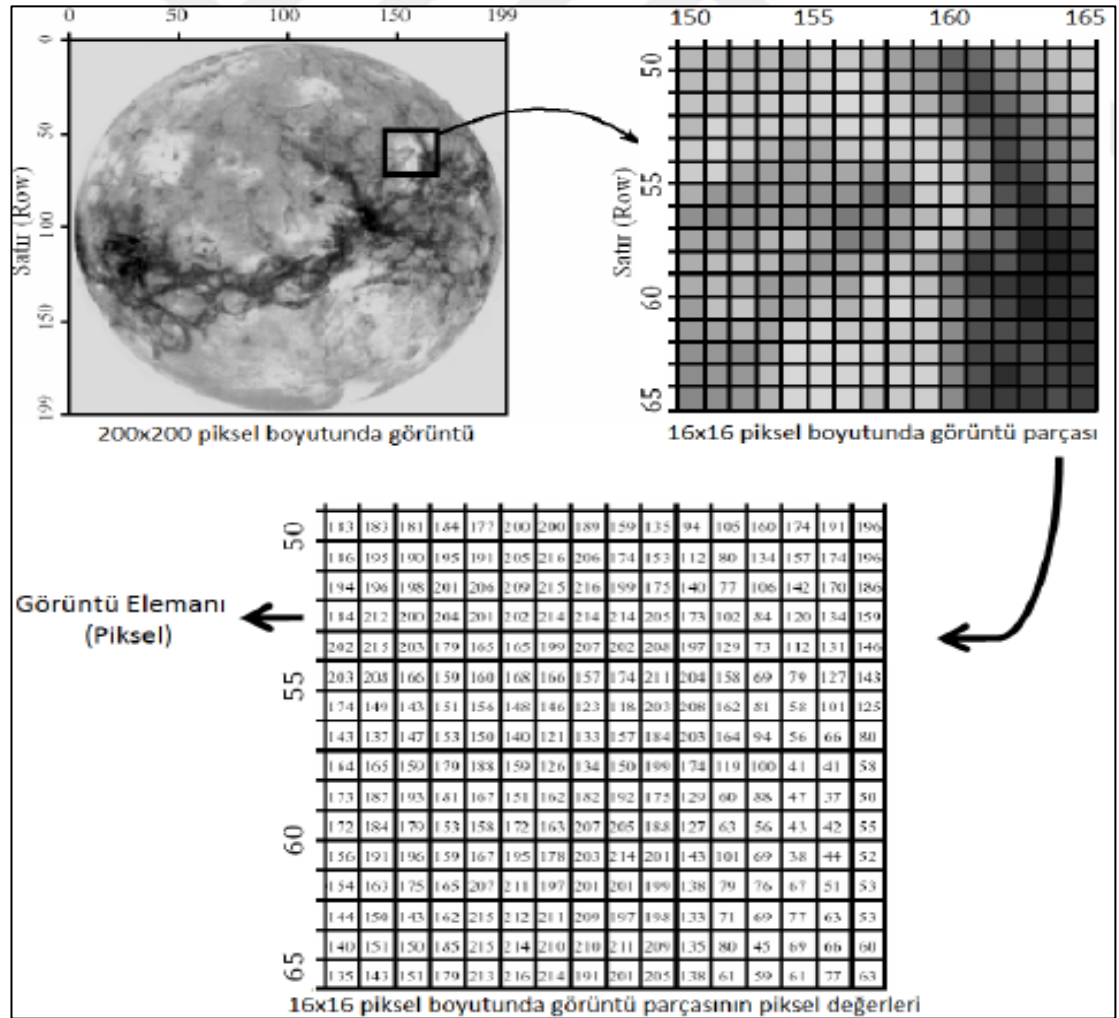
Kontrast yani karşıtlık, görüntü oluşumunda ve gözün görüntüyü algılamasında önemli bir etkidir. Çevre piksellerin farklı olması durumunda, aynı tonda olan pikseller çevre piksellerin etkisiyle farklı tonda olarak algılanabilmektedir. Bilgisayar ortamında aynı tonda kodlanan Şekil 1.3'de merkezde bulunan kare insan gözünde farklı tonlarda algılanmaktadır.



Şekil 1.3. Göz yanılması için örnek görüntüler [7]

1.4. Parlaklık (Açıklık - Koyuluk)

Parlaklık, [0-255] aralığındaki piksel değerlerine yeni bir değer ekleyerek ayarlanmaktadır. Eklenen sayının işaretine göre parlaklık değişmektedir. Eğer eklenen sayı pozitif ise parlaklık artar, negatif ise azalır. Siyah ve beyaz arasındaki tonlar kullanılarak gri seviyeli görüntü oluşturulmaktadır. 255 değeri beyaz rengi ifade ederken 0 sayısal değeri ise siyah rengi temsil eder. Şekil 1.4’de gösterildiği gibi 0 ile 255 arasındaki değerler gri rengin tonlarını temsil etmektedir [8].



Şekil 1.4. Gri düzeyli bir görüntü ve piksellerinin sayısal değerleri [8]

2. RENKLİ GÖRÜNTÜNÜN GRİ TONLU GÖRÜNTÜYE DÖNÜŞTÜRÜLMESİ

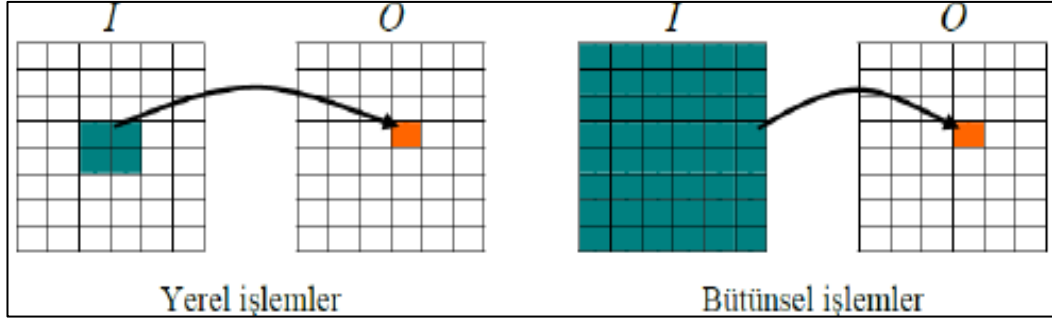
2.1. Gri Tonlu Dönüşüm

Renk giderimi renkli görüntüleri gri tonlamalı görüntülere dönüştürme işlemidir. Siyah beyaz yazıcılar, siyah beyaz fotoğrafçılık gibi bir çok alanda görüntünün önce gri tonlamaya dönüştürülmesi gerekir. Temel dönüşüm işlemi, R (kırmızı), G (yeşil) ve B (mavi) kanallarının kombinasyonuna dayanır. Ancak bu dönüşüm işleminde, orijinal görüntüde farklı yoğunluk değerlerine sahip farklı renkler çıktı görüntüsünde aynı gri tonlama değerini verebilmektedir [9].

İnsan görsel sistemi birbirinden farklı birçok renk tonunu ayırt edebilmektedir ancak gri tonlu görüntülerde bu oran yaklaşık 100 gri tonu civarında olmaktadır. Bu sebeple, bir görüntüdeki bilgilerin büyük bir bölümü renk içinde içerilmektedir. Bu ekstra bilgiler daha sonra nesne çıkarımı ve tanıma gibi görüntü işleme analizlerinde kullanılabilir [4].

Renkten griye dönüşüm yöntemleri lokal (yerel), global (bütünsel) ve karma yöntemler olarak 3 gruba ayrılmıştır. Global haritalama yönteminde, 3 boyutlu görüntü konum bilgisinden bağımsız olarak tek boyutlu görüntüye dönüştürülür. Resmin tüm piksellerinin renk özellikleri çıktı görüntüsündeki pikselleri etkilemektedir. Doğal görünümlü çıktılar üretme potansiyeline sahiptir. Lokal haritalama yönteminde konuma bağlı olarak dönüşüm işlemi yapılır bu nedenle yerel kontrast daha iyi korunur. Karma haritalama yönteminde ise lokal ve global haritalamalar birlikte kullanılmaktadır.

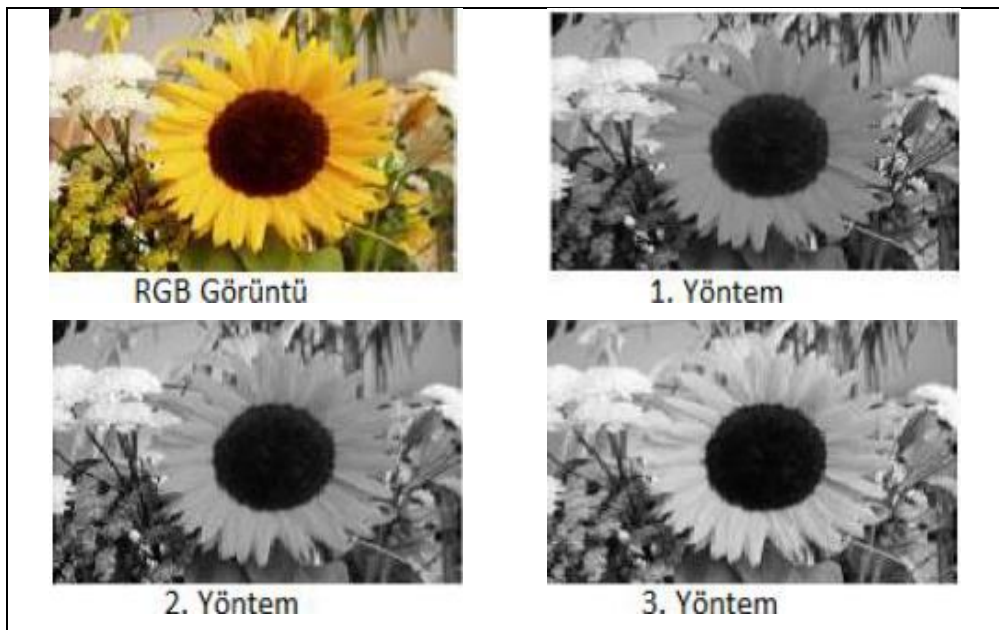
I, girdi görüntüsü, O ise çıkış görüntüsü olmak üzere yerel ve global (bütünsel) işlemler Şekil 2.1'deki gibi ifade edilebilir.



Şekil 2.1. Görüntü üzerinde yapılan işlemler [2]

Görüntüyü gri tonlamaya dönüştürmek görüntü işleme algoritmalarında yaygın olarak kullanılan bir yöntemdir ve uygulanacak olan görüntü işleme algoritmasına göre kullanılacak dönüşüm yöntemi farklılık gösterebilmektedir [10]. Renkli bir pikseli gri tonlu bir piksele dönüştürmek için kullanılan 3 temel yöntem bulunmaktadır (Şekil 2.2).

Birinci yönteme göre gri seviyeli pikseli oluşturmak için renkli pikselin kırmızı, yeşil ve mavi renk bileşenlerinden en büyük ve en küçük değere sahip olanların ortalaması alınarak hesaplanmaktadır. İkinci yönteme göre kırmızı, yeşil ve mavi renk bileşenlerinin ortalaması alınarak yeni pikselin gri seviye rengi hesaplanmaktadır. Üçüncü yöntemde ise insan görsel algısı da hesaba katılarak her renk bileşeni önceden belirlenmiş olan ağırlıklandırılmış katsayılarla çarpılır ve daha sonra bu değerler toplanarak gri seviyeli piksel değeri bulunmuş olur [11].



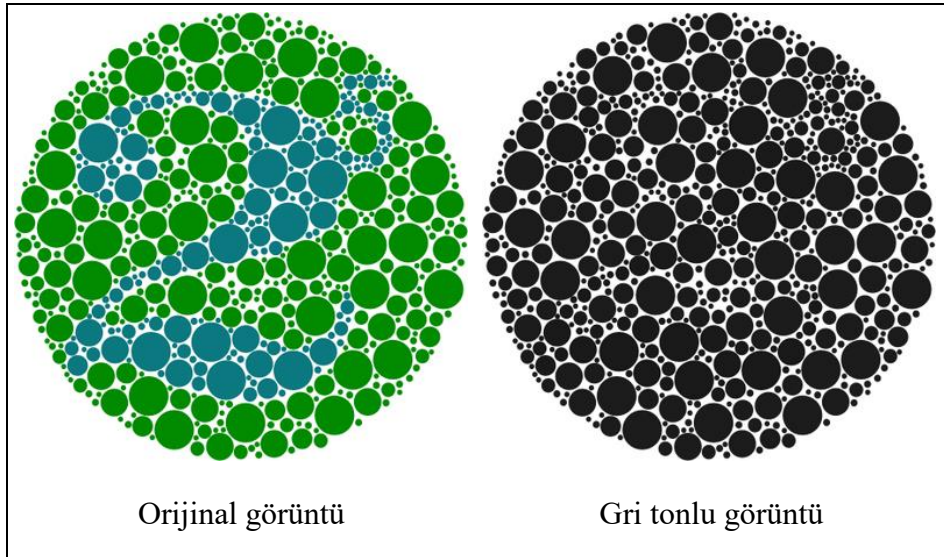
Şekil 2.2. Bir görüntünün üç temel yöntemle gri seviyeli dönüşümü [12]

Gri tonlu görüntü işleme, günümüzdeki görüntü işleme tekniklerinde yaygın olarak kullanılmaktadır. Bunun en önemli nedenlerinden biri gri tonlu görüntülerde tek boyut üzerinde işlem yapılmasıdır. Renkli görüntüler gri tonlamalı hale dönüştürüldüğünde 3 boyuttan 1 boyuta geçiş olduğu için boyut azalmaktadır ve bu görüntülerle işlem yapmak daha hızlıdır. Renkli görüntüde üç boyuttan oluşan her bir piksel artık 0 ile 255 aralığında olan tek bir değerle temsil edilmektedir [13].

Renkliden gri tonlamaya dönüşüm görüntü işleme, bilgisayarla görü ve makine öğrenmesi gibi birçok alanda kullanılan bir tekniktir. Görüntü ön işleme aşamasında gri tonlamaya dönüştürülen görüntülerde nesne tespiti ve sınıflandırılması işlemleri de daha hızlı şekilde gerçekleştirilmektedir [36]. Renk giderimi esnasında giriş görüntüsünün kenar yapıları, doku bilgisi ve kontrast gibi bazı önemli özellikleri kaybolabilir [14]. Dönüşümden sonra bu özelliklerin korunması gerekmektedir.

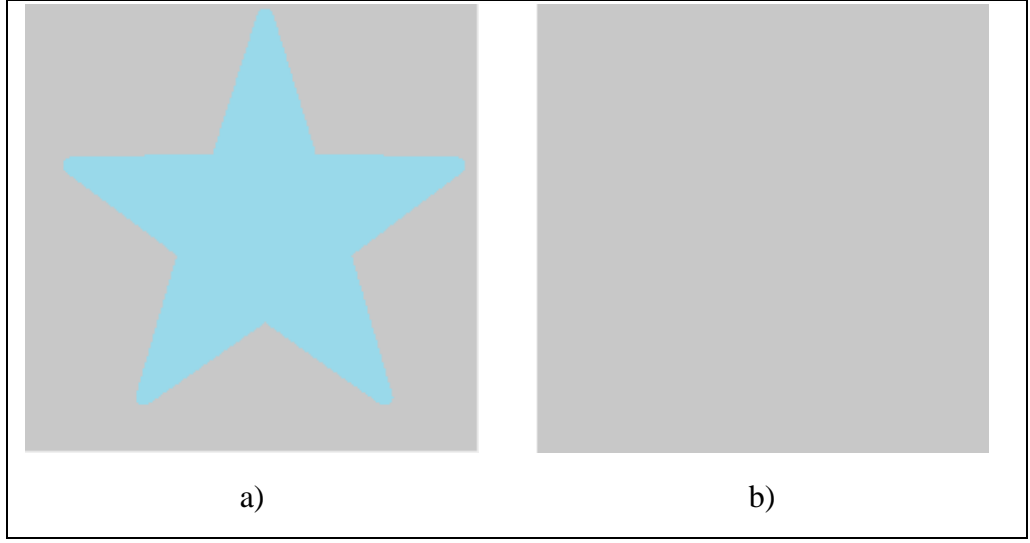
Renkli görüntünün gri tonlamaya dönüştürülmesi işleminde aşağıdaki özelliklerin korunması arzu edilmektedir.

Karakteristik Özelliklerin Korunması: Gri tonlamaya dönüşüm işleminde görüntünün özniteliklerinin korunması gerekmektedir. Şekil 2.3 bu duruma olumsuz bir örnektir.



Şekil 2.3. Karakteristik özelliklerin korunamadığı örnek bir görüntü

Renk Farkındalığı: Eş-parlaklık renklerin gri tonlamalı görüntüde korunması gerekliliğidir. Şekil 2.4'de orijinal görüntü ve rgb2gray yöntemi kullanılarak gri tonlamaya dönüştürülmüş hali verilmiştir.

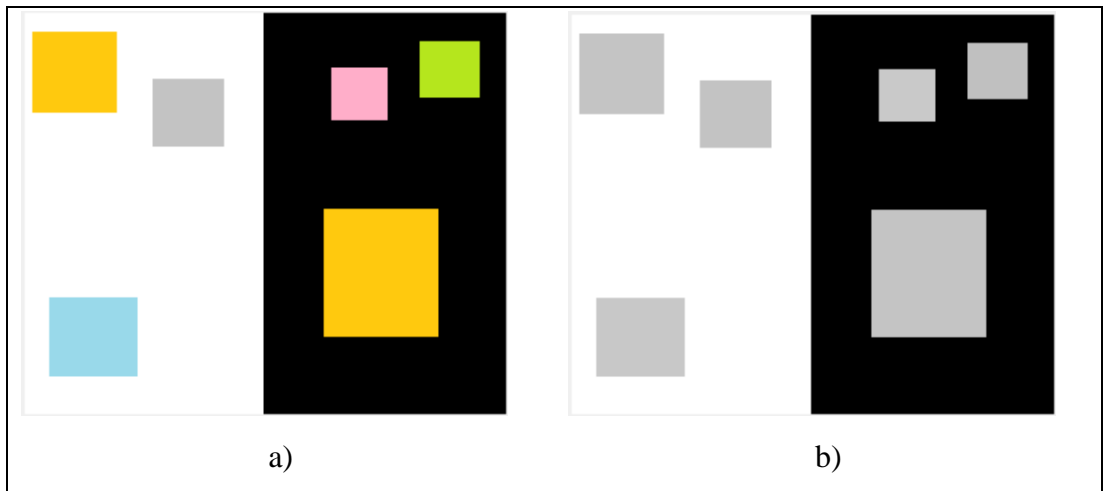


Şekil 2.4. Eş-parlaklık görüntüsü. a) orijinal görüntü, b) rgb2gray

Global (Bütünsel) Haritalama: Konum bilgisinden bağımsız olarak aynı renk kümeleri aynı gri tonlama değerine eşlenmelidir.

Renk Tutarlılığı: Girdi görüntüsündeki aynı tona sahip pikseller çıktı görüntüsünde aynı gri tona sahip olmalıdır.

Gri tonlamanın Korunması: Renkli görüntüdeki bir piksel zaten akromatikse, gri tonlamalı görüntüde de aynı gri düzeyini korumalıdır. Şekil 2.5’de orijinal görüntü ve rgb2gray yöntemi kullanılarak gri tonlamaya dönüştürülmüş hali verilmiştir. Farklı tonlara sahip şekillerin, dönüşüm sonucunda aynı gri tonlama değerine sahip olduğu görülmektedir.



Şekil 2.5. Gri Tonlamanın Korunması için kötü bir örnek. a) orijinal görüntü, b) rgb2gray

2.2. İlgili Çalışmalar

Lu ve arkadaşları çalışmalarında kontrastın korunması ve griye dönüşümün zaman karmaşıklığı problemini ele almışlardır ve iki aşamalı bir dönüşüm yöntemi önermişlerdir. Gerçek zamanlı bir performans elde etmek için, örnekleme tabanlı küçültme işlemiyle birlikte doğrusal bir parametrik optimizasyon geliştirmişlerdir [15].

Bala ve arkadaşları parlaklık kanalına yüksek frekanslı renk (krominans) bilgileri eklemiş ve renk kenarlarını koruyan yerel bir haritalama yöntemi sunmuşlardır. Önerilen yöntemde kromatik kanallara yüksek geçirgen bir filtre uygulanmıştır. Dönüşüm algoritmasının çıktısı, yüksek geçişli filtrenin boyutuna, kenarlardaki parlaklık seviyesini kontrol eden parametrelere ve yüksek frekanslı renk bilgisine bağlıdır [16].

Gooch ve arkadaşları, kontrast fonksiyonunu optimize ederek piksel çiftleri arasındaki renk kontrastını korumak için global bir yöntem önermişlerdir. Parlaklık ve renkteki tüm piksel çiftleri arasındaki varyasyonun gri ölçekli bir görüntü oluşturduğu düşünülmektedir [17].

Kontrast bilgisini arttırmak için sinir ağı bazlı renk açma yöntemi önerilmiştir. Önerilen yöntem, sürekli haritalama, global tutarlılık ve gri ölçeklemede korumayı sağlar [18]. Neumann ve arkadaşları, kullanıcı deneylerine ve onların gözlemlerine dayanan renk giderme yöntemi önermişlerdir. Tutarlı gradyanlar renk uzayında yerel haritalama ile elde edilir ve gri bir görüntü elde etmek için doğrudan entegre edilir [19].

Grundland ve arkadaşları, parlaklık kanalına kromatik bilgileri ekleyen global bir haritalama yöntemi sunmuşlardır. Algoritmaları, işlenen renk farklılıklarının miktarını sınırlayan Gaussian eşleştirme örnekleme sayesinde lineer zaman performansı sağlar. Orijinal parlaklık ve renk sıralamasının ilave renk miktarını sınırlandırarak daha iyi korunabileceği parlaklığa sabit miktarda bir renk ekleyen hızlı bir doğrusal haritalama algoritması önermişlerdir [20].

Önceden ayarlanmış ağırlıklarla parlaklık ve kroma kanallarının birkaç frekans bileşeni kullanılır. Giriş görüntüsü birkaç frekans bileşenine bölünür ve ağırlıkların kombinasyonu kromatik kanallar kullanılarak ayarlanır [21].

Doğrusal olmayan bir parametrik model sunulmuştur. Parametreler, renk farklılıklarını korumayı amaçlayan maliyet fonksiyonunu en aza indirerek tahmin edilir [22]. Parlaklık kanalı Helmholtz-Kohlrausch modeline referansla hesaplanmıştır [23].

İki aşamalı bir algoritma önerilmiştir. İlk aşamada küresel haritalama işlevi değerlendirilmiştir. Bu aşamada özellik ayrımı ve renk sırası korunur. İkinci aşamada, yerel haritalama kullanılarak kontrast koruma elde edilmiştir. Bu aşamada nihai haritalama dengelenmiştir [24].

Optimizasyon temelli renk koruma yaklaşımı önerilmiştir. Bu yöntemde, bimodal dağılım uzaysal piksel farkını sınırlamak için değerlendirilmiştir [25]. Renk giderimi için ortak bir ikili filtreleme yaklaşımı kullanılmıştır. Önerilen yaklaşımın performansını doğrulamak için bir kullanıcı çalışması da yapılmıştır [26].

Yeni bir Gradyan Tabanlı Korelasyon Benzerliği (GCS) yaklaşımı tanıtılmıştır. Gri tonlamalı görüntüler maksimum GCS değerleri kullanılarak elde edilmiştir. Yöntem, orijinal görüntünün kontrastını ve görünümünü korumuştur [27]. Renk yoğunluğu ve renkli görüntünün gradyanı aracılığıyla griye dönüşüm için rastgele ormanlar kullanılır [28].

Renk giderimi için iki aşamalı çerçeve bir sunulmuştur. İlk adımda, uyarlamalı olarak bir yön vektörü seçilir ve tüm renkli piksel vektörleri bu yöne yansıtılır. Yön, yansıtılan tüm noktaların histogramında entropi maksimize edilerek seçilir. İkinci adımda, gri tonlama seviyelerini tamamen kullanmak için, gri tonlama seviyesinin tamamının tüm pikseller tarafından eşit olarak kullanılmasını sağlamak için basit bir histogram eşitleme yöntemi sunulmuştur [29].

Renk kanallarının optimal ağırlık katsayılarını seçmek için normalize çapraz korelasyona dayalı bir dönüşüm yöntemi önerilmiştir [30]. Parametre aralığının

[-1, 1] arasında uzatıldığı genişletilmiş bir renk dönüşüm modeli önerilmiştir. GCS'ye dayanarak doğrusal bir parametrik model değerlendirilmiştir [31].

Her renk kanalı ve kontrast görüntü, renk kanalının ağırlıklandırma parametrelerini tahmin etmek için bağıntılı olduğu yöntem de literatürde mevcuttur [32]. Laplacian temelli renk açma algoritması sunulmuştur [33]. Parametrik oran esaslı renk-gri dönüşüm yöntemi de önerilmiştir [34].

Önerilen diğer bir yöntemde ise ile zayıf renk kısıtlaması kullanılmıştır. Yerel olmayan renk çiftleri için haritalama modeli genişletilmiştir, yerel ve global haritalamalar birleştirilmiştir. Renk ağırlıklandırma problemi belirlenir ve iyileştirme amacıyla Weber-Fechner ağırlığı eklenir. Weber – Fechner yasasına göre dönüşüm yapılmak istenmiştir. 57 kullanıcıdan oluşan kullanıcı deneyi de yapılmıştır [37].

3. KARŞILAŞTIRILAN YÖNTEMLER

Geçmişten günümüze renkli görüntülerden gri tonlamalı görüntüler elde etmek için birçok yöntem geliştirilmiştir. Bu çalışmada yaygın olarak kullanılan temel yöntemler ve güncel olan yöntemler olmak üzere toplamda 13 farklı yöntem karşılaştırılmaktadır. Yöntemlerin geliştirilme tarihlerine göre kronolojik sıralı olacak şekilde karşılaştırılan yöntemlerin detayları alt başlıklar şeklinde verilmektedir.

3.1. Temel Yöntem (Ortalama)

Gri tonlamalı görüntü girdi görüntüsünün R, G ve B kanallarının ortalaması alınarak elde edilir.

Img girdi görüntüsü olmak üzere gri tonlamalı görüntü Denklem (3.1)'deki gibi hesaplanmaktadır;

$$I(i,j)=(\text{Img}(i,j,1)+\text{Img}(i,j,2)+\text{Img}(i,j,3))/3 \quad (3.1)$$

3.2. Temel Yöntem (Rgb2Gray)

Rgb2Gray MATLAB'deki klasik global haritalama yöntemidir. Denklem (3.2)'de verildiği gibi, renkli görüntünün R, G ve B kanallarının ağırlıklandırılmış katsayılarla çarpılmasıyla gri tonlamalı görüntü elde edilir. Ağırlık katsayıları insan gözünün duyarlılığı hesaba katılarak önceden hesaplanmıştır;

$$I(i,j)=0,2989 \times R(i,j)+0,5870 \times G(i,j)+0,1140 \times B(i,j) \quad (3.2)$$

3.3. Color2Gray: Belirginliği Koruyan Renk Giderimi

Color2Gray algoritması 3 aşamadan oluşmaktadır [17];

- RGB görüntülerini CIELAB renk uzayına dönüştürme (tek biçimli renk uzayına dönüştürme).

- Renklilik ve parlaklık farklarını kullanarak komşu pikseller arasındaki hedef farklarını oluşturmak.
- En küçük kareler yöntemini kullanarak optimizasyon problemini çözmek.

CIELAB renk uzayı için renk koordinatları aşağıdaki gibidir;

- L – Açıklık bilgisi. 0 siyahı, 100 beyazı temsil eder.
- A – Kırmızı/Yeşil koordinatı. +A kırmızıyı, -A ise yeşili temsil eder.
- B – Sarı/Mavi koordinatı. +B sarıyı, -B ise maviyi temsil eder.

Color2Gray algoritması, giriş görüntüsündeki renklilik ve parlaklık değişikliklerini gri tonlamalı bir görüntüdeki değişikliklerle eşleştirerek renkli görüntülerin belirginliğini koruyan görüntüler oluşturur. Bu algoritmanın en önemli özelliği renklilik değişikliklerini içermesidir. Eş-parlaklık değişiklikler bu yöntemle korunmaktadır.

Her piksel i ve komşu piksel j için i ve j pikselleri arasındaki parlaklık ve renklilik farklarına dayanan uzaklık skalası hesaplanır. Bu değerler kullanılarak gri tonlamalı görüntünün g değerleri türetilir.

Color2Gray algoritması renk farklılıklarının gri tonlama farklılıklarına eşlemesini 3 parametre ile kontrol etmeye olanak sağlar.

ϕ : Kromatik farkların parlaklık değerinde artış veya azalış ile eşlenip eşlenmediğini kontrol eder.

α : Kaynak parlaklık değerini değiştirmek için ne kadar kromatik değişime izin verileceği bilgisidir. Varsayılan değeri 10'dur.

μ : Komşuluk boyutudur.

ϕ açısı krominans düzlemini böler ve kromatik bir farkın kaynak parlaklığı farkını karartıp açmayacağını belirler. Parlaklık değeri (L), 0 ile 100 arasında değerler almaktadır.

Büyük genlik değerlerini geçerli aralığa sıkıştırmak için fonksiyon kullanılmaktadır. Bu çalışmada yer alan tüm şekiller komşu piksel karşılaştırmaları için tüm görüntü kullanılarak oluşturulmuştur.

Tanımlanan mutlak parlaklık farkı, renklilik farkından daha küçükse ij kromatik farklılıkların bir ölçüsü olarak ayarlanmıştır. Farklar kümesi verildiğinde Denklem (3.3)'deki amaç fonksiyonunu en aza indiren gri tonlu bir görüntü bulunur. Eşitlikte verilen K değeri sıralı piksel çiftlerini ifade etmektedir;

$$f(g) = \sum_{(i,j) \in K}^{\infty} ((g_i - g_j) - \delta_{ij})^2 \quad (3.3)$$

g , kaynak görüntünün parlaklık kanalı olarak alınmıştır daha sonra eşlenik gradyan yinelemeleri kullanılarak minimum seviyeye indirilmiştir. Toplam kare farkları kullanılarak g vektörünü kaynak parlaklık değerine yaklaştıracak şekilde değiştirmektedirler.

Bu algoritmanın karmaşıklığı $O(S^4)$ 'tür. Color2Gray algoritması yüksek dinamik aralığa sahip görüntüler için iyi sonuçlar vermemiştir. Yüksek çözünürlüklü görüntüler için daha hızlı çalışan yöntemler geliştirilmelidir.

3.4. Renk Giderimi: Hızlı, Kontrast Geliştirme, Renkten Gri Tonlamaya Dönüşüm

Bu çalışma kapsamında gerçek zamanlı olarak çalışan yeni bir dönüşüm algoritması sunulmuştur. Algoritma 300×300 'lük görüntülere uygulanmıştır. $\lambda = 0,5$, $\sigma = 25$, $\eta = 0,001$ olarak alınmıştır [20].

Algoritma aşamaları aşağıdaki gibidir;

- Stokastik Görüntü Örnekleme (Gauss kullanılmıştır)
- Renk Uzayı modelleme
- Kromatik kontrast analizi
- Parlaklık kontrast birleştirilmesi

σ 'nın farklı değerleri için kontrast artırma sonuçları paylaşılmıştır. $\lambda = 0,3$ alınarak bazı renkli sanat eserleri için de sonuçlar normal gri tonlamalı görüntü sonuçlarıyla karşılaştırılmıştır. Bazı renkli görüntüler için ilgili teknik ($\lambda = 0,3, 0,5$ değerleri için) normal gri tonlamalı dönüşüm sonuçlarıyla karşılaştırılmıştır.

Bu teknikle birlikte dönüşüm sonrasında kontrastın korunduğu görülmüştür. Daha önce çalışılan diğer tekniklerle karşılaştırılmış ve aşağıdaki özelliklerin korunduğu görülmüştür;

- Sürekli haritalama
- Genel tutarlılık
- Ton sıralaması
- Parlaklık sırası
- Gri tonlamaların korunması
- Doygunluk sırası

3.5. Görünür Gri Tonlama: Algısal Olarak Doğru Görüntüler ve Videolara Basit ve Hızlı Dönüşüm

Bu çalışmada karmaşık görüntüleri ve videoları algısal olarak hassas gri tonlamaya dönüştürmek için hızlı ve basit bir yöntem sunulmuştur. Gri değerleri atamak için iki aşamalı bir yaklaşım kullanılmaktadır [21].

Her piksele veya renge gri bir değer atayan haritalama yöntemidir. Akromatik farklılıkların karşılık gelen orijinal renk farklılıklarına uyması için bir ayırt edilebilirlik kısıtlaması sunulmuştur.

İlk olarak gri değerler her rengin görünür açıklığından piksel olarak eşleştirilerek orijinal kontrast ve gradyanların çoğalması sağlanır. Daha sonra gradyan büyüklükleri ölçülür ve çok ölçekli kromatik kontrast artırma filtresi ile ayırt edilebilirliği korumak veya geliştirmek için ayarlanır. Uyarlamalı olarak zayıf kontrastları arttırarak parlaklık farklarını aşırı vurgulamadan kromatik farkları geri yükler.

CIELAB ve CIELUV renk uzaylarında çalışılmıştır. Helmholtz-Kohlrausch Etkisi Beyaz referans uyarıcı ile aynı parlaklığa sahip kromatik bir uyarıcı, referanstan daha parlak görünecektir. HK etkisini ölçmek için iki yöntem kullanılmıştır;

- 1) VAC: Değişken akromatik renk yaklaşımı
- 2) VCC: Değişken kromatik renk yaklaşımı

İşlem adımları;

- Ters gama haritalaması ile renkli görüntü RGB'ye dönüştürülür.

- CIELUV renk uzayına dönüştürülür.
- Görünen kromatik nesnenin hafiflik kanalı hesaplanır.
- Gri tonlama değerlerine eşlenir.
- Lineer boşluğundan gamma düzeltilmiş gri tonlamalı g görüntüsüne geri dönmek için gama haritalaması uygulanır.
- Haritalama süreklidir, renk sıralaması yoktur.

Yöntemde kullanılan parametreler esneklik sağlayarak kullanıcıların istedikleri ayırt edilebilirlik tercihlerine göre ince ayar yapmasına izin vermektedir. Tutarsızlık korunduğu için bu yaklaşım videoya da uygulanabilir. MATLAB IDE'si kullanılarak Octave ile dönüşüm yapılmıştır.

3.6. Doğrusal Olmayan Global Haritalama ile Gürbüz Bir Renkten Griye Dönüşüm

Bu çalışmada doğrusal olmayan bir global haritalama yöntemi kullanılmıştır. Ayrıca çalışmada videolar için de renkliden griye dönüşüm yöntemi test edilmiştir. C++'da OPENMP ve OPENCV kullanılarak uygulama gerçekleştirilmiştir. Hesaplama yoğunlukları resimdeki veya videodaki piksel sayılarıyla doğru orantılıdır [22].

İşlemlere başlamadan önce RGB görüntüsünü doğrusallaştırmak için gama düzeltmesi kullanılmıştır. $\alpha = 1,0$, $\lambda = N$ (piksel sayısı), $\beta = 0,5$ (videolar için) olarak alınmıştır.

Kullanılan yöntemde aşağıdaki kriterler korunmaya çalışılmıştır;

- Aynı renkler aynı gri tonlama değerleriyle eşlenmelidir.
- Renkli görüntüdeki özellikler gri tonlamalı görüntüde de ayırt edici kalmalıdır.
- Dönüştürülmüş gri tonlama değerlerinde renk sıralamasına uyulmalıdır.
- Renkli ve gri tonlamalı görüntüler benzer hafiflik uyarılarına sahip olmalıdır.

Kullanılan doğrusal olmayan fonksiyon Denklem (3.4)'deki gibidir;

$$g(x,y) = L + f(\sim)C \quad (3.4)$$

(x,y) : CIE LCH uzayında bir piksel

L : Lightness (denklemdaki ana faktördür)

C : Chroma

~ : ton açısı

Kullanılan trigonometrik polinom Denklem (3.5)'de verilmiştir;

$$f(\sim) = \sum_{k=1}^n (A_k \cos k\sim + B_k \sin k\sim) + A_0 \quad (3.5)$$

Ölçüm için CIE LAB renk uzayında iki rengin normalleştirilmiş uzaklığı kullanılmıştır. Renkli görüntü üç boyutlu (3D), gri tonlu görüntü ise bir boyutludur (1D). Bu nedenle renk farkı bir boyutlu olarak tanımlanır. Renkli ve gri tonlamalı görüntüler arasındaki gradyan farkı en aza indirilerek renkliden griye dönüşümde renk düzeni korunabilir.

C=0 olduğunda verilen renk gridir ve haritalama ile değiştirilemez. C küçük olduğunda ise verilen renk daha az doygundur ve piksel parlaklıkları dönüşüm sonucunda çok fazla değişmez.

Giriş görüntüsü yeterince gri piksel içeriyorsa bu pikseller, diğer piksellerin dönüşümünü yönlendirerek açıklıkta ani değişikliklerin olmasını önler. Giriş görüntüsündeki gradyanlar, giriş pikselindeki renk farkı ve renk fark operatörü kullanılarak enerji fonksiyonu hesaplanır. Enerji fonksiyonu (Es) en aza indirgenmeye çalışılır.

Es formülünde $(2n+1) \times (2n+1)$ matris ile $(2n+1) \times 1$ 'lik vektör farkı hesaplanır. N=4 için en iyi sonuçlar alınmıştır.

Tüm görüntü pikselleri farklı ışıklarda aynı kroma ve renk tonuna sahipse u ve v(Ms hesaplamasında kullanılırlar) boş vektörler olurlar bu da boş bi matris oluşmasına neden olur. X'in en büyük değeri için g görünür aralığın dışına çıkar. Bir ağırlıklandırma kullanılarak bu sorun giderilmiştir.

CADIK veri setine ait görüntüler kullanılmıştır ve buradaki sonuçlarla ilgili yöntem karşılaştırılmıştır. Diğer yöntemlere göre bu yöntemin daha başarılı sonuçlar verdiği görülmüştür. Ancak az yoğun renklerde bu yöntemin iyi sonuç vermediği görülmüştür.

3.7. Kontrast Korumalı Renk Giderimi

Bu çalışmada orijinal renk kontrastını maksimum düzeyde korumayı amaçlayan bir yaklaşım önerilmiştir. Renk açma fonksiyonu $g = f(c)$ olarak tanımlanmıştır. Her giriş RGB vektörü $c=(r,g,b)$ için, f işlevi, karşılık gelen gri skala değeri olan g 'yi üretir. Renkli görüntünün tüm pikselleri aynı f haritalama işlevi kullanılarak gri tonlamaya dönüşüm gerçekleştirilir. Bu nedenle aynı renge sahip iki görüntü aynı gri skalaya sahip olacaktır [25].

Yöntemde sonlu çok değişkenli bir polinom kullanılmaktadır.

Haritalama için kullanılan fonksiyon Denklem (3.6)'da verilmiştir.

$$f(r,g,b;w) = \sum_i w_i m_i \quad (3.6)$$

$N=2$ olarak alınmıştır ve w toplam sayısı 9'dur. 24 adet resim içeren CADIK veri seti ile çalışılmıştır.

Önce CIELAB'daki hafiflik, YUV uzayındaki yoğunluk ve Nayatani modeli alınır. Daha sonra model ikinci dereceden regresyon kullanılarak gri tonlama sonuçlarını istenildiği gibi yaklaşıcağı şekilde yerleştirmektedirler.

CIELAB renk uzayında renk kontrastı hesaplanır. g_x , g_y ve $\delta_{x,y}$ (renk kontrastı) değerleri kullanılarak minimize edilmiş enerji fonksiyonu hesaplanır. Enerji fonksiyonunda w_i 'ye göre kısmi türevler almak ve bunları sıfırlara ayarlamak bir denklem sistemi sağlar. $\{w_i^0\} \{0,33, 0,33, 0,33, 0, 0, 0, 0, 0\}$ olarak başlatılır. Daha sonra ağırlıklar yinelemeli olarak güncellenir. Maksimum yineleme sayısı 15 olarak ayarlanmıştır.

3.8. Renk Giderimi: `rgb2gray()` Yöntemi Bitti mi?

Eş-parlaklık bölgelerdeki parlaklık dönüşümünün başarısızlığını çözmek için böyle bir çalışmaya ihtiyaç duyulmuştur. Renkli görüntüyü gri tonlamalı görüntüye dönüştürmedeki temel yöntem parlaklık kanalını çıkarmaktır. Önerilen algoritma insan kontrast algısını taklit etmek için ikili filtreleme kullanmıştır [26].

Önerilen algoritma her görüntü için birkaç tane iyi sonuç üretmektedir. Kontrast koruması için ikili filtreleme kullanılmaktadır. İkili filtreleme Denklem (3.7) ve (3.8)'deki gibi tanımlanır [38];

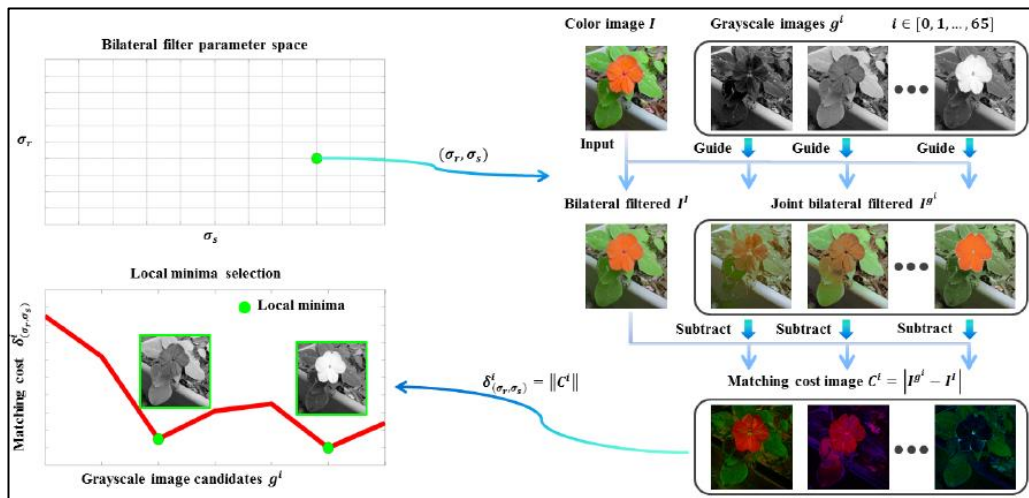
$$w(i, j, k, l) = e^{-\frac{(i-k)^2 + (j-l)^2}{2\sigma_{\text{space}}^2} - \frac{|I(i,j) - I(k,l)|^2}{2\sigma_{\text{range}}^2}} \quad (3.7)$$

$$I_D(i, j) = \frac{\sum_{k,l \in \Omega} I(k,l)w(i, j, k, l)}{\sum_{k,l \in \Omega} w(i, j, k, l)} \quad (3.8)$$

σ_{range} ve σ_{space} renk/yoğunluk benzerliğini ölçen aralıklı filtre çekirdekleridir. Renkli girdi görüntüsü ve gri tonlamalı dönüşüm sonucu verildiğinde I ile ve kendisiyle çift taraflı filtreleme yapılır. Filtrelemeler sonucu elde edilen görüntüler arasındaki fark gri tonlamalı dönüşümdeki kontrast koruma kalitesini ölçmek için kullanılabilir. Maliyet hesabı Denklem (3.9)'daki gibi yapılır;

$$C = |I^g - I^l| \quad (3.9)$$

Filtreleme s ve r parametreleri ile yapılır. s küçük olduğunda her piksel için küçük bir uzamsal komşuluklardaki kontrastlar yakalanırken, s büyük olduğunda daha büyük komşuluklar hesaba katılır. R küçük olduğunda renkli görüntüdeki tüm küçük renk değişimlerini yakalayabilen gri tonlu görüntü tercih edilir. İkili filtreleme işleminin genel çalışma mimarisi Şekil 3.1'de verilmiştir.



Şekil 3.1. Önerilen yaklaşıma genel bakış

Önerilen yaklaşıma göre (Şekil 3.1), aday setindeki her bir gri tonlamalı görüntü için maliyet hesaplanır ve bir yerel minimum maliyet değerine sahip aday bir kez oylanır (her adayı komşularıyla karşılaştırarak yerel minima seçilir). Tüm parametre ayarları işlendikten sonra, eşikten daha fazla oy alan adaylar çıktı olarak seçilir.

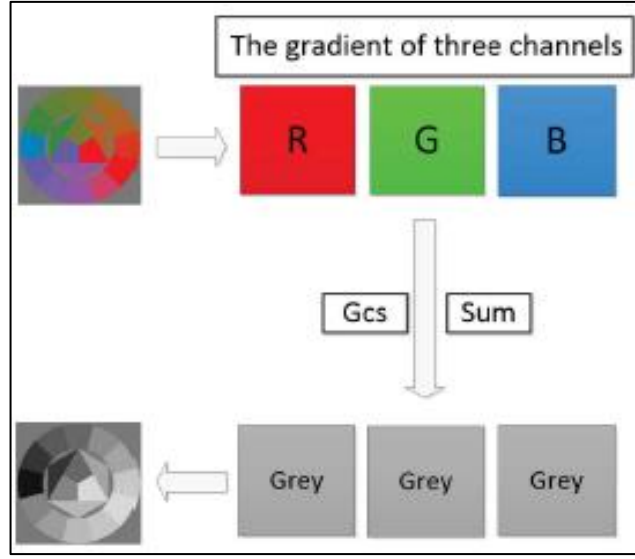
Önerilen yaklaşımı doğrulamak için Cadik'in renk açma veri seti ile kullanıcı çalışması yapılmıştır. Her renkli görüntü için 66 tane gri tonlamalı görüntü aday seçilmiştir. Ağırlıklardaki hafif değişimler gri tonlamalı görünüm üzerinde büyük bir etkiye neden olmayacağı kabul edilmiştir. Bu yüzden her bir kanalın ağırlık katsayısı (0,1)'e göre ayrıştırılmıştır. Daha sonra artırımlı olarak 0,1 seçilmiştir. Bu şekilde tüm kombinasyonlar baz alınarak toplam aday görüntü sayısı 66 olarak elde edilmiştir. Bazı benzer adaylar elle kaldırılmıştır.

Her iki gri tonlama adayı giriş renk görüntüsüyle birlikte yüksek çözünürlüklü bir ekranda rastgele gösterilmiştir. Gözlemcilerden, renkli görüntüyle kendi tercihlerine göre daha iyi eşleşen iki adaydan birini seçmeleri istenir. Çalışmaya 20 gözlemci katılmış ve toplamda 7500 civarında ikili karşılaştırma yapılmıştır. Son olarak, her bir renkli resim için, gözlemcilerin en fazla oyu aldığı gri tonlamalı aday, "kullanıcının tercih ettiği en iyi" sonuç olarak seçilmiştir.

Tüm gri tonlamalı sonuçlar her renkli görüntü için sıfır olmayan oylarla toplanmıştır böylelikle aday görüntüler belirlenmiştir.

3.9. GcsDecolor: Etkili Kontrast Koruyan Renk Giderimi için Gradyan Korelasyon Benzerliği

Orijinal görüntünün kontrastını ve görünümünü korumak için yeni bir GCS yöntemi önerilmiştir. GCS ölçümü, renkli görüntünün tüm kanalları ile gri tonlamalı görüntünün gradyan korelasyon toplamlarını hesaplar (Şekil 3.2). Tanımlanan model, Lagrangian ve alternatif yön yöntemi ile çözülmüştür. Gri tonlamalı görüntüleri maksimum GCS değerleri ile almışlardır [27].



Şekil 3.2. GCSDecolor yönteminin akış şeması

3.10. Etkin Kontrastı Koruyan Renk Giderimi için Genişletilmiş RGB2Gray Dönüşüm Modeli

Genişletilmiş RGB2Gray dönüşüm yöntemidir. Ağırlık parametre aralığı $[-1,1]$ yapılmıştır. Ancak toplamlarının yine 1 olması gerekmektedir [31].

Çözümü, lineer parametrikten minimum fonksiyon değeri olan çözelti belirleyerek ayrık bir arama çözücü önerilmektedir. Çözme prosedürü arasında, yeni sunulan vektörel gradyan korelasyon benzerlik ölçüsü p-normu kullanılmıştır. Renkli görüntülerin ağırlıklarını seçmek için EGCS (Genişletilmiş Gradyan Korelasyon Benzerliği) adlı bir ölçüm tanımlamıştır. Hesaplama süresi fazladır.

3.11. Laplasyan Tabanlı Algısal Kalite Metriği ile Yarı Parametrik Renk Giderimi

Hem RGB2GRAY hem de iki dereceli modellerden yararlanmak için yarı parametrik bir strateji sunulmuştur. Önerilen yöntemde, birinci alt uzaydaki RGB2GRAY sonucu hemen gri bir görüntü olarak değerlendirilir ve ardından ikinci ve üçüncü alt uzaylardaki parametreler optimize edilir. Bol renk ve desenlere sahip görüntüler için iyi çıktılar üretmiştir ancak çok yavaştır [33].

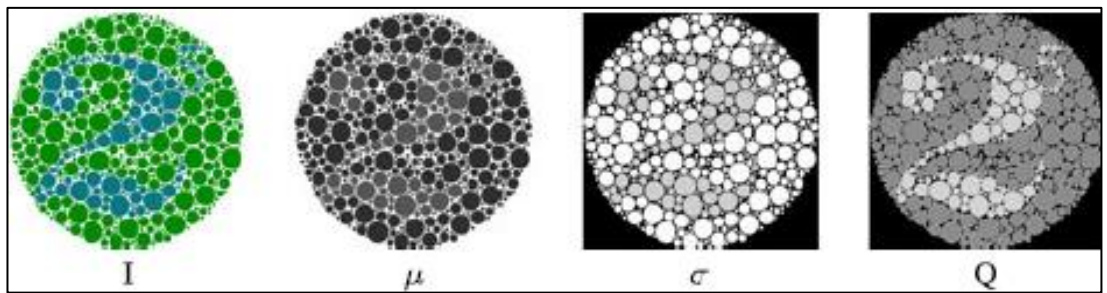
3.12. CorrC2G: Korelasyonla Renkten Griye Dönüşüm

Bu çalışmada korelasyon yöntemi kullanılarak rengin 3 küresel doğrusal ağırlık parametresi tahmin edilmiştir. Bu parametreler RGB görüntüsünün her kanalı ve kontrast görüntü arasındaki korelasyondan hesaplanır. Global haritalama yöntemi kullanılmıştır. CADIK, CSDD ve COLOR250 veri setleri kullanılmıştır [32].

Önerilen yöntemde önce renk görüntüsü küçültülür daha sonra aşağı örneklenen görüntünün ağırlık parametreleri tahmin edilir. Ağırlık parametrelerini ayarlamak için korelasyon değerlerinin hem büyüklüğü hem de işareti dikkate alınmaktadır.

Pearson'un 2 değişkenle X ve Y arasındaki korelasyon ölçüsünü kullanılmıştır. İlk olarak renkli görüntünün kontrastını yansıtan 2 boyutlu görüntü üretmek için hesaplanan standart görüntü ve ortalama görüntü birleştirilir. Birleştirilen bu değerler δ 'nın maksimum olası değerine bölünür.

Haritalama için mutlak değeri alınan korelasyonlar β ile eşleştirilir ve korelasyonların orjinal değerleri y ile eşleştirilir. B ve y değerlerinden λ hesaplanır. B değeri, $\min(\beta, y)$ 'ye β eklenerek tahmin edilir. Y değeri $[-0,5, 0,5]$ arasında değerler alır. Önerilen yöntem ile λ ile korelasyon değerlerini tahmin eder. Ancak bu yöntemde 2 tane gri tonlu çıktı üretilir (Şekil 3.2). Kullanıcılar bunlardan birini seçmelidir.



Şekil 3.3. Renkli bir görüntü (I) için, ortalama görüntü μ , standart sapma görüntü σ ve kontrast haritası Q

Tek görüntüye indirgemek için histogramının ortasında daha fazla ve daha büyük tepe noktasına sahip olan görüntü seçilir.

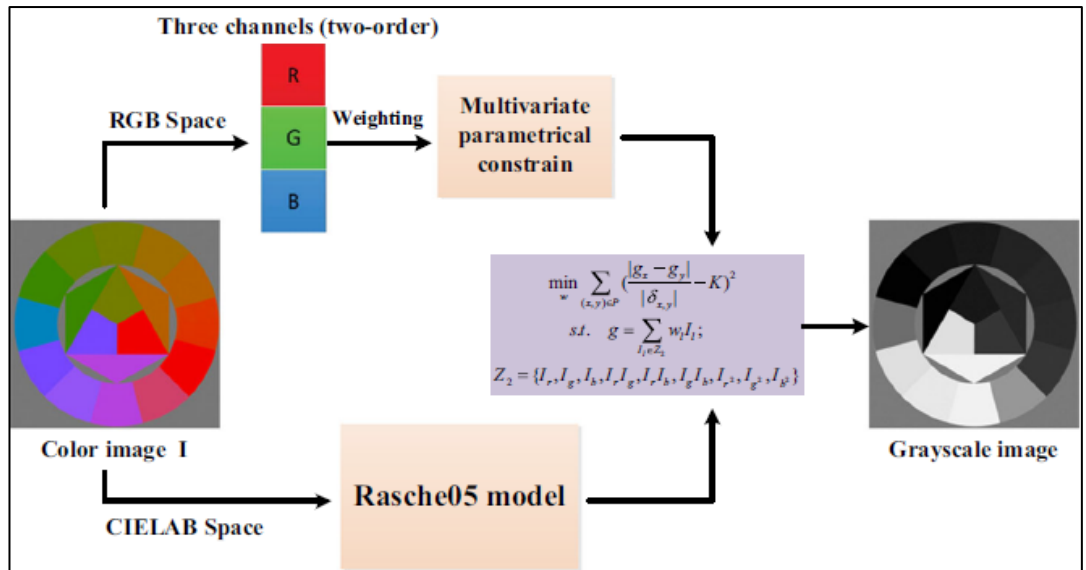
Bu çalışmada ayrıca C2G yönteminin çıktıları, diğer yöntemlerin çıktılarıyla öznel bir şekilde karşılaştırılmıştır. Görüntü işleme konusunda bilgili olan 3 kişiden hangi

çıkırtıyı neden tercih ettiklerine dair tartışmaları istenmiştir. 3 deney setine ait toplam 297 görüntü incelenmiştir ve 970 karşılaştırma sonucu önerilen yöntemin diğer yöntemlerden daha başarılı olduğu görülmüştür. C2G farklı çözünürlükteki görüntüler için diğer yöntemlerden daha iyi çalışır.

Daha iyi sayısal olarak uyumlu görüntüler kullanılarak daha başarılı sonuçlar elde edilebilir. İşlem sonucu çift çıktı verme davranışı da değiştirilebilir. Uygulama Matlab2013b'de gerçekleştirilmiştir.

3.13. Etkili Kontrast Koruyucu Renk Giderimi için Parametrik Oran Tabanlı Yöntem

Bu çalışmada etkili kontrast koruyucu renk giderimi (PrDecolor) için parametrik oran tabanlı yeni bir yöntem sunulmuştur. Bu yöntem, Lu12'deki çok değişkenli parametrik kısıtlamayı ve [35]'deki oranı kullanmaktadır. PrDecolor yöntemi, her iki yöntemin de güçlü yanlarını birleştirerek kontrastı korumayı amaçlamaktadır. Önerilen yöntem ile mevcuttaki renk açma işlemi parametrik kısıtlama ile daha basit bir hale getirilmiştir. Tanımlanan model, Lagrangian ve alternatif yön yöntemi ile çözülmüştür. Özellikle bol renk ve desen içeren görüntülerde orijinal görüntünün kontrastını ve temel özelliklerini korumada başarılı olmuşlardır. PrDecolor yöntemi kullanılarak renkli görüntüden gri tonlamalı görüntü elde edilme adımları Şekil 3.3'de görülmektedir [34].



Şekil 3.4. PrDecolor yönteminin genel akışı

3.14. Veri Setleri

Bu tez kapsamında renkli görüntülerin gri tonlamalı görüntüye dönüştürülmesi aşamasında 2 farklı veri kümesi kullanılmıştır. Bu veri kümeleri 24 görüntüden oluşan CADIK veri seti ve 250 görüntüden oluşan COLOR250 veri kümesidir. COLOR250 veri seti doğal sentetik görüntüler içermektedir. Bugüne kadar yapılan çalışmalarda da bu iki veri kümesi kullanıldığı için karşılaştırma işleminde de CADIK ve COLOR250 kullanılmıştır.

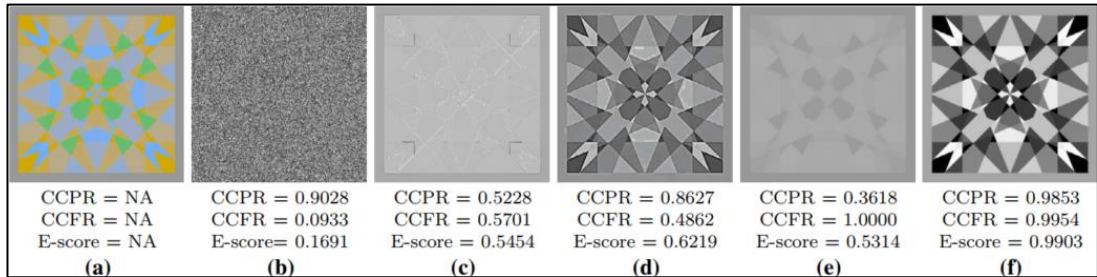
3.15. Kalite Ölçüm Metrikleri

Renkli görüntülerin gri tonlu görüntülere dönüştürülmesinde kullanılan yöntemlerin karşılaştırılması aşamasında 3 farklı kalite ölçüm yöntemi kullanılmıştır. Bu yöntemler CCPR, CCFR ve E-Skor'dur.

CCPR kalite ölçüm metriğine göre renkli görüntü ile gri tonlamalı görüntü arasındaki renk farkı τ eşik değerinden daha küçük ise, insan görüşü açısından görünmez hale gelmiştir. Bu çalışma kapsamında eşik değeri 40 olarak alınmıştır. Renk farkı öklid mesafe hesabına göre hesaplanmaktadır. CCPR, dönüşümden sonraki kontrast kaybını ölçer. Ancak çıktının renkli görüntüdeki yapıları koruyup korumadığı ile ilgilenmez. Bu nedenle CCPR değeri yüksek olmasına rağmen çıktı görüntüsünün orjinal görüntü ile hiç benzeşmediği durumlar söz konusu olabilmektedir [37] (Şekil 3.5). CCPR Denklem (3.10)'daki gibi tanımlanmaktadır;

$$CCPR = \#\{(x, y) \mid (x, y) \in \Omega, |g_x - g_y| \geq \tau |\Omega|\} \quad (3.10)$$

Ω : Orjinal renk farklarını içeren piksel setleri



Şekil 3.5. Renkli bir görüntünün farklı yöntemlerle gri tonlamaya dönüştürülmüş çıktıları ve kalite ölçüm sonuçları

CCFR kalite ölçüm metriği renkli görüntü, gri tonlamalı görüntüye dönüştürüldükten sonra renk içeriği kaybı olarak nitelendirilmektedir. Denklem (3.11)'de verilen eşitlikte CCFR kalite ölçüm metriğine göre verilen eşik değerinden büyük olan değerler en az kontrastlı yapılara sahip olan piksel çiftleridir. Pay değeri, dönüşümden önce yani renkli girdi görüntüsündeki eşik değerinden küçük, dönüşümden sonra yani gri tonlu görüntüde eşik değerinden büyük olan piksellerin sayısıdır;

$$CCFR = 1 - \frac{\#\{(x, y) | (x, y) \in \theta, \delta_{x,y} \leq \tau\}}{|\theta|} \quad (3.11)$$

θ : En az kontrast bilgisine sahip olan piksel çiftlerini içeren küme

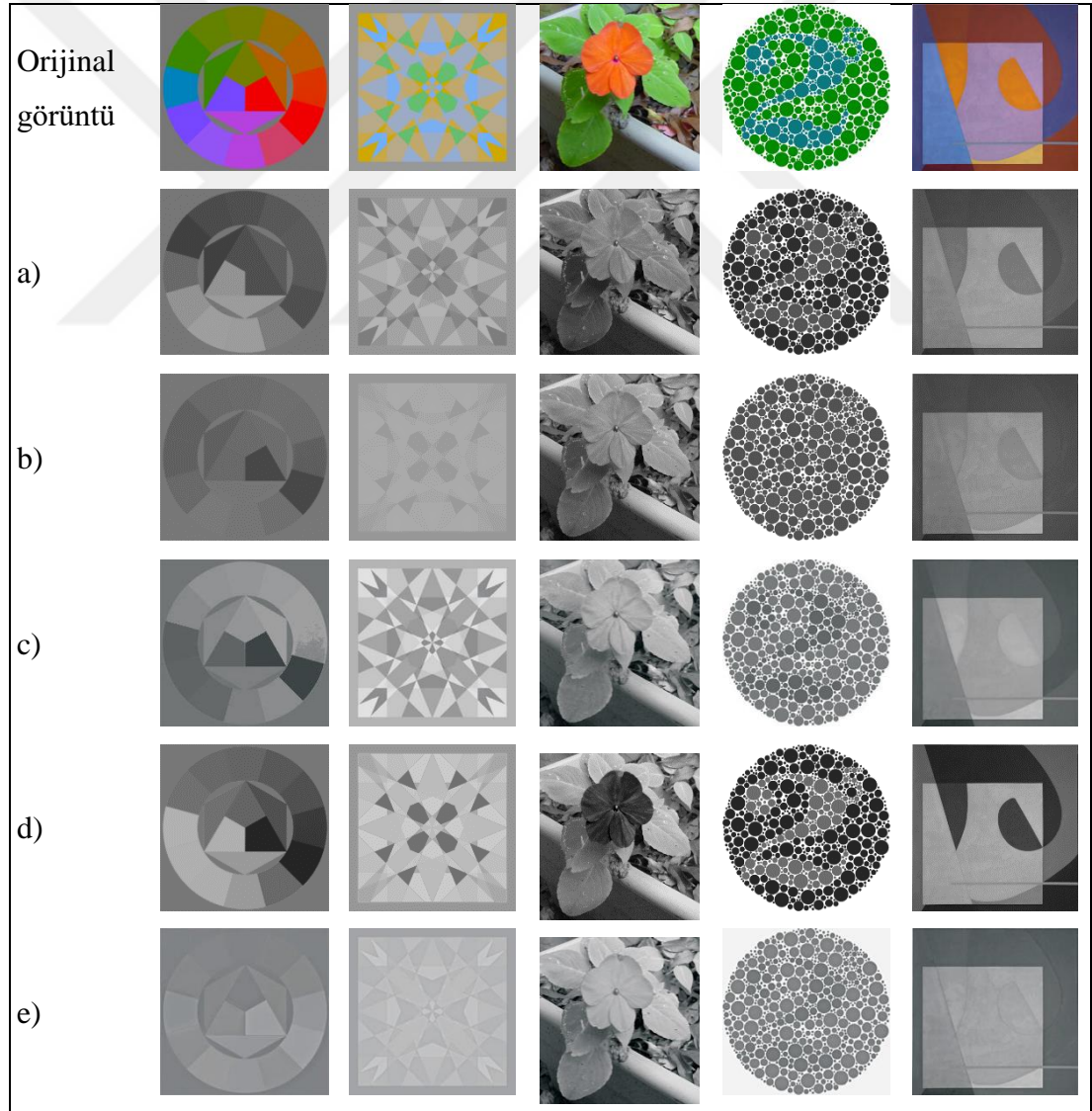
CCPR ve CCFR'in harmonik ortalaması alınarak E-skor Denklem (3.12)'deki gibi hesaplanmaktadır. E-skor metriğinde CCPR ve CCFR birlikte değerlendirildiği için insan görsel algısına en yakın sonuçlar elde edilmektedir;

$$E\text{-score} = \frac{2 \cdot CCPR \cdot CCFR}{CCPR + CCFR} \quad (3.12)$$

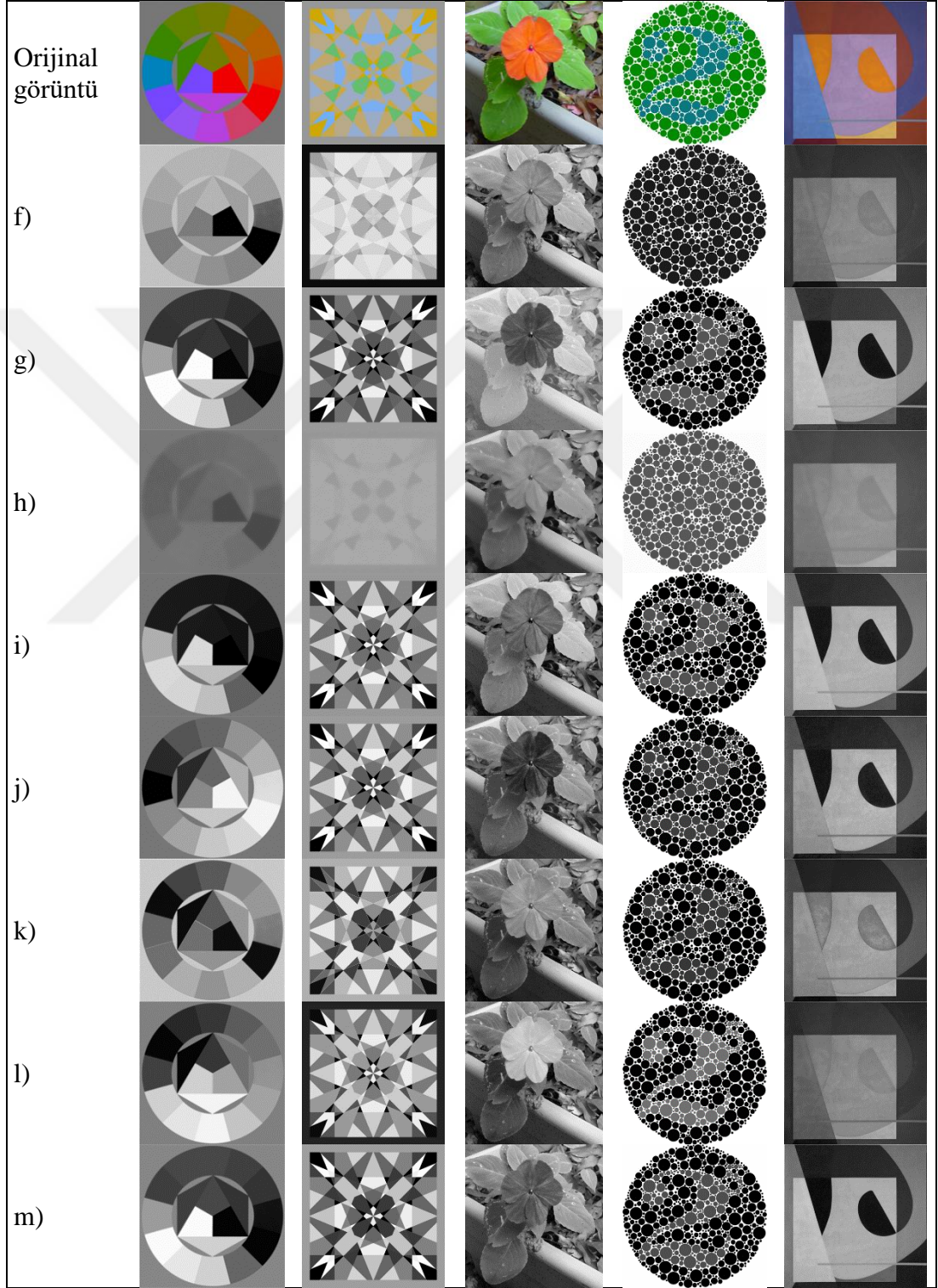
4. DENEYSEL SONUÇLAR

Karşılaştırma, Intel® Core (TM) i5-2430 işlemcili ve 4 GB belleğe sahip bir PC'de MATLAB ortamında gerçekleştirilmiştir. CADIK veri seti kullanılarak dönüşüm yöntemlerinin görsel karşılaştırması Tablo 4.1 ve Tablo 4.2'de verilmiştir. Benzer görsel sonuçlar COLOR250 veri kümesi için Tablo 4.3 ve Tablo 4.4'te görülebilir.

Tablo 4.1. CADIK veri setindeki görüntülerin gri tonlu çıktıları a- temel yöntem (ortalama), b- temel yöntem (Rgb2gray), c- Gooch 2005 [17], d- Grundland 2007 [20], e- Smith 2008 [21]

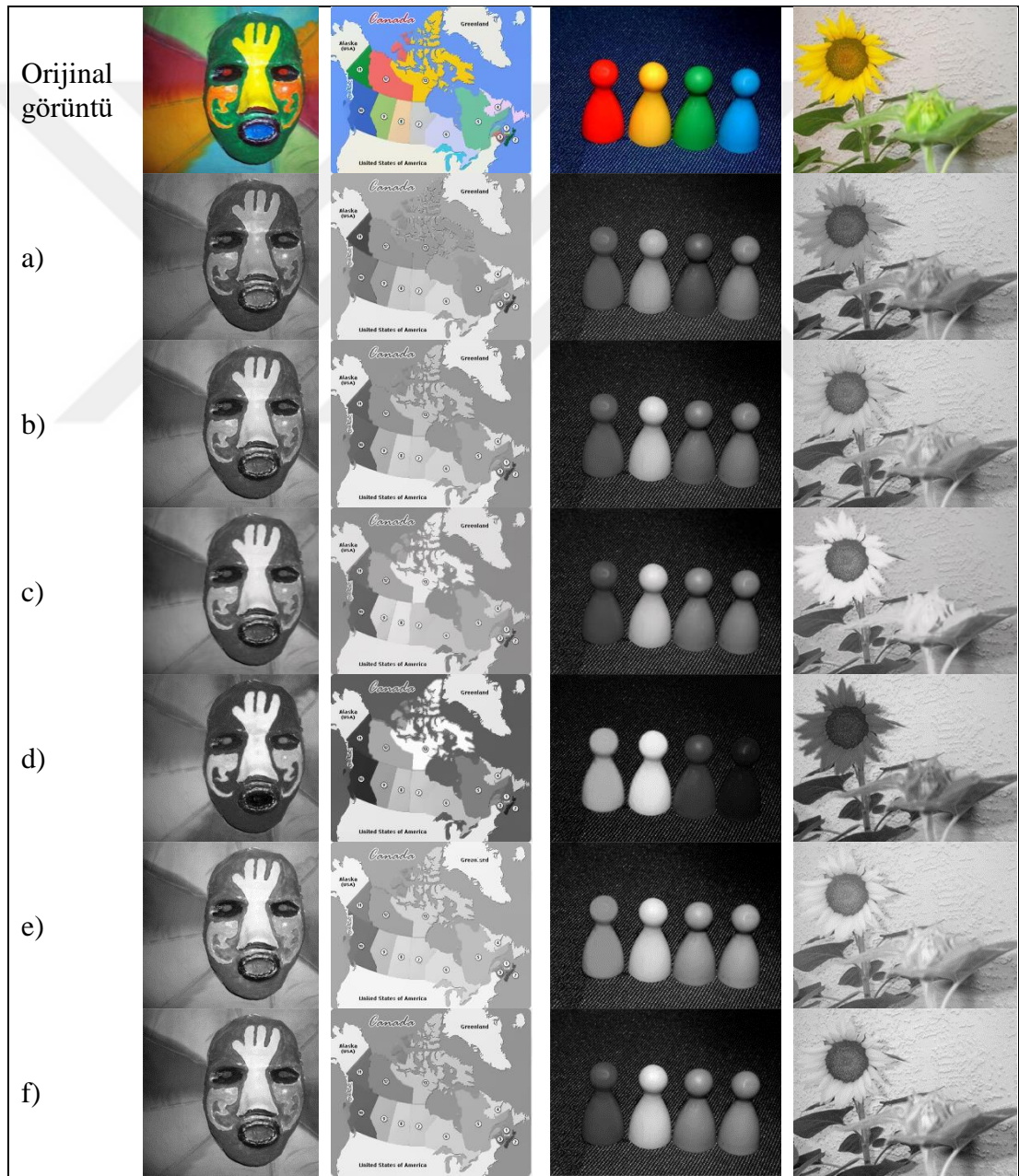


Tablo 4.2. CADIK veri setindeki görüntülerin gri tonlu çıktıları e- Smith 2008 [21], f- Kim 2009 [22], g- Lu 2012 [25], h- Song 2013 [26] a- temel yöntem (ortalama), b- temel yöntem (Rgb2gray), c- Gooch 2005 [17], d- Grundland 2007 [20], i- Liu 2015 [27], j- Liu 2017 [31], k- Liu 2017 (SPDecolor) [33], l- Nafchi 2017 [32], m- Xiong 2017 [34]

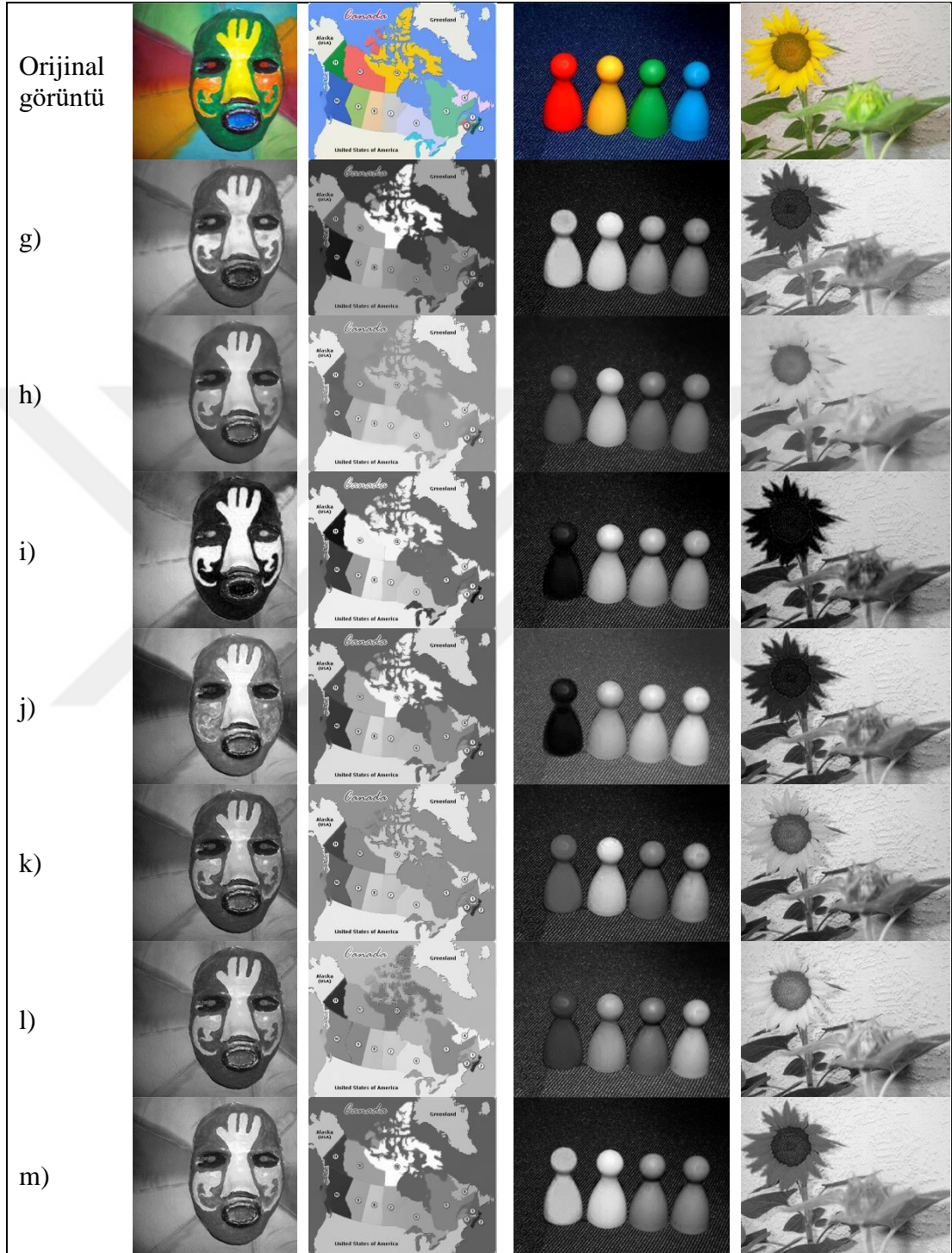


Şekil 4.1 ve Şekil 4.2 incelendiğinde CADIK veri seti için en kötü görsel sonuçların e [21] ve h [26] olarak indekslenen çalışmalara ait olduğu görülmektedir. m [34], g [25] ve i [27] olarak indekslenen yöntemlerin ise verilen görseller için başarılı sonuçlar ürettiği resimlerdeki önemli ayrıntıların korunduğu görülmektedir. l [32] ile indekslenen yöntem diğer 4 görüntü için iyi sonuçlar vermesine rağmen son görüntüdeki özellikleri dönüşüm esnasında kaybetmiştir.

Tablo 4.3. COLOR250 veri setindeki görüntülerin gri tonlu çıktıları a- temel yöntem (ortalama), b- temel yöntem (Rgb2gray), c- Gooch 2005 [17], d- Grundland 2007 [20], e- Smith 2008 [21], f- Kim 2009 [22], g- Lu 2012 [25]



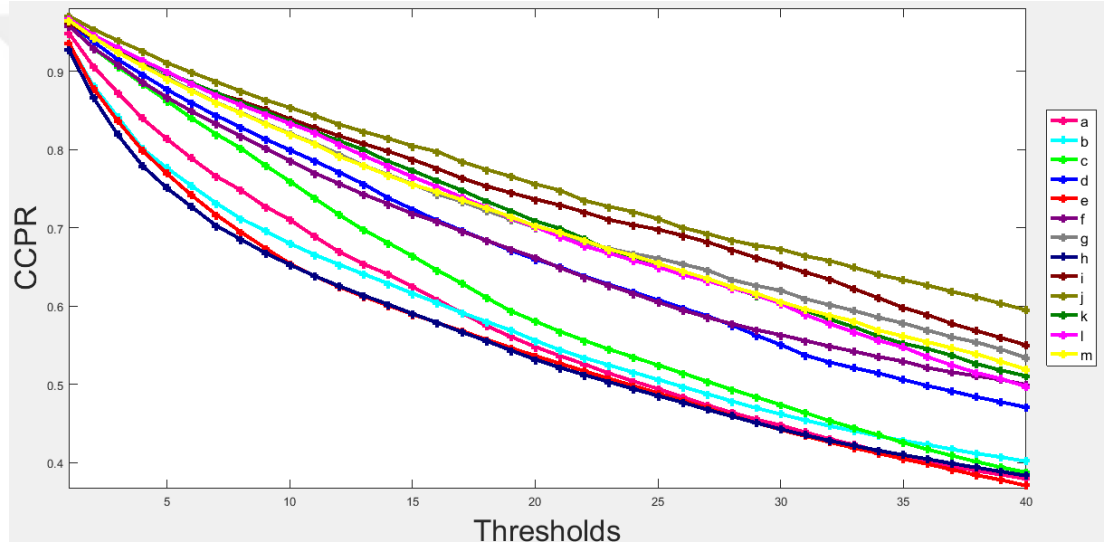
Tablo 4.4. COLOR250 veri setindeki görüntülerin gri tonlu çıktıları, g- Lu 2012 [25] h- Song 2013 [26], i- Liu 2015 [27], j- Liu 2017 [31], k- Liu 2017 (SPDecolor) [33], l- Nafchi 2017 [32], m- Xiong 2017 [34]



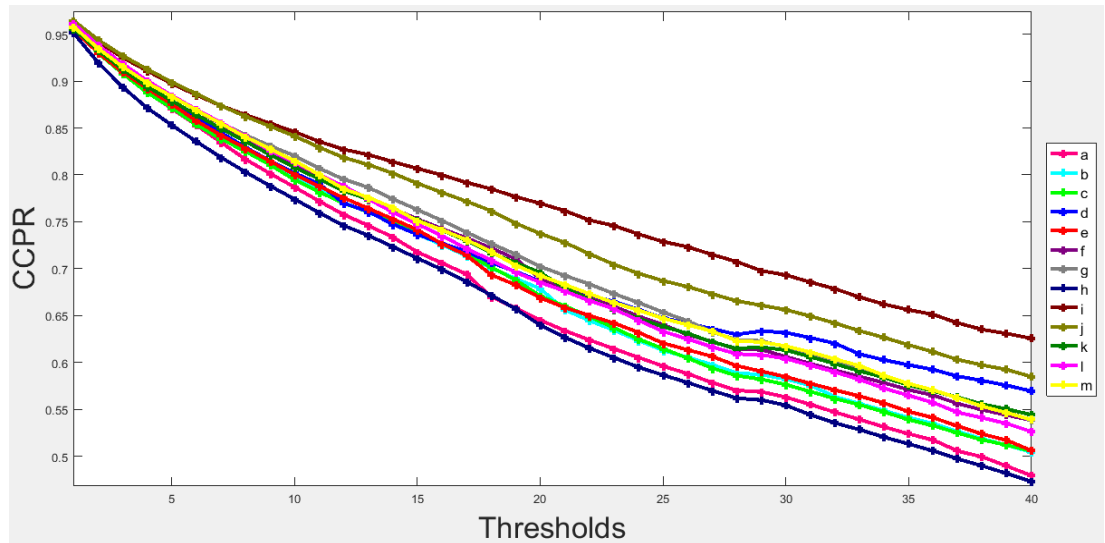
Tablo 4.3 ve Tablo 4.4 incelendiğinde COLOR250 veri seti için en kötü görsel sonuçların i [27] ve j [31] olarak indekslenen çalışmalara ait olduğu görülmektedir. c [17], e [21] ve l [32] olarak indekslenen yöntemlerin ise verilen görseller için başarılı sonuçlar ürettiği resimlerdeki önemli ayrıntıların korunduğu görülmektedir.

Şekil 4.1 ve Şekil 4.2, karşılaştırılan yöntemlerin sırasıyla CADIK ve COLOR250 veri setleri için CCPR kalite ölçüm yöntemine göre performansını göstermektedir. Farklı eşik değerleri için CCPR kalite ölçüm metriğine göre, renkli görüntüden gri tonlamalı görüntüye dönüşümde en iyi performans, CADIK veri seti için j olarak indekslenen [31]'e aittir. COLOR250 veri kümesi için ise i olarak indekslenmiş olan [27]'deki çalışmaya ait çıktı en iyi performansa sahiptir.

Harflendirme sırası iki şekil için de ortak ve a- temel yöntem (ortalama), b- temel yöntem (Rgb2gray), c- [17], d-[20], e- [21], f-[22], g- [25], h- [26], i-[27], j- [31], k- [33], l- [32], m-[34] şeklindedir.



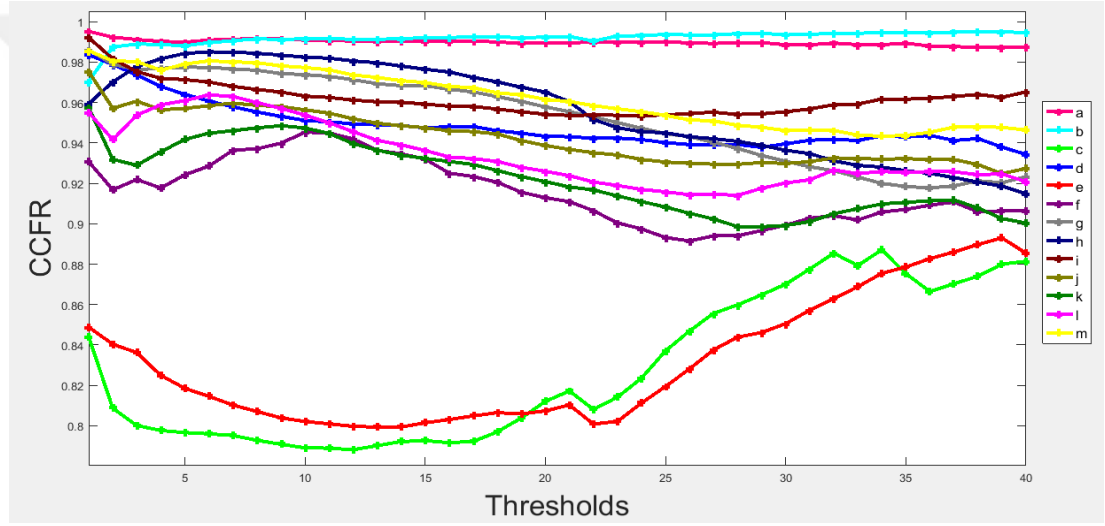
Şekil 4.1. CADIK veri seti için Renk Kontrast Koruma Oranı. (CCPR) sonuçları



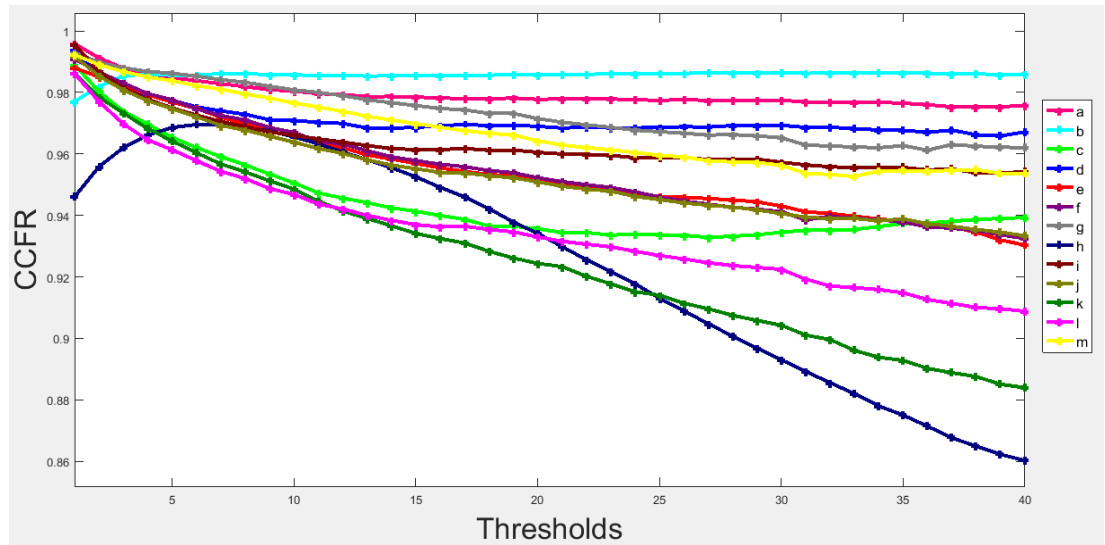
Şekil 4.2. COLOR250 veri seti için Renk Kontrast Koruma Oranı (CCPR) sonuçları

Şekil 4.3 ve Şekil 4.4, karşılaştırılan yöntemlerin sırasıyla CADIK ve COLOR250 veri setleri için CCFR kalite ölçüm yöntemine göre performansını göstermektedir. Farklı eşik değerleri için CCFR metriklerine göre en iyi performans CADIK veri kümesi için b indeksli rgb2gray çalışmasına aittir. COLOR250 veri kümesi için de rgb2gray metodu kullanılarak yapılan dönüşüm işlemi ile en iyi performans elde edilmiştir.

Harflendirme sırası iki şekil için de ortak ve a- temel yöntem (ortalama), b- temel yöntem (Rgb2gray), c- [17], d-[20], e- [21], f-[22], g- [25], h- [26], i-[27], j- [31], k- [33], l- [32], m-[34] şeklindedir.

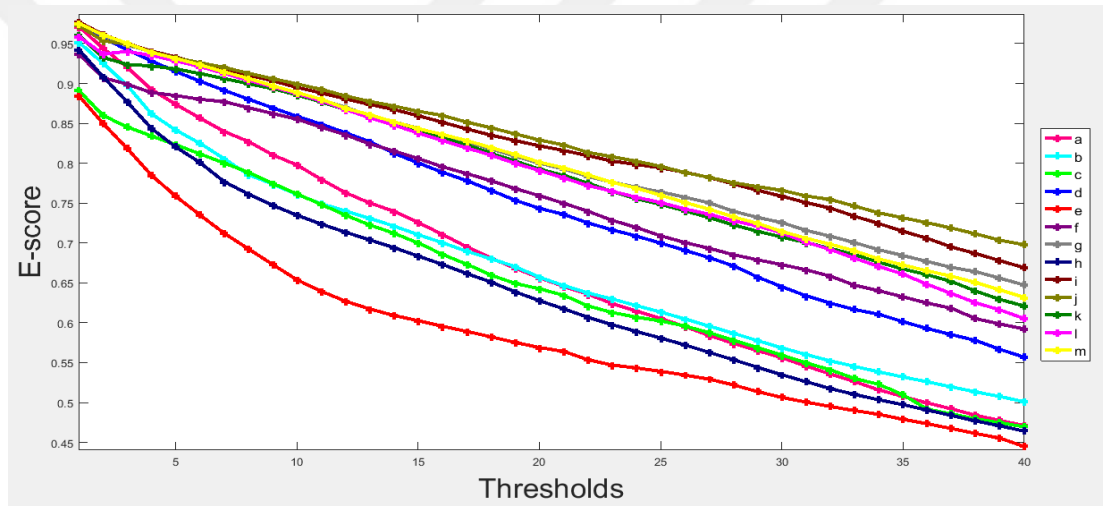


Şekil 4.3. CADIK data setindeki görüntülerin CCFR metriğine göre karşılaştırılması

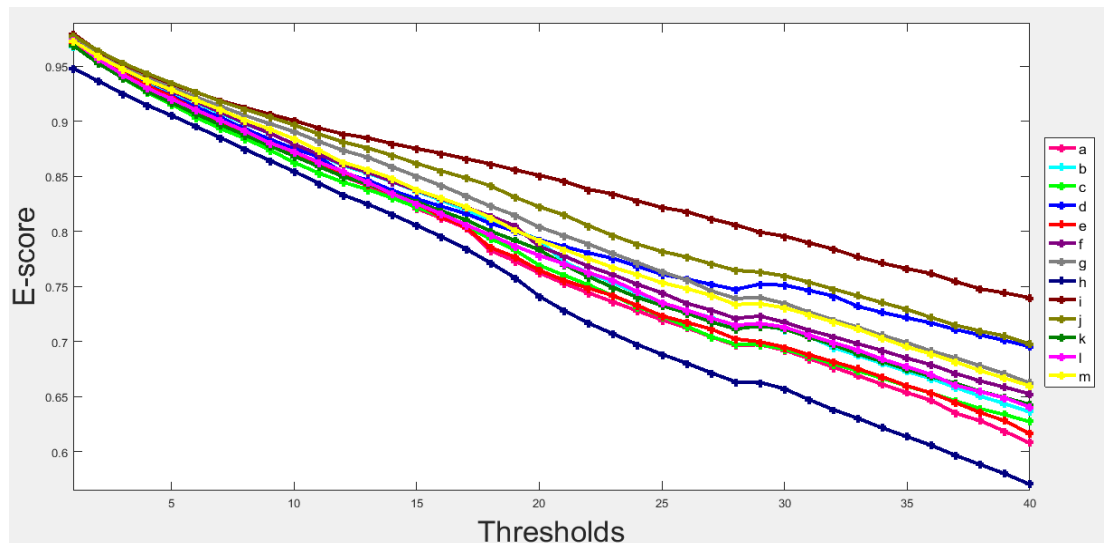


Şekil 4.4. COLOR250 veri setindeki görüntülerin CCFR metriğine göre karşılaştırılması

Şekil 4.5 ve Şekil 4.6, karşılaştırılan yöntemlerin sırasıyla CADIK ve COLOR250 veri setleri için E-Skor kalite ölçüm yöntemine göre performansını göstermektedir. Farklı eşik değerleri için E-Skor kalite ölçüm metriğine göre, renkli görüntüden gri tonlamalı görüntüye dönüşüm işleminde CADIK veri seti için [31] çalışmasına ait çıktılar en iyi performansa sahiptir. Öte yandan i olarak indekslenen [27] en iyi ikinci performans, farklı eşik değerlerinde [31] ile benzer performans göstermektedir. COLOR250 veri seti için ise j olarak indekslenen [31]'ya ait çıktılar en iyi performansa sahiptir. Harflendirme; a- temel yöntem (ortalama), b- Rgb2gray, c- [17], d-[20], e- [21], f-[22], g- [25], h- [26], i-[27], j- [31], k- [33], l- [32], m-[34] şeklindedir.



Şekil 4.5. CADIK data setindeki görüntülerin E-Skor metriğine göre karşılaştırılması



Şekil 4.6. COLOR250 data setindeki görüntülerin E-Skor metriğine göre karşılaştırılması

Tablo 4.5, CADIK veri seti için E-Skor değerlerini göstermektedir. E-Skor (0,1) arasında değerler almaktadır. E-Skor değerinin 1'e yaklaşması gri tonlamalı görüntüye dönüşüm işleminde performansın yüksek olduğu anlamına gelmektedir. Eşik değeri 40 olarak alınmıştır. Tabloda rastgele seçilmiş olan 1, 8, 16, 32 ve 40. iterasyonlar için E-Skor değerleri verilmiştir. Tüm yöntemler için 1. iterasyon değerlerine bakıldığında i olarak indekslenen çalışmanın en yüksek E-Skor değerine sahip olduğu görülmektedir.

Tablo 4.5. CADIK data setindeki görüntülerin E-Skor değerleri. a- temel yöntem (ortalama), b- temel yöntem (Rgb2gray), c- [17], d-[20], e- [21], f-[22], g- [25], h- [26], i-[27], j- [31], k- [33], l- [32], m-[34]

	1	8	16	32	40
a)	0,971256	0,827295	0,710762	0,535723	0,471081
b)	0,951846	0,785666	0,700373	0,552161	0,500958
c)	0,891454	0,788612	0,685808	0,540959	0,469467
d)	0,972909	0,880308	0,788694	0,624587	0,556771
e)	0,88496	0,692686	0,5957	0,494996	0,444742
f)	0,937139	0,869636	0,795638	0,658457	0,592174
g)	0,975903	0,905022	0,834351	0,708483	0,647272
h)	0,942713	0,761329	0,673109	0,517415	0,46411
i)	0,977246	0,910256	0,851357	0,743672	0,668896
j)	0,972618	0,912785	0,859906	0,754447	0,697775
k)	0,960653	0,899681	0,831593	0,693204	0,620979
l)	0,958894	0,904003	0,828518	0,69171	0,605225
m)	0,975305	0,906327	0,836025	0,698445	0,631732

Tablo 4.6, COLOR250 veri seti için E-Skor değerlerini göstermektedir. Eşik değeri 40 olarak alınmıştır. Tabloda rastgele seçilmiş olan 1, 8, 16, 32 ve 40. iterasyonlar için E-Skor değerleri verilmiştir. Tüm yöntemler için 1. iterasyon değerlerine bakıldığında i olarak indekslenen çalışmanın en yüksek E-Skor değerine sahip olduğu görülmektedir.

olduğu görülmektedir. Eşik değeri arttıkça eşik değerinden büyük olan piksel sayısı azaldığı için elde edilen E-Skor değerlerinin azaldığı görülmektedir.

Tablo 4.6. COLOR250 data setindeki görüntülerin E-Skor değerleri. a- temel yöntem (ortalama), b- temel yöntem (Rgb2gray), c- [17], d-[20], e- [21], f-[22], g- [25], h- [26], i-[27], j- [31], k- [33], l- [32], m-[34]

	1	8	16	32	40
a)	0,97612	0,889579	0,812002	0,676605	0,607954
b)	0,967728	0,897635	0,828127	0,694392	0,636102
c)	0,972793	0,884222	0,813611	0,679557	0,627235
d)	0,976067	0,893097	0,822748	0,741283	0,695431
e)	0,971042	0,890037	0,813344	0,681526	0,6163
f)	0,975339	0,898081	0,829353	0,704409	0,652492
g)	0,977177	0,905223	0,841585	0,719598	0,662385
h)	0,947799	0,874559	0,795294	0,638099	0,570426
i)	0,979394	0,912333	0,87082	0,783805	0,73964
j)	0,977895	0,910739	0,854845	0,74757	0,69768
k)	0,968798	0,887451	0,818606	0,696964	0,642976
l)	0,973377	0,91071	0,815996	0,698957	0,640611
m)	0,972781	0,90988	0,830142	0,71774	0,659814

Tablo 4.7, CADIK ve COLOR250 veri setlerindeki görüntüler için karşılaştırılan yöntemlerin ortalama çalışma sürelerini göstermektedir. C [17], d [20], e [21] ve g [25] ile indekslenen çalışmalarda gri tonlamaya dönüştürülmüş olan görüntüler hazır olarak verildiği için metodlar MATLAB ortamında yeniden gerçekleştirilmemiştir ve bu yöntemlerin çalışma süreleri hesaplanmamıştır. f [22], h [26], m [34] dışındaki tüm yöntemler, gerçek zamanlı renk giderimi işlemi için uygun olabilir.

Tablo 4.7. Karşılaştırılan yöntemlerin ortalama çalışma süreleri (Sn.). a- temel yöntem (ortalama), b- temel yöntem (Rgb2gray), c- [17], d-[20], e- [21], f- [22], g- [25], h- [26], i-[27], j- [31], k- [33], l- [32], m-[34]

	CADIK	COLOR250
a)	0,0108	0,0106
b)	0,0142	0,0181
c)	--	--
d)	--	--
e)	--	--
f)	0,6412	0,6500
g)	--	--
h)	1,2208	1,7520
i)	0,0882	0,0559
j)	0,1827	0,1629
k)	0,2397	0,3369
l)	0,0495	0,0336
m)	5,7236	8,4008

5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Bu tez çalışmasında, geçmişten günümüze kadar geliştirilen 13 farklı renkli görüntüden gri tonlamalı görüntüye dönüşüm yöntemi görsel ve nicel performans açısından karşılaştırılmıştır. Karşılaştırma yapılırken CADIK ve COLOR250 veri setleri kullanılmıştır.

İlk olarak, karşılaştırma yapılacak olan yöntemler kullanılarak MATLAB ortamında gri tonlu görüntüler elde edilmiştir. Birkaç örnek görüntü için dönüşüm sonucu elde edilen gri tonu görüntüler Şekil 4.2, Şekil 4.3, Şekil 4.4 ve Şekil 4.5'te verilmiştir. Daha sonra elde edilen gri tonlu görüntüler CCPR, CCFR ve E-Skor kalite ölçüm yöntemlerine göre nicel olarak değerlendirilmiştir. Değerlendirme sonuçlarına göre geliştirilen yeni yöntemlerle birlikte kayıplar azalmış ve çıktı görüntüsü ile orijinal görüntü arasındaki benzerlikler artmıştır. Verilen tablolarla birlikte, bu sonuçlar sayısal verilerle de desteklenmiştir.

Renksizleştirme konusunda birçok yöntem önerilmiş olmasına rağmen daha iyi kontrast koruması elde etmek hala mümkündür. Karşılaştırılan yöntemler arasında en iyi çıktıların elde edildiği yöntemde zaman açısından performans çok düşük olmuştur. Daha yüksek özelliklere sahip bilgisayarlar kullanılarak çalışma süreleri tekrar değerlendirilebilir böylece elde edilen sonuçlar daha da iyileştirilmiş olacaktır. Gelecek çalışmalarda tek faktör elde edilen çıktıda, orijinal görüntüdeki özelliklerin korunması olmamalıdır, algoritmanın çalışma süresi de dikkate alınmalıdır.

KAYNAKLAR

- [1] J. Courtney, D. P. Burke, A. M. de Paor, Application of Digital Image Processing to Marker-Free Analysis of Human Gait, *Measurement Sci.*, 2001, **1**, 11-14.
- [2] <http://www.ibrahimcayiroglu.com>, (Ziyaret tarihi: 3 Aralık 2019).
- [3] N. A. Semaary , Image Coloring Techniques and Applications, Doctoral Thesis/Dissertation, Menofia University , Grin Verlag Publisher, January 2013 , 193, ISBN 3656341559, 9783656341550.
- [4] <http://en.wikipedia.org/wiki/Grayscale> (Ziyaret tarihi: 1 Kasım 2019).
- [5] Bellanger M., *Digital Processing of Signal: Theory and Practice*, John Wiley and Sons, USA, 2000.
- [6] Göktaş D., Video Görüntüleri İçinden Hareketli Nesne Ayıklanması ve İzlenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Fırat Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Elazığ, 2012, 310365.
- [7] McAndrew A., An Introduction to Digital Image Processing with Matlab Notes for SCM2511 Image Processing, Lecture Notes, Victoria University of Technology, School of Computer Science and Mathematics, Melbourne, Australia, 2004.
- [8] Johnson, S., "On Digital Photography," O'Reilly Media, 2006.
- [9] G. B. Garcia, O. D. Suarez, J. L. E. Aranda, J. S. Tercero, and I. S. Gracia. Learning Image Processing with OpenCV. Packt Publishing Ltd, Birmingham, UK, 26 March 2015.
- [10] Yakut H., İşaret Dili Harflerinin Görüntü İşleme Yöntemleriyle Tanınması İçin Bir Uygulama, Yüksek Lisans Tezi, Fırat Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Elazığ, 2013, 323049.
- [11] Doğan Y., Ataş M., Prediction of Adaptive Exposure Time in Hyperspectral Bands for Industrial Cameras, *Signal Processing and Communications Applications Conference (SIU)*, Malatya, Turkey, 11-14 May 2015.
- [12] Doğan Y., Endüstriyel Kameralar İçin Hiperspektral Bantlarda Adaptif Pozlama Süresi Kestirimi, Yüksek Lisans Tezi, Fırat Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Elazığ, 2016, 424207.
- [13] Mutlu G., Görüntü İşleme Tabanlı Konum Denetimi, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 2011, 312776.

- [14] A. Artusi, F. Banterle, T.O. Aydin, D. Panozzo, O. Sorkine-Hournung, Image Content Retargeting: Maintaining Color Tone and Spatial Consistency, Boca Raton, FL:CRC, 2016.
- [15] Cewu Lu, Li Xu, and Jiaya Jia, Real-time contrast preserving decolorization, *In SIGGRAPH Asia 2012 Posters (SA '12)*, Association for Computing Machinery, New York, NY, USA, Article 16, 1, November 2012. DOI:<https://doi.org/10.1145/2407156.2407174>
- [16] Bala R., Eschbach R., Spatial Color-to-Grayscale Transform Preserving Chrominance Edge Information, *In Color Imaging Conference*, 2004.
- [17] Gooch A. A., Olsen Sven C., Tumblin J., Gooch B., Color2Gray: Saliency-Preserving Color Removal, *ACM Transactions on Graphics (TOG)*, 2005, **24**(3), 634-639.
- [18] Cai B., Xu X., Xin X., Perception Preserving Decolorization, *IEEE International Conference on Image Processing*, Athens, Greece, 7-10 October 2018.
- [19] L. Neumann, M. Čadík, and A. Nemcsics, An efficient perception-based adaptive color to gray transformation, *In Proceedings of the Third Eurographics conference on Computational Aesthetics in Graphics, Visualization and Imaging (Computational Aesthetics'07)*, Eurographics Association, Goslar, DEU, 73–80, June 2007.
- [20] Grundland M., Dodgson N. A., Decolorize: Fast, Contrast Enhancing, Color to Grayscale Conversion, *Pattern Recognition*, 2007, **40**(11), 2891-2896.
- [21] Smith K., Landes P., Thollot J., Myszkowski K., Apparent Greyscale: a Simple and Fast Conversion to Perceptually Accurate Images and Video, *Comput. Graph Forum*, 2008, **27**(2), 193–200
- [22] Kim Y., Jang C., Demouth J., Lee S., Robust Color-to-Gray via Nonlinear Global Mapping, *ACM Transactions on Graphics (TOG)*, 2009, **28**(5), 1-7.
- [23] Ancuti CO, Ancuti C and Bekaert P, Decolorizing images for robust matching, *17th IEEE International Conference on Image Processing (IEEE ICIP)*, Hong Kong, China, 26-29 Sept. 2010.
- [24] Hsin C., Le H. M. Shin S. J., Color to Grayscale Transform Preserving Natural Order of Hues, *Proceedings of the 2011 International Conference on Electrical Engineering and Informatics*, Bandung, Indonesia, 17-19 July 2011.
- [25] Lu C., Xu L., Jia J., Contrast Preserving Decolorization, *2012 IEEE International Conference on Computational Photography (ICCP)*, Seattle, WA, 28-29 April 2012.
- [26] Song Y., Bao L., Xu X., Yang Q., Decolorization: Is Rgb2gray() Out?, *Proc. ACM SIGGRAPH Asia Tech. Briefs*, 2013, **15**, 1-4.

- [27] Liu Q., Liu P. X., Xie W., Wang Y., Liang D., GcsDecolor: Gradient Correlation Similarity for Efficient Contrast Preserving Decolorization, *IEEE TIP*, 2015, **24**(9), 2889-2904.
- [28] Lee B., Choi J., Yun K., Choi J. Y., Gradient Preserving RGB-to-Gray Conversion Using Random Forest, *IEEE International Conference on Image Processing (ICIP)*, Quebec City, Canada, 27-30 Sept. 2015.
- [29] Wan Y., Xie Q., A Novel Framework for Optimal RGB to Grayscale Image Conversion, *The International Conference on Intelligent Human-Machine System and Cybernetics (IHMSC)*, Hangzhou, China, 27-28 August 2016.
- [30] Ma F., Wan Y., A New Color-to-Gray Conversion Framework Based on Normalized Cross Correlation, *3rd IEEE International Conference on Computer and Communications (ICCC)*, Chengdu, China, 13-16 December 2017.
- [31] Liu Q., Xiong J., Zhu L., Zhang M., Wang Y., Extended RGB2Gray Conversion Model for Efficient Contrast Preserving Decolorization, *Multimed. Tools Appl.*, 2017, **76**(12), 14055-14074.
- [32] Nafchi H. Z., Shahkolaei A., Hedjam R., Cheriet M., CorrC2G: Color to Gray Conversion by Correlation, *IEEE Signal Processing Letters*, 2017, **24**(11), 1651-1655.
- [33] Liu Q., Liu P. X., Wang Y., Leung H., Semi-Parametric Decolorization with Laplacian-Based Perceptual Quality Metric, *IEEE TCSVT*, 2017, **27**(9), 1856-1868.
- [34] Xiong J., Lu H., Liu Q., Xu X., Parametric Ratio-Based Method for Efficient Contrast-Preserving Decolorization, *Multimedia Tools and Applications*, 2018, **77**, 15721-15745.
- [35] Rasche K, Geist R, Westall J, Re-Coloring Images for Gamuts of Lower Dimension, *Comput Graph Forum*, 2005, **24**(3):423–432.
- [36] Solak S., Altınışık U., Görüntü İşleme Teknikleri ve Kümeleme Yöntemleri Kullanılarak Fındık Meyvesinin Tespit ve Sınıflandırılması, *Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 2018, **22** (1), 56-65.
- [37] Lu C., Xu L., Jia J., Contrast Preserving Decolorization with Perception-Based Quality Metrics, *Int. J. Comput. Vis.*, 2014, **110**(2), 222–239.
- [38] Saeedi M., Ivanovic B., Stolarczyk T., Content Adaptive Pre-Filtering for Video Compression, *SIViP*, 2020.

KİŞİSEL YAYIN VE ESERLER

Çimen G., Akbulut O., A Comparative Study On Decolorization Methods, *10th International Conference on Image Processing Wavelet and Applications (IWW2019)*, Kocaeli, Turkey, 18-20 October 2019.



ÖZGEÇMİŞ

Gölsen Çimen 1993'te Erzurum'da doğdu. Lise öğrenimini Körfez Oruç Reis Anadolu Lisesi'nde tamamladı. 2011 yılında girdiği Sakarya Üniversitesi Bilgisayar Mühendisliğini 2015 yılında tamamladı. 2017 yılında Kocaeli Üniversitesi Bilgisayar Mühendisliği Anabilim Dalı'nda yüksek lisans eğitimine başladı. Ayrıca, 2015 yılından itibaren özel sektörde yazılım mühendisi olarak çalışmaktadır.

