

**TÜRKİYE CUMHURİYETİ
ANKARA ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**AMPED AUTHENTICATE YAZILIMI KULLANILARAK
SAYISAL GÖRÜNTÜ ÜZERİNDE ŞÜPHELİ KAMERANIN
TESPİT EDİLEBİLİRLİĞİ**

Merve GÜMÜŞ

**DİSİPLİNLERARASI ADLİ BİLİMLER ANABİLİM DALI
YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**DANIŞMAN
Dr. Öğr. Üyesi Yılmaz AR**

**ANKARA
2023**

ETİK BEYAN

Ankara Üniversitesi

Sağlık Bilimleri Enstitüsü Müdürlüğü'ne,

Yüksek Lisans tezi olarak hazırlayıp sunduğum “Amped Authenticate Yazılımı Kullanılarak Sayısal Görüntü Üzerinde Şüpheli Kameranın Tespit Edilebilirliği” başlıklı tez; bilimsel ahlak ve değerlere uygun olarak tarafımdan yazılmıştır. Tezimin fikir/hipotezi tümüyle tez danışmanım ve bana aittir. Tezde yer alan deneysel çalışma/araştırma tarafımdan yapılmış olup, tüm cümleler, yorumlar bana aittir.

Yukarıda belirtilen hususların doğruluğunu beyan ederim.

Öğrencinin Adı Soyadı: Merve GÜMÜŞ

Tarih:

İmza:

KABUL ve ONAY

Ankara Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü

Disiplinlerarası Adli Bilimler Anabilim Dalında

Merve GÜMÜŞ tarafından hazırlanan

“Amped Authenticate Yazılımı Kullanılarak Sayısal Görüntü Üzerinde Şüpheli Kameranın Tespit Edilebilirliği” adlı tez çalışması aşağıdaki jüri tarafından YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak OY BİRLİĞİ ile kabul edilmiştir.

16.01.2024

İmza

Prof.Dr. Refik SAMET

Ankara Üniversitesi Mühendislik Fakültesi

Jüri Başkanı

İmza

Prof.Dr. Çelebi ULUYOL

Gazi Üniversitesi Gazi Eğitim Fakültesi

Üye

İmza

Dr.Öğr.Üyesi Yılmaz AR

Ankara Üniversitesi Mühendislik Fakültesi

Üye

Tez hakkında alınan jüri kararı, Ankara Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu tarafından onaylanmıştır.

İmza

Prof.Dr. Fügen AKTAN

Sağlık Bilimleri Enstitüsü Müdürü

ÖZET

Amped Authenticate Yazılımı Kullanılarak Sayısal Görüntü Üzerinde Şüpheli Kameranın Tespit Edilebilirliği

Teknolojinin gelişimi ile birlikte sayısal görüntülerin kullanım alanı hızla artmaktadır. Özellikle sosyal ağların çeşitlenmesi ile birlikte insanlar medya sitelerinde kendilerine ve başkalarına ait birçok fotoğrafı ve videoyu paylaşmaktadır.

Videoların özellikle sosyal medyada kullanılması ve üçüncü şahısların da bu videolara çok kısa yoldan ulaşması, videoların kötü amaçlı kullanılmasını ve bilişim suçlarının da artmasını sağlamıştır. Dolayısıyla sayısal görüntülerin kötü amaçlı kullanılması (tehdit, şantaj, özel hayatın gizliliğinin ihlali vb.) insanların diğer insanlarla olan ilişkilerini, insan-devlet ilişkisini ve devletlerin birbirleri ile olan ilişkilerini önemli ölçüde etkilemektedir.

Günümüzde insanlar; yaşamlarını, özel anlarını, çevrelerinde değer buldukları konuları kaydetmek ve ayrıca güvenliği sağlamak amacıyla çeşitli sayısal kameralar kullanılmaktadır. Bu kameralar, kullanımının ve kaydedilen görüntülerin bilgisayar ya da sayısal ortamda muhafaza edilmesinin kolay olmasından dolayı çok fazla tercih edilmektedir.

Ancak bu kameralar suç işlemek amacıyla da kullanılabildiğinden, adli olaylarda sayısal görüntüyü kaydeden şüpheli kameranın tespiti büyük önem arz etmektedir.

Bu tez çalışmasında, Amped Authenticate yazılımı kullanılarak adli olaylarda suç unsuru görüntünün kaydının yapıldığı sayısal kameranın tespitine yönelik incelemeler yapılarak bu görüntü ile şüpheli kameranın irtibatlı olup olmadığının tespiti amaçlanmaktadır.

Bu sebeple adli olaylarda suçlunun tespiti ve suça konu olayın aydınlatılmasına yönelik çalışmalarda suça konu olan sayısal görüntünün çekildiği şüpheli kameranın tespit edilmesi büyük önem arz etmektedir.

Anahtar Sözcükler: eşik değeri, fotoğraf tepkisi tekdüze olmayan analizi, kaynak tanımlama, sensör desen gürültüsü, tepeden korelasyon enerjisine.

SUMMARY

Detectability Of Suspect Camera On Digital Image By Amped Authenticate Software

With the development of technology, the use of digital images is increasing rapidly. Especially with the diversification of social networks, people share many photos and videos of themselves and others on media sites.

The use of videos, especially on social media, and the fact that third parties access these videos in a very short way, have led to the malicious use of videos and the increase in cyber crimes. Therefore, the malicious use of digital images (threat, blackmail, violation of privacy, etc.) significantly affects people's relations with other people, human-state relations and the relations of states with each other.

Today, people use various digital cameras to record people's lives, special moments, the subjects they find valuable in their environment, and also to provide security. These cameras are highly preferred because they are easy to use and to store the recorded images in computer or digital media. However, since these cameras can also be used to commit crimes, the detection of the suspect camera recording the digital image in forensic events is of great importance.

In this thesis, it is aimed to determine whether the suspect camera is related to this image by examining the digital camera where the incriminating image was recorded in forensic events by using Amped Authenticate software.

For this reason, it is of great importance to detect the suspect camera from which the digital image is taken, which is the subject of the crime, in studies for the detection of the criminal in forensic incidents and the clarification of the incident that is the subject of the crime.

Keywords: camera reference pattern, prnu, peak to correlation energy (pce value), source identification, threshold value.

İÇİNDEKİLER

Etik Beyan	ii
Kabul ve Onay	iii
Özet	iv
Summary	v
İçindekiler	vi
Önsöz	xi
Simgeler ve Kısaltmalar	xii
Şekiller	xiii
1. GİRİŞ	1
1.1. Kavramlar ve Tanımlar	2
1.1.1. Görüntünün Öyküsü	2
1.1.1.1. Ağ tabaka İzleniminin Ortaya Çıkışı	2
1.1.1.2. Işık, Gölge ve Hareket	3
1.1.1.3. Hareketli Görüntü	5
1.1.1.4. Durağan Resmin Hareketlenmesi	6
1.1.1.4.1. Hareketli Optik Oyuncaklar	6
1.1.2. Yüzeye Yansıyan Görüntü ve Optik Tiyatro	10
1.1.3. Kameranın Hikayesi	10
1.1.3.1. Karanlık Kutu-Camera Obscura	11
1.1.3.2. Hareketli Görüntülerin Filme Kaydedilmesi	13
1.1.3.3. Kameraların Sınıflandırılması	16
1.1.4. Sayısal Dönüşüm	18
1.1.5. İnternet Yayıncılığı ve Yasal Düzenlemeler	19
1.1.5.1. İnternet Yayıncılığı	19
1.1.5.2. Yasal Düzenlemeler	20
1.1.5.2.1. Bilişim Suçları	21
1.1.5.2.2. Türk Ceza Kanununda (TCK) Bilişim Suçları	23
1.1.5.2.3. Fikir ve Sanat Eserleri Kanunundaki Hükümler	25
1.1.6. Kurgu ve Manipülasyon Nedir?	26
1.1.6.1. Kurgu	26
1.1.6.2. Manipülasyon	27
1.1.6.2.1. Manipülasyonun Kullanıldığı Alanlar	29
1.1.6.2.1.1. Sanat Alanında Manipülasyon	29
1.1.6.2.1.2. Algı Yönetiminde Manipülasyon	29
1.1.6.2.1.3. Hukuksal Alanda Manipülasyon	31
1.1.7. Çözünürlük (Ölçeklendirme)	32
1.1.7.1. Piksel	33
1.1.8. Renk (RGB ve CMYK)	34
1.1.9. Videonun Dijital Stabilizasyon Durumu	36
1.1.10. Dijital ve Optik Zoom	37
1.1.11. Vizyon (Vision) Veri Seti: Kaynak Tanımlama için Bir Video ve Görüntü Veri Seti	38
2. GEREÇ ve YÖNTEM	42
2.1. Gereçler	42
2.2. Yöntem	42
2.2.1. Amped Authenticate Yazılımı	44

2.2.1.1.	Sayısal Görüntüler Üzerinde Şüpheli Kamera Tespitinde Kullanılan Amped Authenticate (version nu:27947) Yazılım Filtresi	45
2.2.1.1.1.	Video Tools (Video Aracı)	45
2.2.2.	Amped Authenticate Yazılımının Sayısal Görüntüler Üzerinde Şüpheli Kamera Tespitine Yönelik Teknik Analizi/Çalışma Prensibi	55
2.2.2.1.	Tanım ve Şartlar	55
2.2.2.1.1.	Teknik Analiz Yöntemleri	55
2.2.2.1.2.	Metodoloji	57
3.	BULGULAR	61
3.1.	Samsung Marka J7 Model Telefon Kamerası ile Çekilen Görüntü Kayıtları Üzerinde Şüpheli Kamera Tespitine Yönelik Yapılan Çalışmalar	64
3.1.1.	Normal Koşullarda (Herhangi Bir Müdahale Olmadan) Yapılan Çekimler	64
3.1.2.	Kaynak Analizi Sonucuna Etki Edebileceği Değerlendirilen Bazı Faktörlere Göre Yapılan Çekimler	69
3.1.2.1.	Adobe Premiere Yazılımı Kullanılarak Samsung Marka J7 Model Telefon Kamerası ile Çekilen Görüntülerin Birbirlerinin İçine Eklenmesiyle Oluşturulan Yeni Videoların Kaynak Analizi	69
3.1.2.2.	Adobe Premiere Yazılımı Kullanılarak Farklı Marka/Model Kamera Çekimlerinin Birbirlerinin İçine Eklenmesiyle Oluşturulan Yeni Videoların Kaynak Analizi	80
3.1.2.3.	Adobe Premiere Yazılımı Kullanılarak Samsung Marka J7 Model Telefon Kamerası ile Çekilen Görüntünün Belirli Bölüm/Bölümlerinden Kırpılmasıyla Oluşturulan Yeni Videonun Kaynak Analizi	86
3.1.2.4.	Çözünürlük	88
3.1.2.5.	Işık Koşulları	96
3.1.2.6.	Hareketli/Hareketsiz Kamera Çekimi	101
3.1.2.7.	İç Mekan/ Dış Mekan Çekimi	104
3.1.2.8.	Video Sürelerine Göre Çekimler	107
3.1.2.9.	Yatay/Dikey Çekim	111
3.1.2.10.	Optik Zoom	115
3.1.2.11.	Tripod ile Çekim	118
3.2.	Canon Marka EOS 70D Model Fotoğraf Makinası ile Çekilen Görüntü Kayıtları Üzerinde Şüpheli Kamera Tespitine Yönelik Yapılan Çalışmalar	127
3.2.1.	Normal Koşullarda (Herhangi Bir Müdahale Olmadan) Yapılan Çekimler	127
3.2.2.	Kaynak Analizi Sonucuna Etki Edebileceği Değerlendirilen Faktörlere Göre Yapılan Çekimler	127
3.2.2.1.	Adobe Premiere Yazılımı Kullanılarak Canon Marka EOS 70D Model Fotoğraf Makinası ile Çekilen Görüntülerin Birbirlerinin İçine Eklenmesiyle Oluşturulan Yeni Videoların Kaynak Analizi	127
3.2.2.2.	Adobe Premiere Yazılımı Kullanılarak Farklı Marka/Model Kamera Çekimlerinin Birbirlerinin İçine Eklenmesiyle Oluşturulan Yeni Videoların Kaynak Analizi ..	128
3.2.2.3.	Adobe Premiere Yazılımı Kullanılarak Canon Marka Eos 70D Model Fotoğraf Makinası ile Çekilen Görüntülerin Belirli Bölüm/Bölümlerinden Kırpılmasıyla Oluşturulan Yeni Videoların Kaynak Analizi	129
3.2.2.4.	Çözünürlük	129
3.2.2.5.	Işık Koşulları	132
3.2.2.6.	İç Mekan/Dış Mekan Çekimi	132
3.2.2.7.	Video Süresine Göre Çekimler	133
3.2.2.8.	Optik Zoom ve Dijital Zoom	134
3.2.2.9.	Dijital Stabilizasyon	134
3.2.2.10.	Renk	135
3.3.	Canon Marka Legria HFR806 HD Video Kamera ile Çekilen Görüntü Kayıtları Üzerinde Şüpheli Kamera Tespitine Yönelik Yapılan Çalışmalar	140

3.3.1.	Normal Koşullarda (Herhangi Bir Müdahale Olmadan) Yapılan Çekimler	140
3.3.2.	Kaynak Analizi Sonucuna Etki Edebileceği Değerlendirilen Faktörlere Göre Yapılan Çekimler	140
3.3.2.1.	Adobe Premiere Yazılımı Kullanılarak Canon Marka Legria HFR806 Model Video Kamera ile Çekilen Görüntülerin Birbirlerinin İçine Eklenmesiyle Oluşturulan Yeni Videoların Kaynak Analizi	140
3.3.2.2.	Adobe Premiere Yazılımı Kullanılarak Farklı Marka/Model Kamera Çekimlerinin Birbirlerinin İçine Eklenmesiyle Oluşturulan Yeni Videoların Kaynak Analizi ..	142
3.3.2.3.	Adobe Premiere Yazılımı Kullanılarak Canon Marka Legria Hfr806 HD Model Video Kamera ile Çekilen Görüntülerin Belirli Bölüm/Bölümlerinden Kırılmasıyla Oluşturulan Yeni Videoların Kaynak Analizi	143
3.3.2.4.	Çözünürlük	144
3.3.2.5.	Işık Koşulları	145
3.3.2.6.	İç Mekan/Dış Mekan Çekim	146
3.3.2.7.	Video Sürelerine Göre Çekimler	147
3.3.2.8.	Optik Zoom ve Dijital Zoom	147
3.3.2.9.	Dijital Stabilizasyon	148
3.3.2.10.	Renk	149
3.4.	Samsung Marka Galaxy M31 Model Telefon Kamerası ile Çekilen Görüntü Kayıtları Üzerinde Şüpheli Kamera Tespitine Yönelik Yapılan Çalışmalar	153
3.4.1.	Normal Koşullarda (Herhangi Bir Müdahale Olmadan) Yapılan Çekimler	153
3.4.2.	Kaynak Analizi Sonucuna Etki Edebileceği Değerlendirilen Faktörlere Göre Yapılan Çekimler	153
3.4.2.1.	Adobe Premiere Yazılımı Kullanılarak Samsung Marka Galaxy M31 Model Telefon Kamerası ile Çekilen Görüntülerin Birbirlerinin İçine Eklenmesiyle Oluşturulan Yeni Videoların Kaynak Analizi	153
3.4.2.2.	Adobe Premiere Yazılımı Kullanılarak Farklı Marka/Model Kamera Çekimlerinin Birbirlerinin İçine Eklenmesiyle Oluşturulan Yeni Videoların Kaynak Analizi ..	156
3.4.2.3.	Adobe Premiere Yazılımı Kullanılarak Samsung Marka Galaxy M31 Model Telefon Kamerası ile Çekilen Görüntülerin Belirli Bölüm/Bölümlerinden Kırılmasıyla Oluşturulan Yeni Videoların Kaynak Analizi	157
3.4.2.4.	Çözünürlük	157
3.4.2.5.	Işık Koşulları	159
3.4.2.6.	Hareketli/ Hareketsiz Kamera Çekimi	160
3.4.2.7.	İç Mekan/Dış Mekan Çekimi	161
3.4.2.8.	Video Süresine Göre Çekimler	161
3.4.2.9.	Yatay/Dikey Çekim	162
3.4.2.10.	Optik Zoom	163
3.4.2.11.	Tripod ile Çekim	164
3.5.	Xiaomi Marka Redmi Note 8 Model Telefon Kamerası ile Çekilen Görüntü Kayıtları Üzerinde Şüpheli Kamera Tespitine Yönelik Yapılan Çalışmalar	164
3.5.1.	Normal Koşullarda (Herhangi Bir Müdahale Olmadan) Yapılan Çekimler	164
3.5.2.	Kaynak Analizi Sonucuna Etki Edebileceği Değerlendirilen Faktörlere Göre Yapılan Çekimler	165
3.5.2.1.	Adobe Premiere Yazılımı Kullanılarak Xiaomi Marka Redmi Note 8 Model Telefon Kamerası ile Çekilen Görüntülerin Birbirlerinin İçine Eklenmesiyle Oluşturulan Yeni Videoların Kaynak Analizi	165
3.5.2.2.	Adobe Premiere Yazılımı Kullanılarak Farklı Marka/Model Kamera Çekimlerinin Birbirlerinin İçine Eklenmesiyle Oluşturulan Yeni Videoların Kaynak Analizi ..	168
3.5.2.3.	Adobe Premiere Yazılımı Kullanılarak Xiaomi Marka Redmi Note 8 Model Telefon Kamerası ile Çekilen Görüntülerin Belirli Bölüm/Bölümlerinden Kırılmasıyla Oluşturulan Yeni Videoların Kaynak Analizi	170
3.5.2.4.	Çözünürlük	170

3.5.2.5.	Işık Koşulları	172
3.5.2.6.	Hareketli/Hareketsiz Kamera Çekimi	173
3.5.2.7.	İç Mekan/ Dış Mekan Çekimi	173
3.5.2.8.	Video Süresine Göre Çekimler	174
3.5.2.9.	Yatay/ Dikey Çekim	175
3.5.2.10.	Optik Zoom	176
3.5.2.11.	Tripod ile Çekim	177
3.5.2.12.	Dijital Stabilizasyon	178
3.6.	Xiaomi Marka Redmi Note 10S Model Telefon Kamerası ile Çekilen Görüntü Kayıtları Üzerinde Şüpheli Kamera Tespitine Yönelik Yapılan Çalışmalar	179
3.6.1.	Normal Koşullarda (Herhangi Bir Müdahale Olmadan) Yapılan Çekimler	179
3.6.2.	Kaynak Analizi Sonucuna Etki Edebileceği Değerlendirilen Faktörlere Göre Yapılan Çekimler	181
3.6.2.1.	Adobe Premiere Yazılımı Kullanılarak Xiaomi Marka Redmi Note 10S Model Telefon Kamerası ile Çekilen Görüntülerin Birbirlerinin İçine Eklenmesiyle Oluşturulan Yeni Videoların Kaynak Analizi	181
3.6.2.2.	Adobe Premiere Yazılımı Kullanılarak Farklı Marka/Model Kamera Çekimlerinin Birbirlerinin İçine Eklenmesiyle Oluşturulan Yeni Videoların Kaynak Analizi ..	183
3.6.2.3.	Adobe Premiere Yazılımı Kullanılarak Xiaomi Marka Redmi Note 10S Model Telefon Kamerası ile Çekilen Görüntülerin Belirli Bölüm/Bölümlerinden Kırılmasıyla Oluşturulan Yeni Videoların Kaynak Analizi	184
3.6.2.4.	Çözünürlük	184
3.6.2.5.	Işık Koşulları	186
3.6.2.6.	Hareketli/ Hareketsiz Kamera Çekimi	187
3.6.2.7.	İç Mekan/ Dış Mekan Çekimi	188
3.6.2.8.	Video Sürelerine Göre Çekimler	189
3.6.2.9.	Yatay/ Dikey Çekim	189
3.6.2.10.	Optik Zoom	190
3.6.2.11.	Tripod ile Çekim	191
3.6.2.12.	Dijital Stabilizasyon	192
3.6.2.13.	Renk	193
3.7.	Iphone Marka 8 Plus Model Telefon Kamerası ile Çekilen Görüntü Kayıtları Üzerinde Şüpheli Kamera Tespitine Yönelik Yapılan Çalışmalar	199
3.7.1.	Normal Koşullarda (Herhangi Bir Müdahale Olmadan) Yapılan Çekimler	199
3.7.2.	Kaynak Analizi Sonucuna Etki Edebileceği Değerlendirilen Faktörlere Göre Yapılan Çekimler	199
3.7.2.1.	Adobe Premiere Yazılımı Kullanılarak Iphone Marka 8 Plus Model Telefon Kamerası ile Çekilen Görüntülerin Birbirlerinin İçine Eklenmesiyle Oluşturulan Yeni Videoların Kaynak Analizi	199
3.7.2.2.	Adobe Premiere Yazılımı Kullanılarak Farklı Marka/Model Kamera Çekimlerinin Birbirlerinin İçine Eklenmesiyle Oluşturulan Yeni Videoların Kaynak Analizi	201
3.7.2.3.	Adobe Premiere Yazılımı Kullanılarak Iphone Marka 8 Plus Model Telefon Kamerası ile Çekilen Görüntülerin Belirli Bölüm/Bölümlerinden Kırılmasıyla Oluşturulan Yeni Videoların Kaynak Analizi	203
3.7.2.4.	Çözünürlük	203
3.7.2.5.	Işık Koşulları	205
3.7.2.6.	Hareketli/ Hareketsiz Kamera Çekimi	206
3.7.2.7.	İç Mekan/ Dış Mekan Çekimi	206
3.7.2.8.	Video Sürelerine Göre Çekimler	207
3.7.2.9.	Yatay/ Dikey Çekim	207
3.7.2.10.	Optik Zoom	208
3.7.2.11.	Tripod ile Çekim	209

3.8.	Sık Kullanılan Bazı Sosyal Medya Uygulamalarında (Instagram ve Whatsapp) Paylaşılan Görüntü Kayıtları Üzerinde Şüpheli Kamera Tespitine Yönelik Yapılan Çalışmalar	215
3.9.	Araştırma Sonucunda Amped Authenticate (version nu:27947) Yazılımının Etkinliği	283
4.	TARTIŞMA	313
5.	SONUÇ ve ÖNERİLER	320
	KAYNAKLAR	322
	EKLER	324
Ek-1.	Kaynak Analizine Etki Edebileceği Değerlendirilen Bazı Faktörlere Göre Çekim Yapılan Görüntülerde Şüpheli Kamera Tespitine Yönelik Amped Authenticate Yazılımının Etkinliği	325
Ek-2.	Bazı Sosyal Medya Uygulamalarına Yüklenen (Instagram ve Whatsapp) Görüntülerde Şüpheli Kamera Tespitine Yönelik Amped Authenticate Yazılımının Etkinliği	332
	ÖZGEÇMİŞ	334

ÖNSÖZ

Bu çalışmada, sayısal görüntü üzerinde şüpheli kamera tespitine yönelik yapılan analizde, Amped Authenticate yazılımının vermiş olduğu sonuçlar tespit edilmiştir.

Öncelikle çalışmamda bana yol gösteren proje danışmanım, sevgili Dr.Öğr.Üyesi Yılmaz AR'a, desteğini benden esirgeyemeyen aileme ve çalışmamda bilgilerini benimle paylaşan Jandarma Kriminal Başkanlığı personeline sonsuz teşekkürlerimi sunarım.



Aileme...

Merve GÜMÜŞ

SİMGELER ve KISALTMALAR

CCD	Charge Coupled Device
CMOS	Complementary Metal Oxide Semiconductor
CRP	Camera Reference Pattern
IS	Image Stabilization
PCE	Peak to Correlation Energy
PRNU	Photo Response Non-Uniformity



ŞEKİLLER

Şekil-1.1. Eski Mısır'daki "güreşçi resmi" insan hareketlerini gösteren fotoğraf	4
Şekil-1.2. MÖ 1000 yılına rasgeldiği kabul edilen “gölge oyunu” na ait fotoğraf	4
Şekil-1.3. Muybridge’n atının hareketlerini gösteren fotoğraf	6
Şekil-1.4. ‘Thomtrop (mucize dönüş)’ isimli aygıtta ait fotoğraf	7
Şekil-1.5. Fenakitiskop ‘phenakistoscop’ isimli aygıtta ait fotoğraf	7
Şekil-1.6. ‘Strobiskop’ isimli aygıtta ait fotoğraf	8
Şekil-1.7. 'Zoetrope' isimli aygıtta ait fotoğraf	9
Şekil-1.8. 'Praksinoskoptu (praxinoscope)' isimli aygıtta ait fotoğraf	9
Şekil-1.9. Reynaud’un optik tiyatrosu	10
Şekil-1.10. Karanlık oda, “camera obscura”	11
Şekil-1.11. Mo ti’nin yapmış olduğu deney	12
Şekil-1.12. İbnü’l-heysem’in yapmış olduğu mum deneyi	13
Şekil-1.13. Kinetoskop aygıtına ait fotoğraf	14
Şekil-1.14. Film kameralarının sınıflandırılması	17
Şekil-1.15. Video kameralarının sınıflandırılması	17
Şekil-1.16. Örnek olarak montajlanmış fotoğraf karesi	27
Şekil-1.17. Tarihte yapılan ilk manipülasyon (sönen hayat)	28
Şekil-1.18. Algı yönetiminde fotoğraf üzerinde yapılan manipülasyon	30
Şekil-1.19. Algı yönetiminde fotoğraf üzerinde yapılan manipülasyon	31
Şekil-1.20. Orijinal fotoğraf	31
Şekil-1.21. Manipüle edilen fotoğraf	32
Şekil- 1.22. Düşük ve yüksek çözünürlük	32
Şekil-1.23. Sayısal fotoğrafta görüntüyü oluşturan pikseller	34
Şekil-1.24. Rgb ve cmyk renk modellerindeki ana renkler	36
Şekil-1.25. Dijital zoom ile optik zoom arasındaki farkı gösteren fotoğraf	38
Şekil-1.26. Önerilen veri kümesine dahil edilen bazı resimlerden örnekler	40
Şekil-2.1. Video tools aracını gösterir fotoğraf	46
Şekil-2.2. Video tools aracının alt sekmelerini gösterir fotoğraf	46
Şekil-2.3. Kamera sensör ve prnu pattern’i gösterir fotoğraf	47
Şekil-2.4. Örnek “create crp” penceresi	48
Şekil-2.5. Örnek “identification” penceresi	50
Şekil-2.6. Örnek “video prnu identification result” penceresi, “all frames modu”	51
Şekil-2.7. Örnek “video prnu identification result” penceresi, “group frames modu”	51
Şekil-2.8. Örnek “video prnu identification result export” penceresi	52
Şekil-2.9. Örnek “video prnu identification result export” penceresi	53
Şekil-2.10. Örnek pce tablosu	54
Şekil-2.11. Örnek pce export tablosu	54
Şekil-2.12. Örnek “video tampering result” penceresi	55
Şekil-2.13. Yardımcı veri analizinin sınıflandırması	56
Şekil-2.14. İçerik analizinin sınıflandırması	56
Şekil-3.1. Amped Authenticate yazılımının normal koşullara göre çekilen görüntülerde şüpheli kamera tespitine yönelik etkinliği	61

Şekil-3.2. Kameralardan çekim yapılan görüntü sayısı	62
Şekil-3.3. Deney ve filtre analiz sayısı	63
Şekil-3.4. Referans video modeli ile kanıt videosunun kaynak analizi mukayesesine yönelik analiz sonuçları	66
Şekil-3.5. Referans video modeli ile kanıt videosunun kaynak analizi mukayesesine yönelik analiz sonuçları	67
Şekil-3.6. Referans video modeli ile kanıt videosunun kaynak analizi mukayesesine yönelik analiz sonuçları	68
Şekil-3.7. Referans-1 ile yeni oluşturulan videonun kaynak analizi mukayesesine yönelik analiz sonuçları	70
Şekil-3.8. Referans-2 ile yeni oluşturulan videonun kaynak analizi mukayesesine yönelik analiz sonuçları	71
Şekil-3.9. Referans video modeli ile kanıt videosunun kaynak analizi mukayesesine yönelik analiz sonuçları	73
Şekil-3.10. Referans video modeli ile yeni oluşturulan videonun kaynak analizi mukayesesine yönelik analiz sonuçları	75
Şekil-3.11. Referans video modeli ile yeni oluşturulan videonun kaynak analizi mukayesesine yönelik analiz sonuçları	76
Şekil-3.12. Referans video modeli ile yeni oluşturulan videonun kaynak analizi mukayesesine yönelik analiz sonucu	77
Şekil-3.13. Referans video modeli ile yeni oluşturulan videonun kaynak analizi mukayesesine yönelik analiz sonuçları	78
Şekil-3.14. Referans video modeli ile yeni oluşturulan videonun kaynak analizi mukayesesine yönelik analiz sonucu	79
Şekil-3.15. Referans video modeli ile yeni oluşturulan videonun kaynak analizi mukayesesine yönelik analiz sonuçları	80
Şekil-3.16. Referans-1 ile *.mp4 uzantılı yeni oluşturulan videonun kaynak analizi mukayesesine yönelik analiz sonuçları	82
Şekil-3.17. Referans-1 ile *.m4v uzantılı yeni oluşturulan videonun kaynak analizi mukayesesine yönelik analiz sonuçları	83
Şekil-3.18. Referans-2 ile *.mp4 uzantılı yeni oluşturulan videonun kaynak analizi mukayesesine yönelik analiz sonuçları	84
Şekil-3.19. Referans-2 ile *.m4v uzantılı yeni oluşturulan videonun kaynak analizi mukayesesine yönelik analiz sonuçları	85
Şekil-3.20. Kırılarak yeniden oluşturulan videonun kaynak analizi mukayesesine yönelik analiz sonuçları	87
Şekil-3.21. Çözünürlüğü düşürülen kanıt videosunun kaynak analizi mukayesesine yönelik analiz sonuçları	89
Şekil-3.22. Çözünürlüğü düşürülen referans videosunun kaynak analizi mukayesesine yönelik analiz sonuçları	90
Şekil-3.23. Çözünürlüğü yükseltile kanıt videosunun kaynak analizi mukayesesine yönelik analiz sonuçları	91
Şekil-3.24. Çözünürlüğü yükseltile kanıt videosunun kaynak analizi mukayesesine yönelik analiz sonucu	92
Şekil-3.25. Çözünürlüğü yükseltile referans videonun kaynak analizi mukayesesine yönelik analiz sonuçları	92

Şekil-3.26. Çözünürlüğü yükseltlen referans videonun kaynak analizi mukayesesine yönelik analiz sonucu	93
Şekil-3.27. Dış ortamda, akşam koşullarında çekilen 640x480 çözünürlüğündeki referans ile 1920x1080 çözünürlüğündeki kanıt videosunun kaynak analizi mukayesesine yönelik analiz sonuçları	94
Şekil-3.28. Dış ortamda, akşam koşullarında çekilen 640x480 çözünürlüğündeki kanıt ile dış ortamda, gündüz koşullarında 1920x1080 çözünürlüğündeki referans videosunun kaynak analizi mukayesesine yönelik analiz sonuçları	95
Şekil-3.29. Dış ortamda, akşam koşullarında çekilen 640x480 çözünürlüğündeki kanıt ile dış ortamda, gündüz koşullarında 1920x1080 çözünürlüğündeki referans videosunun kaynak analizi mukayesesine yönelik analiz sonucu	96
Şekil-3.30. Akşam koşullarında çekilen referans videosu ile gündüz koşullarında çekilen kanıt videosunun kaynak analizi mukayesesine yönelik analiz sonuçları	97
Şekil-3.31. Karanlık ortamda çekilen referans videosu ile gündüz koşullarında çekilen kanıt videosunun kaynak analizi mukayesesine yönelik analiz sonuçları	98
Şekil-3.32. Akşam koşullarında çekilen kanıt videosu ile gündüz koşullarında çekilen referans videosunun kaynak analizi mukayesesine yönelik analiz sonuçları	99
Şekil-3.33. Karanlık ortamda çekilen kanıt videosu ile gündüz koşullarında çekilen referans videosunun kaynak analizi mukayesesine yönelik analiz sonuçları	100
Şekil-3.34. Kamera hareket ettirilerek çekilen referans videosu ile hareketsiz çekilen kanıt videosunun kaynak analizi mukayesesine yönelik analiz sonuçları	102
Şekil-3.35. Kamera hareket ettirilerek çekilen kanıt videosu ile hareketsiz çekilen referans videosunun kaynak analizi mukayesesine yönelik analiz sonuçları	103
Şekil-3.36. Dış ortamda çekilen referans videosu ile iç ortamda çekilen kanıt videosunun kaynak analizi mukayesesine yönelik analiz sonucu	104
Şekil-3.37. Dış ortamda çekilen referans videosu ile iç ortamda çekilen kanıt videosunun kaynak analizi mukayesesine yönelik analiz sonuçları	105
Şekil-3.38. İç ortamda çekilen referans videosu ile dış ortamda çekilen kanıt videosunun kaynak analizi mukayesesine yönelik analiz sonuçları	106
Şekil-3.39. 0.32 saniye olan referans video ile 0.33 saniye olan kanıt videosunun kaynak analizi mukayesesine yönelik analiz sonucu	107
Şekil-3.40. 0.32 saniye olan referans video ile 0.33 saniye olan kanıt videosunun kaynak analizi mukayesesine yönelik analiz sonuçları	108
Şekil-3.41. 04.34 dakika olan referans video ile 0.33 saniye olan kanıt videosunun kaynak analizi mukayesesine yönelik analiz sonuçları	109
Şekil-3.42. 0.32 saniye olan referans video ile 07.01 dakika olan kanıt videosunun kaynak analizi mukayesesine yönelik analiz sonuçları	110
Şekil-3.43. Referansı dikey, kanıt videosu yatay çekim konumunda olan 1280x720 çözünürlüğündeki videoların kaynak analizi mukayesesine yönelik analiz sonuçları	112
Şekil-3.44. Referansı yatay, kanıt videosu dikey çekim konumunda olan 1920x1080 çözünürlüğündeki videoların kaynak analizi mukayesesine yönelik analiz sonuçları	113
Şekil-3.45. Amped Five’da çekim konumu yatay olarak değiştirilen kanıt videosu ile dikey konumda olan referans videosunun kaynak analizi mukayesesine yönelik analiz sonuçları	114

Şekil-3.46. Tripod kullanılmadan, zoom yapılarak çekilen, 1280x720 çözünürlüğündeki kanıt videosu ile zoom yapılmadan çekilen referans video modelinin kaynak analizi mukayesesine yönelik analiz sonuçları	116
Şekil-3.47. Tripod kullanılarak ve zoom yapılarak çekilen, 1920x1080 çözünürlüğündeki kanıt videosu ile zoom yapılmadan çekilen referans video modelinin kaynak analizi mukayesesine yönelik analiz sonuçları	117
Şekil-3.48. Tripodsuz çekim sonucu	118
Şekil-3.49. Tripodlu çekim sonucu	119
Şekil-3.50. Tripodsuz çekim sonucu	119
Şekil-3.51. Tripodsuz çekim sonucu	120
Şekil-3.52. Tripodlu çekim sonucu	120
Şekil-3.53. Tripodlu çekim sonucu	121
Şekil-3.54. Tripodsuz çekim sonucu	121
Şekil-3.55. Tripodlu çekim sonucu	122
Şekil-3.56. Tripodsuz çekim sonucu	122
Şekil-3.57. Tripodsuz çekim sonucu	123
Şekil-3.58. Tripodlu çekim sonucu	123
Şekil-3.59. Tripodlu çekim sonucu	124
Şekil-3.60. Tripod kullanılmadan zoom yapılarak çekilen 1920x1080 çözünürlüğündeki görüntülerin kaynak analizi mukayese sonucu.	124
Şekil-3.61. Tripod kullanılmadan zoom yapılarak çekilen 1920x1080 çözünürlüğündeki görüntülerin kaynak analizi mukayese sonuçları	125
Şekil-3.62. Tripod ile zoom yapılarak çekilen 1920x1080 çözünürlüğündeki görüntülerin kaynak analizi mukayese sonuçları	126
Şekil-3.63. Kahverengi cismin çekildiği kanıt videosunun kaynak analizi mukayesesine yönelik analiz sonucu	136
Şekil-3.64. Kahverengi cismin çekildiği kanıt videosunun kaynak analizi mukayesesine yönelik analiz sonuçları	137
Şekil-3.65. Sarı renk tonlarında olan cismin çekildiği kanıt videosunun kaynak analizi mukayesesine yönelik analiz sonuçları	138
Şekil-3.66. Kırmızı renk tonlarında olan cismin çekildiği kanıt videosunun kaynak analizi mukayesesine yönelik analiz sonuçları	139
Şekil-3.67. Kırmızı tonlardaki cismin çekildiği kanıt videosunun kaynak analizi mukayesesine yönelik analiz sonucu	149
Şekil-3.68. Kırmızı tonlardaki cismin çekildiği kanıt videosunun kaynak analizi mukayesesine yönelik analiz sonucu	150
Şekil-3.69. Kahverengi tonlarında olan cismin çekildiği kanıt videosunun kaynak analizi mukayesesine yönelik analiz sonuçları	151
Şekil-3.70. Pembe tonlardaki cismin çekildiği kanıt videosunun kaynak analizi mukayesesine yönelik analiz sonuçları	152
Şekil-3.71. Kanıt videosu olarak çekilen beyaz tonlarındaki cismin çekildiği kanıt videosu ile iç ortamda çekilen duvar referans video modeliyle kaynak analizi mukayesesine yönelik analiz sonucu	194
Şekil-3.72. Kanıt videosu olarak çekilen beyaz/gri tonlarında cismin çekildiği kanıt videosu ile dış ortamda çekilen gökyüzü referans video modelinin mukayesesine yönelik analiz sonuçları	195

Şekil-3.73. Kanıt videosu olarak çekilen kırmızı tonlarındaki cismin çekildiği kanıt videosu ile dış ortamda çekilen gökyüzü referans video modelinin mukayesesine yönelik analiz sonuçları	196
Şekil-3.74. Kanıt videosu olarak çekim yapılan kahverengi tonlarındaki cismin çekildiği kanıt videosu ile dış ortamda çekilen gökyüzü referans video modelinin mukayesesine yönelik analiz sonuçları.	197
Şekil-3.75. Kanıt videosu olarak çekim yapılan sarı tonlarındaki cismin çekildiği kanıt videosu ile dış ortamda çekilen gökyüzü referans video modelinin mukayesesine yönelik analiz sonuçları	198
Şekil-3.76. Toplu işleme (batch processing) analiz sonucu	211
Şekil-3.77. Toplu işleme export analiz sonuçları	212
Şekil-3.78. Toplu işleme (batch processing) analiz sonucu	213
Şekil-3.79. Toplu işleme export analiz sonuçları	213
Şekil-3.80. Toplu işleme (batch processing) analiz sonucu	214
Şekil-3.81. Toplu işleme export analiz sonuçları	215
Şekil-3.82. Whatsapp'ta mesaj yoluyla paylaşılan videonun kaynak analizi mukayesesine yönelik analiz sonucu	216
Şekil-3.83. Whatsapp'ta mesaj yoluyla paylaşılan videonun kaynak analizi mukayesesine yönelik analiz sonuçları	217
Şekil-3.84. Whatsapp'ta mesaj yoluyla paylaşılan videonun, paylaşım öncesi kaynak analizi mukayesesine yönelik analiz sonuçları	218
Şekil-3.85. Instagramda mesaj olarak paylaşılan kanıt videosu ile referans videosunun kaynak analizi mukayesesine yönelik analiz sonuçları	221
Şekil-3.86. Instagramda mesaj olarak paylaşılan kanıt ve referans videosunun kaynak analizi mukayesesine yönelik analiz sonuçları	222
Şekil-3.87. Instagramda mesaj olarak paylaşılan kanıt videosunun paylaşım öncesi kaynak analizi mukayesesine yönelik analiz sonuçları	223
Şekil-3.88. Instagramda reels olarak paylaşılan kanıt videosu ile referans videosunun kaynak analizi mukayesesine yönelik analiz sonuçları	224
Şekil-3.89. Instagramda reels olarak paylaşılan kanıt videosunun paylaşım öncesi kaynak analizi mukayesesine yönelik analiz sonuçları	225
Şekil-3.90. Whatsappta mesaj olarak paylaşılan kanıt videosu ile referans videonun kaynak analizi mukayesesine yönelik analiz sonuçları	226
Şekil-3.91. Whatsappta mesaj olarak paylaşılan kanıt ve referans videonun kaynak analizi mukayesesine yönelik analiz sonuçları	227
Şekil-3.92. Whatsappta mesaj olarak paylaşılan kanıt videosunun paylaşım öncesi kaynak analizi mukayesesine yönelik analiz sonuçları	228
Şekil-3.93. Instagramda mesaj olarak paylaşılan kanıt videosu ile referans videosunun kaynak analizi mukayesesine yönelik analiz sonuçları	231
Şekil-3.94. Instagramda mesaj olarak paylaşılan kanıt ve referans videosunun kaynak analizi mukayesesine yönelik analiz sonuçları	232
Şekil-3.95. Instagramda mesaj olarak paylaşılan kanıt videosunun paylaşım öncesi kaynak analizi mukayesesine yönelik analiz sonuçları	233
Şekil-3.96. Instagramda reels olarak paylaşılan kanıt videosu ile referans videonun kaynak analizi mukayesesine yönelik analiz sonuçları	234

Şekil-3.97. Instagramda reels olarak paylaşılan kanıt videosunun paylaşım öncesi kaynak analizi mukayesesine yönelik analiz sonuçları	235
Şekil-3.98. Whatsappta mesaj olarak paylaşılan kanıt videosu ile referans videosunun kaynak analizi mukayesesine yönelik analiz sonuçları	236
Şekil-3.99. Whatsappta mesaj olarak paylaşılan kanıt ve referans videosunun kaynak analizi mukayesesine yönelik analiz sonuçları	237
Şekil-3.100. Whatsappta mesaj olarak paylaşılan kanıt videosunun paylaşım öncesi kaynak analizi mukayesesine yönelik analiz sonuçları	238
Şekil-3.101. Whatsappta mesaj olarak paylaşılan kanıt videosu ile referans videosunun kaynak analizi mukayesesine yönelik analiz sonuçları	240
Şekil-3.102. Whatsappta mesaj olarak paylaşılan kanıt videosunun paylaşım öncesi kaynak analizi mukayesesine yönelik analiz sonuçları	241
Şekil-3.103. Dış ortamda çekilen ve whatsappta mesaj olarak paylaşılan kanıt videosunun, referans videosu ile kaynak analizi mukayesesine yönelik analiz sonucu	243
Şekil-3.104. Dış ortamda çekilen ve whatsappta mesaj olarak paylaşılan kanıt videosunun, referans videosu ile kaynak analizi mukayesesine yönelik analiz sonuçları	244
Şekil-3.105. Dış ortamda çekilen ve whatsappta mesaj olarak paylaşılan kanıt videosunun, paylaşım öncesi kaynak analizi mukayesesine yönelik analiz sonuçları	245
Şekil-3.106. İç ortamda çekilen ve whatsappta mesaj olarak paylaşılan kanıt videosu ile referans videosunun kaynak analizi mukayesesine yönelik analiz sonuçları	246
Şekil-3.107. İç ortamda çekilen ve whatsappta mesaj olarak paylaşılan kanıt videosunun, paylaşım öncesi kaynak analizi mukayesesine yönelik analiz sonuçları	247
Şekil-3.108. Instagramda mesaj olarak paylaşılan kanıt videosu ile referans videosunun kaynak analizi mukayesesine yönelik analiz sonucu	249
Şekil-3.109. Instagramda mesaj olarak paylaşılan kanıt videosu ile referans videosunun kaynak analizi mukayesesine yönelik analiz sonuçları	250
Şekil-3.110. Instagramda mesaj olarak paylaşılan kanıt videosunun paylaşım öncesi kaynak analizi mukayesesine yönelik analiz sonuçları	251
Şekil-3.111. Instagramda reels olarak paylaşılan kanıt videosu ile referans videosunun kaynak analizi mukayesesine yönelik analiz sonuçları	252
Şekil-3.112. Instagramda reels olarak paylaşılan kanıt videosunun paylaşım öncesi kaynak analizi mukayesesine yönelik analiz sonuçları	253
Şekil-3.113. Instagramda mesaj olarak paylaşılan kanıt videosu ile referans videonun kaynak analizi mukayesesine yönelik analiz sonuçları	256
Şekil-3.114. Instagramda mesaj olarak paylaşılan kanıt videosunun, paylaşım öncesi kaynak analizi mukayesesine yönelik analiz sonuçları	257
Şekil-3.115. Instagramda reels olarak paylaşılan kanıt videosu ile referans videonun kaynak analizi mukayesesine yönelik analiz sonuçları	258
Şekil-3.116. Instagramda reels olarak paylaşılan kanıt videosunun paylaşım öncesi kaynak analizi mukayesesine yönelik analiz sonuçları	259
Şekil-3.117. Whatsaptan mesaj olarak paylaşılan kanıt videosu ile referans videonun kaynak analizi mukayesesine yönelik analiz sonuçları	261
Şekil-3.118. Whatsaptan mesaj olarak paylaşılan kanıt videosunun paylaşım öncesi kaynak analizi mukayesesine yönelik analiz sonuçları	262
Şekil-3.119. Instagramdan mesaj olarak paylaşılan kanıt videosu ile referans videonun kaynak analizi mukayesesine yönelik analiz sonuçları	264

Şekil-3.120. Instagramdan mesaj olarak paylaşılan kanıt videosunun paylaşım öncesi kaynak analizi mukayesesine yönelik analiz sonuçları	265
Şekil-3.121. Whatsapptan mesaj olarak paylaşılan kanıt videosunun kaynak analizi mukayesesine yönelik analiz sonuçları	267
Şekil-3.122. Whatsapptan mesaj olarak paylaşılan kanıt videosunun paylaşım öncesi kaynak analizi mukayesesine yönelik analiz sonuçları	268
Şekil-3.123. Dış ortamda çekilen ve ıstagramda mesaj olarak paylaşılan kanıt videosunun kaynak analizi mukayesesine yönelik analiz sonuçları	271
Şekil-3.124. Dış ortamda çekilen ve ıstagramda mesaj olarak paylaşılan kanıt videosunun paylaşım öncesi kaynak analizi mukayesesine yönelik analiz sonuçları	272
Şekil-3.125. İç ortamda çekilen ve ıstagramda mesaj olarak paylaşılan kanıt videosunun kaynak analizi mukayesesine yönelik analiz sonuçları	273
Şekil-3.126. İç ortamda çekilen ve ıstagramda mesaj olarak paylaşılan kanıt videosunun paylaşım öncesi kaynak analizi mukayesesine yönelik analiz sonuçları	274
Şekil-3.127. İç ortamda çekilen ve ıstagramda reels olarak paylaşılan kanıt videosunun kaynak analizi mukayesesine yönelik analiz sonuçları	275
Şekil-3.128. İç ortamda çekilen ve ıstagramda reels olarak paylaşılan kanıt videosunun paylaşım öncesi kaynak analizi mukayesesine yönelik analiz sonuçları	276
Şekil-3.129. Dış ortamda çekilen ve whatsappda mesaj olarak paylaşılan kanıt videosunun kaynak analizi mukayesesine yönelik analiz sonucu	278
Şekil-3.130. Dış ortamda çekilen ve whatsappda mesaj olarak paylaşılan kanıt videosunun kaynak analizi mukayesesine yönelik analiz sonuçları	279
Şekil-3.131. Dış ortamda çekilen ve whatsappda mesaj olarak paylaşılan kanıt videosunun paylaşım öncesi kaynak analizi mukayesesine yönelik analiz sonuçları	280
Şekil-3.132. İç ortamda çekilen ve whatsappda mesaj olarak paylaşılan kanıt videosunun kaynak analizi mukayesesine yönelik analiz sonuçları	281
Şekil-3.133. İç ortamda çekilen ve whatsappda mesaj olarak paylaşılan kanıt videosunun paylaşım öncesi kaynak analizi mukayesesine yönelik analiz sonuçları	282
Şekil-3.134. Crp dosyası oluştururken “digitally stabilized video” bölümü ‘yes’ olarak işaretlendiğinde gelen uyarı penceresi	301
Şekil-3.135. Kimliklendirme yaparken ”digitally stabilized video” bölümü ‘yes’ olarak işaretlendiğinde gelen uyarı penceresi	301

1. GİRİŞ

Görsel veriler bilgi sağlamada son zamanlarda önemli bir rol oynamaktadır. Propagandanan çocuk pornografisine kadar birçok farklı alanlarda kullanılmak üzere görseller ve videolar ikna edici mesajlar vermek için kullanılmaktadır. İnternetin bu dünyası, insanların görsel içerikleri sosyal medya platformları aracılığıyla daha rahat paylaşmasına imkan tanımaktadır. Artık dünya nüfusunun önemli bir bölümü dijital bir kameraya sahip olmakla birlikte çeşitli fotoğraf ve videolar çekerek, internette fotoğraflarını web sitelerine ve sosyal ağlara yükleyebilmektedirler. Dijital yapıları itibariyle bu veriler, aynı zamanda yaşam döngüleriyle ilgili kaynak cihaz, maruz kaldıkları işlemler vb. gibi çeşitli bilgileri de iletmektedir. Bu tür bilgiler, görsel veriler, bir suça yönelik kullanıldığında alakalı hale gelebilmektedir. Yıllar boyunca, araştırmacılar, sayısal bir görüntüyü analiz etmek için kaynak cihazın tanımlanması ve içerik özgünlüğünün değerlendirilmesi ile ilgili konulara odaklanarak çeşitli araçlar geliştirmektedirler (Shullani vd., 2017).

Çok fazla kullanıcı, farklı profillere sahip mobil cihazlar ile oluşturulan fotoğraf ve videoları sosyal medya platformları aracılığıyla paylaşmaktadır. Yasadışı içerik paylaşırken ise anonim profilleri kullanmayı tercih etmektedirler. Adli bilişim, videoların veya fotoğrafların aynı cihazla ve dolayısıyla muhtemelen aynı kişi tarafından çekilip çekilmediğini belirlememize imkân tanımaktadır. Şu anda, bu işlevi çözüm odaklı ve başarılı sonuç verici teknoloji olarak, kamera sensörünün görsel içeriğe bıraktığı benzersiz izlerden yararlanması şeklinde gerçekleştirmektedir (Iuliani vd., 2019).

Dolayısıyla görüntülerin ve videoların yaşam döngüleri hakkındaki bilgileri belirlemek suça konu olaylarda aydınlatma sağlamak için şüpheli kameranın tespiti büyük önem arz etmektedir.

Bu çalışma kapsamında ise, Amped Authenticate yazılımı ile suça konu sayısal görüntünün kaydedildiği kameranın tespitine yönelik gerekli yöntem, cihaz ve yazılımlarla çalışmalar yapılarak, tetkik konusu görüntü ile mukayese konusu kameranın irtibatlı olup olmadığının tespiti amaçlanmaktadır. Ayrıca Amped Authenticate yazılımının etkinliğinin ölçülmesi, bu konuda kaynak oluşturulması, elde edilen bulguların değerlendirilmesinde kolaylık sağlayarak uzman personeli yönlendirmek ve bu süreçte yardımcı olmak amaçlanmaktadır.

1.1. Kavramlar ve Tanımlar

1.1.1. Görüntünün Öyküsü

Film ve fotoğraf aynı gelmektedir. Bunları optik yoluyla, bir cihaz yardımı ile yüzey üzerinde resmetmek olarak değerlendirmek gerekir. İnsanoğlu, tarihin ilk günlerinden itibaren çizerek, boyayarak ve kazıyarak yüzey üzerine bir şeyler resmetmiştir. Bunlara ‘‘geleneksel resmetme teknikleri’’ denilmektedir. 1800’lü yıllarda Sanayi Devrimi ile birlikte, insanoğlu resmetme aygıtı olarak fotoğraf makineleri ile tanışmıştır. Makine aracılığıyla resmetme tekniği bulunmuş ve ‘‘Fotoğraf’’ olarak bu tekniğin adı konulmuştur. Fotoğraf, ışık yolu ile ve makine/ cihaz kullanarak yüzey üzerine resmetmek anlamına gelmektedir. Fotoğrafın ilk bulunuş yılı resmi olarak 1827’dir. Bu buluşla ilgili iki önemli olgu söz konusu olmuştur: İlk olarak, ışık vasıtasıyla yüzey üzerine resmetmek, ikincisi ise yüzey üzerinde elde edilen görüntünün ışığa duyarlı bir yüzey üzerine kaydedilerek kalıcı olmasını sağlamaktır.

Fotoğraf, tek bir çerçeveden /kareden oluşmaktadır (durgun resim-still picture). Film ise fotoğrafın durgun resminin hareketlendirilmesidir. (motion picture- hareketli görüntü-resim) Film ve fotoğraf arasındaki ilişkiyi sağlayan olgular; kaydedici olarak kullanılan cihaz olan fotoğraf makinesi, film kamerası ve ışığa duyarlı film ve elektronik yüzeylerdir.

Konuya tarihsel bir süreç ile bakıldığında, ilk olarak fotoğraftan başlamak gerekmektedir. Çünkü teknolojik gelişme olarak önce fotoğraf ortaya çıkmıştır. Ardından filme yani hareketli görüntüye ulaşılmıştır. Film ve fotoğraf ayrı ayrı ortam olarak bilinirler. Bu ortamların her birinin tarihsel süreç içinde üç kez keşfi söz konusu olmuştur. İlk olarak resmetme tekniği, ikinci olarak teknoloji olarak çoğalmak ve üçüncüsü ise sanatın ortamı için bulunuşları olmuştur (T.C. Anadolu Üniversitesi Açıköğretim Fakültesi. (2013). *Görsel kültür.*).

1.1.1.1. Ağ tabaka İzleniminin Ortaya Çıkışı

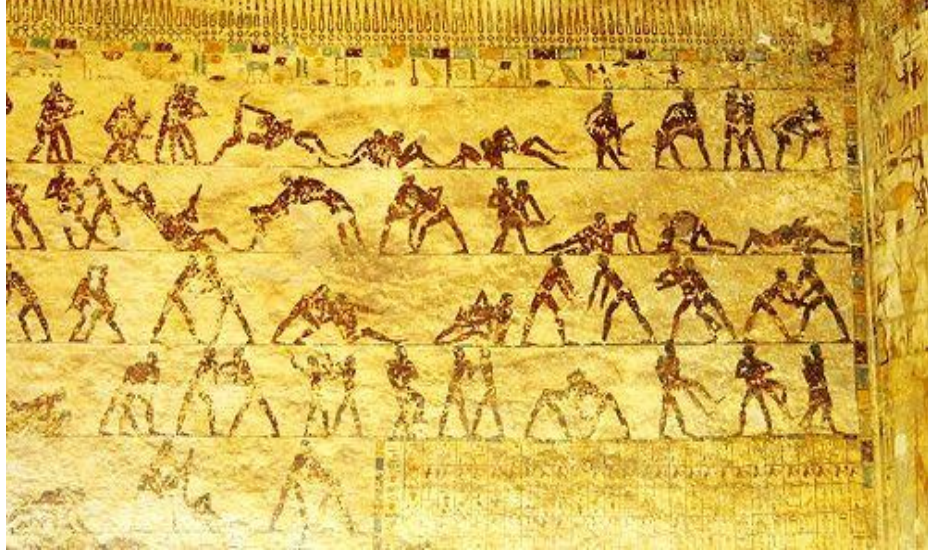
Film hikayesinin başlangıcı olarak, hareketi inandırıcı bir biçimde gösterecek, basit optik aletler ve oyuncaklardan, karmaşık makinelere doğru gelişim sağlayan bir dizi teknolojik buluşun sonucu olmuştur. Fakat oyuncaklar ve makineler insan gözünün bir kusuru olan ‘‘ağ tabaka izlenimine’’ bağlı olmuştur. Antik Mısır’dan bu yana bilinen fakat bilimsel olarak

1824'te İngiliz bilim insanı Peter Mark Roget tarafından belirtilen “ağtabakadaki kalıcılık ya da görme ısrarı-görme sürekliliği” olarak da bilinen bu kusur, karakteristik bir insan algısıydı.

Buna algıya göre, bir nesne ya da görüntü, göz önünden kaybolduktan sonra retinada çok kısa bir süre (saniyenin 1/20'si ile 1/50'si arasında) görüntüyü beyinde tutmaktadır. Böylece bir hareketin anlarından oluşan bölümlerini gösteren bir dizi resim belli bir hızda ve art arda gösterildiğinde, hareketli görüntü yüzey üzerinde bir yanılsama olarak oluşmaktadır. Bu durumda birinci fotoğrafın görüntüsü ağ tabaka üzerine geldiğinde beyin algılamakta ve bir süre bunu beyinde tutmaktadır. Daha sonra ikinci görüntü algılanmakta ve bu görüntü beyinde tutulan ilk görüntünün üzerine gelerek çakışmaktadır. Ardından hareketin diğer bölümlerini oluşturan fotoğraflar aynı şekilde art arda beyinde çakışmaktadır. Böylece durağan resimlerden oluşan hareket, bir yanılsama sonucu hareketliymiş gibi algılanmaktadır. Buna “fi (phi) olgusu” ya da “stroboskopik hareket” denilmektedir (T.C. Anadolu Üniversitesi Açıköğretim Fakültesi. (2013). *Hareketli görüntünün tarihi.*).

1.1.1.2. Işık, Gölge ve Hareket

İnsanoğlu tarihin eski dönemlerinden itibaren ışığı farklı amaçlarla kullanmıştır. Işığı yönlendirmek için Eski Mısır'da MÖ 3000 ve İtalya Pompei Evlerinde MÖ 2000 yıllarına ait mercek benzeri cam parçaları bulunmuştur. Mercek benzeri bu camlar, ışığın bu cam parçası üzerinde toplanarak ilerlemesini sağlamaktadır. Bu şekilde, nesnelerden gelen ışık dalgalarının bir optik yüzey üzerine toplanması söz konusudur. Yine aynı dönemde olan Eski Mısır'daki ‘Güreşçi Resmi’ görseli insan hareketlerini göstermektedir. Şekil-1.1.'de görüldüğü gibi güreşteki insan hareketlerinin dondurulmuş kareler halinde aşama aşama resmedildiği görülmektedir. Bu görsele şuan bakıldığında, bir çizgi film için çizilen hareketin aşamalarının çizildiği gibi görülmektedir (T.C. Anadolu Üniversitesi Açıköğretim Fakültesi. (2013). *Görsel kültür.*).



Şekil-1.1. Eski Mısır'daki "güreşçi resmi" insan hareketlerini gösteren fotoğraf.

‘Gölge Oyunu’ isimli ve MÖ 1000 yılına rasgeldiği kabul edilen resim, ışık yolu ile yüzey üzerinde resmetme geleneği açısından önemli bir olgu olmuştur. Bu resimde, bir ışık kaynağı önünde, hayvan derisinden kesilmiş olan çeşitli insan, hayvan ya da nesne şekilleri oynayarak gölgeler yolu ile yüzey üzerinde hareketli görüntü oluşturulmaktadır. Bu, bir izdüşüm (projeksiyon) şeklinde gerçekleşmektedir. Şekil-1.2.’de görüldüğü gibi resimde kural olarak, bir nesnenin arkadan aydınlatılarak, izdüşümünün bir yüzey üzerinde görüntüsünün oluşturulmasıdır (T.C. Anadolu Üniversitesi Açıköğretim Fakültesi. (2013). *Görsel kültür.*).



Şekil-1.2. MÖ 1000 yılına rasgeldiği kabul edilen “gölge oyunu” na ait fotoğraf.

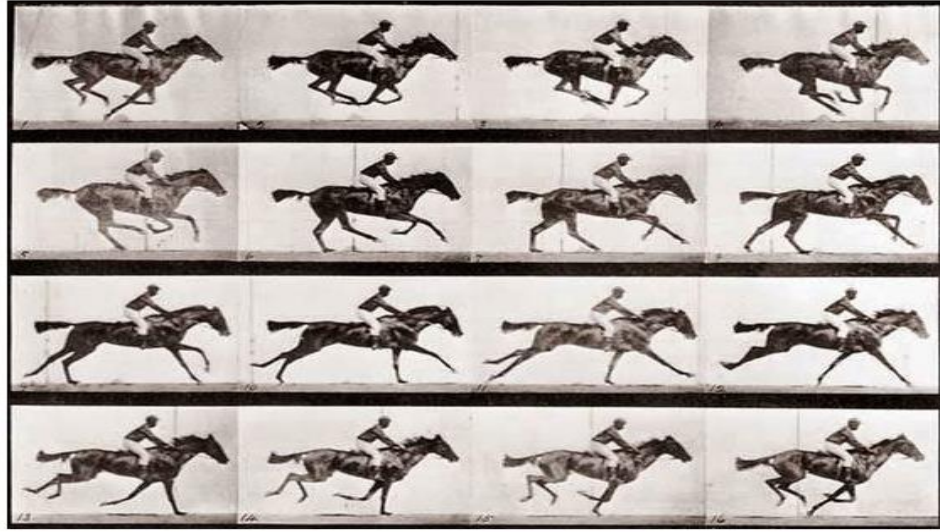
1.1.1.3. Hareketli Görüntü

Öncelerinde, içinde hareket olmayan durağan fotoğraflar çekilirken, daha sonraki zamanlarda hareket anını kaydetmek ancak hareketin bir anını durağan bir şekilde pozlayarak hareketin taklit edilebilmesiyle mümkün olmuştur. Uzun pozlama süresiyle hareketin evreleri ayrı ayrı çekilebilmiştir. Fakat bu kendiliğinden anında olan bir hareketin kaydedilmesi değildir. Dolayısıyla öncelikli olan hareketin anının fotoğraflanması idi. Bu da ancak pozlama süresinin önemli bir şekilde azalmasıyla mümkün olabilmekteydi. Bunu sağlayabilmek için ise, bir hareketin tüm evrelerini gösterecek art arda çekilmiş fotoğraflara ihtiyaç duyulmaktaydı (T.C. Anadolu Üniversitesi Açıköğretim Fakültesi. (2013). *Hareketli görüntünün tarihi.*).

Bir nesnenin hareketini, başlangıcından sonuna kadar yüzey üzerinde ortaya çıkarmak ve süreklilik içinde bir hareket olarak algılanabilmesini sağlamak için, bu hareket sürecinin belli durumlarının fotoğrafının çekilmesi yeterli olmaktadır. Görmenin sürekliliği kuralına göre; görme sistemimiz, bir hareket sürecinin belli durumlarından oluşan durağan resimleri, belli aralıklarla ardı ardına gördüğünde, yanılsama olarak hareket olgusu yaratabilir. Bu noktada fotoğraf makinesinin görevi ise hareket halindeki bir nesnenin belli anlarını yüzey üzerine kaydetmesi olmuştur (T.C. Anadolu Üniversitesi Açıköğretim Fakültesi. (2013). *Görsel kültür.*).

Bir nesnenin hareketinin hareket olarak algılanabilmesini sağlamak için, Eadweard Muybridge (1830-1904), 1877-1878'de bir koşu pistinin karşısına, 24 adet fotoğraf makinesi yerleştirmiştir. Her fotoğraf makinesinin çekim düğmesinden koşu pistine doğru bir ip çekmiştir. Koşuya başlayan at, bu ipleri birbiri ardına kopararak ve fotoğraf makinesinin çekim düğmeleri de birbiri ardına basılarak pozlama gerçekleşmekteydi. Böylece Muybridge 1/1000 örtücü hızında pozlama elde ederek atın 24 ayrı fotoğrafını kaydetmiş bulunmaktaydı (Şekil-1.3.), (T.C. Anadolu Üniversitesi Açıköğretim Fakültesi. (2013). *Görsel kültür.*).

Ayrıca Muybridge bu konuyla alakalı, yanılsama olarak hareketli görüntünün yüzey üzerinde ortaya çıkmasına yönelik bir aygıt da geliştirmiştir (1879). 'Zoepraksinoskop' olarak adını verdiği bu aygıt, hareketli görüntü projektörü olarak tasarlanmıştır (T.C. Anadolu Üniversitesi Açıköğretim Fakültesi. (2013). *Görsel kültür.*).



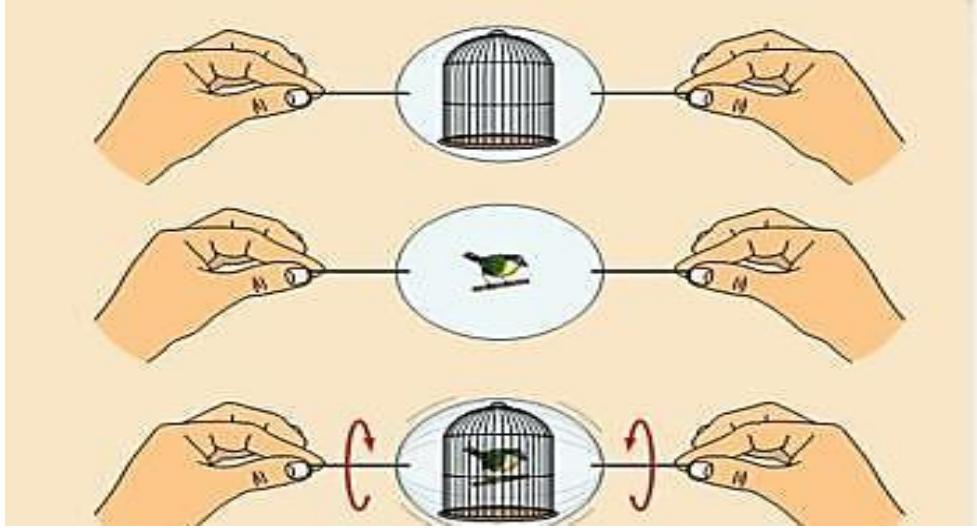
Şekil-1.3. Muybridge'n atının hareketlerini gösteren fotoğraf.

1.1.1.4. Durağan Resmin Hareketlenmesi

1.1.1.4.1. Hareketli Optik Oyuncaklar

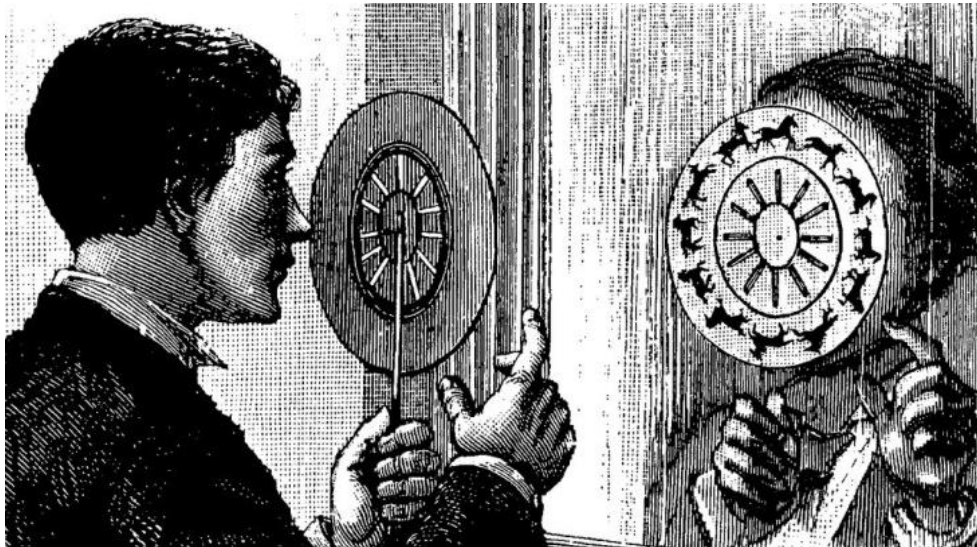
1800'lü yıllarda insanın doğrudan görme duyusuna yönelik olarak çeşitli aygıtlar geliştirilmiştir. “Optik Oyuncaklar” ya da “Felsefi Oyuncaklar” olarak isimlendirilen bu aygıtlar, durağan resimlerden görüntüler üreten oyuncaklar olarak bilinmektedirler. Bu aygıtların temelindeki düşünce, belirli kısa aralıklarda algılanan görsel duyumların, görme sistemi içinde işlenmesi sonucunda, görülen nesnenin bulunduğu durumlarının farklılaşarak algılanmasıdır. Bu aygıtlar görmenin sürekliliği kuralına göre çalışmaktadır (T.C. Anadolu Üniversitesi Açıköğretim Fakültesi. (2013). *Görsel kültür.*).

Bu aygıtların ilki, John Ayrton Paris tarafından, 1825'te “Thomotrop (mucize dönüş)” isimli aygıt geliştirilmiştir. İki yüzünde farklı çizim resimlerinin yer aldığı disk, kendi eksenini etrafında dönerek durağan çizimlerin üst üste binmesiyle oluşan hareket algılamasını sağlamaktadır (Şekil-1.4.), (T.C. Anadolu Üniversitesi Açıköğretim Fakültesi. (2013). *Hareketli görüntünün tarihi.*).



Şekil-1.4. ‘Thomitrop (mucize dönüş)’ isimli aygıtı ait fotoğraf.

Belçikalı Fizikçi Joseph Antoine Ferdinand Plateau 1832-1833 yıllarında “Fenakitiskop (phenakistoscop)” adlı aygıtın mucidi olmaktadır. Fenakitiskop, bir hareketin evrelerinden oluşan resimler, eksenî etrafında çevrilerek bir ayna yardımıyla eksenindeki yarıklardan bakılınca görmenin sürekliliği kuralına göre hareket yanılsamasını oluşturmaktadır (Şekil-1.5.), (T.C. Anadolu Üniversitesi Açıköğretim Fakültesi. (2013). *Görsel kültür.*).



Şekil-1.5. Fenakitiskop ‘phenakistoscop’ isimli aygıtı ait fotoğraf.

Simon Ritter Von Stampfer tarafından 1834'te geliştirilen “Strobiskop”, fenakitiskoptan farklı olarak ikinci bir diske sahip olması ve kişinin ayna karşısında olmasına gerek olmamasıydı. Aygıt döndürüldüğünde bir diskin yarıklarından diğer taraftaki diskte bulunan resimler ardışık olarak izlenebiliyor ve bu şekilde ‘görmenin sürekliliği kuralına’ göre hareket algısı oluşuyordu (Şekil-1.6.), (T.C. Anadolu Üniversitesi Açıköğretim Fakültesi. (2013). *Görsel kültür.*).



Şekil-1.6. ‘Strobiskop’ isimli aygıtı ait fotoğraf.

‘Yaşam tekerleği’ anlamına gelen “Zoetrope” 1834'te William George Horner tarafından geliştirilmiştir. Bu aygıtın çemberinin iç kısmına ve tabanına çemberin yarıçapına eşit olacak şekilde, üzerine bir hareketin ardışık parçalarından oluşan çizilmiş resimlerin bulunduğu kağıt şeritler yerleştirilmiştir. Bu yerleştirme tamburun dış yüzeyinde bulunan her bir yarığın tam karşısına bir resmin geleceği şekilde ayarlanarak yapılmıştır. Tambur çevrildiğinde tamburun dışındaki yarıklardan bakan kişi durağan resimlerden yaratılan hareketi görmekteydi (Şekil-1.7.), (T.C. Anadolu Üniversitesi Açıköğretim Fakültesi. (2013). *Görsel kültür.*).



Şekil-1.7. 'Zoetrope' isimli aygıta ait fotoğraf.

Optik ve felsefi oyuncakların önemlilerinden bir tanesi de Charles Emile Reynaud'un 1877'de geliştirdiği 'Praksinoskoptu (praxinoscope)'tur. Bu aygıtta tamburun kenarındaki yarıklar kaldırılmış ve çemberin iç merkezine 12 adet dörtgen ayna yerleştirilmiştir. Aynaların her biri bir resmin karşısına gelmektedir. İzleyen kişi tambur döndürüldüğünde aynalara bakarak hareket yanılsamasını görmektedir (Şekil-1.8.), (T.C. Anadolu Üniversitesi Açıköğretim Fakültesi. (2013). *Görsel kültür.*).



Şekil-1.8. 'Praksinoskoptu (praxinoscope)' isimli aygıtta ait fotoğraf.

1.1.2. Yüzeye Yansıyan Görüntü ve Optik Tiyatro

1800'lerin ikinci yarısında kaşifler ve bilim insanları Kircher'ın büyülu fener ilkelerini kullanarak hareketli görüntünün bir yüzey üzerine yansıtılması için çalışmalar yapmışlardır. Bu çalışmaların büyülu fenerden farkı, durağan resimlerin yansıtılması değil, hareket yansıtılması olarak algılanan görüntülerin yansıtılmaya çalışılmasıdır.

Bu çalışmalardan ilki Baron Franz Von Uchaitus 'un 'projektör' olarak adlandırılan aygıtıydı. Praksinoskopun mucidi Reynaud ise buluşunu bir adım öteye taşıyarak aygıtını projeksiyonla birleştirerek 1878'de "Reynaud Praksinoskop Tiyatrosunu" yapmıştır (Şekil-1.9.), (T.C. Anadolu Üniversitesi Açıköğretim Fakültesi. (2013). *Hareketli görüntünün tarihi.*).



REYNAUD'S OPTICAL THEATER.

Şekil-1.9. Reynaud'un optik tiyatrosu.

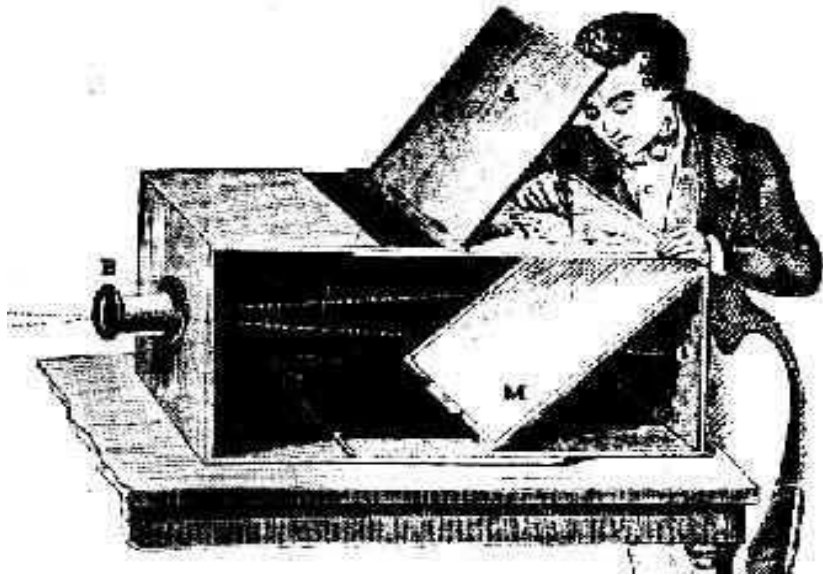
1.1.3. Kameranın Hikayesi

Yüzeyin ifade aracı olarak kullanılmasının tarihi, insanlık tarihi kadar eskilere dayanmaktadır. İnsanların bir şeyi resmetmek için kullandıkları ilk yüzey, mağara duvarları; yaptıkları boyamalar, çizimler, kazımlar ise kullandıkları ilk resmetme teknikleri olmuştur. Gün ışığında oluşan gölgeler ve su birikintileri üzerinde oluşan yansımalar, insanların dikkatini çekmiş ve birçok aşamadan sonra yansımaların ve figürlerin oluşturduğu görüntü, bazı buluşlar sayesinde yüzey üzerinde sabitlenebilmiştir (T.C. Anadolu Üniversitesi Açıköğretim Fakültesi. (2012). *Kamera tekniğine giriş.*).

Kamera, 1800'lerde gerçekleşen buluşlardan biridir. Kamera, görüntüden yansıyan ışığı, mercek veya objektiften yararlanarak bir düzene toplamakta, film kameralarında bulunan düzleme koyulan filme bu ışığı kaydetmektedir. Fotoğraf karelerinin ardı ardına gösterilmesi sonucunda hareket yanılsaması oluşmaktadır. Göstericiden saniyede 24 kare hızında görüntünün geçmesi hareket yanılsaması için yeterli olmaktadır (T.C. Anadolu Üniversitesi Açıköğretim Fakültesi. (2012). *Kamera tekniğine giriş.*).

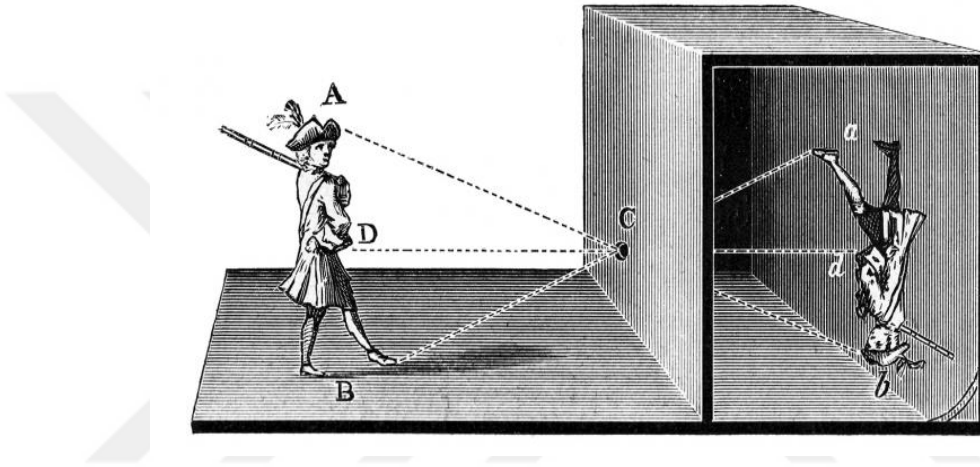
1.1.3.1. Karanlık Kutu-Camera Obscura

Fotoğraf makinasının atası olarak kabul edilen bu aygıt, dört tarafı da ışık sızdırmayacak bir biçimde kapatılmış bir kutu içerisinde, bir iğne deliğinden giren ışık yardımıyla görüntü oluşumunu sağlayan basit bir aygıttır. Camera obscura, 'karanlık oda' ya da genel deyişle 'karanlık kutu' olarak tanımlanmaktadır. Bu kutunun iğne deliğinden giren ışık şiddetinin çok düşük olması nedeniyle, oluşan görüntü oldukça zayıf bir şekilde görünmektedir. Yani görüntü, yeterince net ve keskin değildir. Fakat bu zayıf görünümüne karşın, gölge ya da izdüşümden farklı olarak, görünür gerçekliğin neredeyse aslına çok yakın bir kopyasıdır. Tıpkı gözün algıladığı gibi nesnenin tüm detay, şekil, ton ve renk özelliklerini içermektedir. Karanlık kutu içerisinde oluşan görüntü, alt-üst ve sağ-sol ters olarak oluşmaktadır (Şekil-1.10.), (T.C. Anadolu Üniversitesi, Açıköğretim Fakültesi. (2013). *Görsel Kültür.*).



Şekil-1.10. Karanlık oda, “camera obscura”.

Ünlü filozof olan Mo Ti, MÖ 500 yılında ilk kez, karanlık bir kutunun bir yüzeyine iğneyle bir delik açıldığında, iğne deliğinden giren ışığın, kutunun içinde iğne deliğinin tam karşı yüzeyinde ters bir görüntü oluşturulduğundan bahsetmiştir. Mo Ti bahsedilen bu aygıtı, “Toplanma Yeri” ya da “Kapalı Değerli Oda” ismini vermiştir. Aristoteles de, ‘Problemler’ adlı ünlü eserinde karanlık kutudan bahsetmektedir. Öklit’in yazmış olduğu ‘Optik’ isimli eserinde ışığın düz bir şekilde ilerlediğinden söz etmekte ve bu da karanlık kutunun çalışma sistemini çağrıştırmaktadır (Şekil-1.11.), (T.C. Anadolu Üniversitesi Açıköğretim Fakültesi. (2013). *Görsel kültür.*).



Şekil-1.11. Mo ti'nin yapmış olduğu deney.

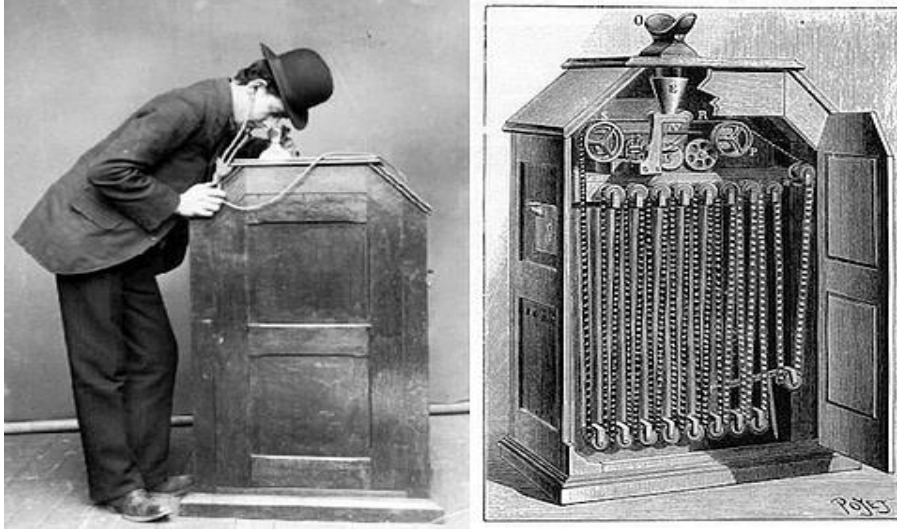
İbnü'l-Heysem, karanlık kutu yoluyla elde edilen görüntünün nasıl ortaya çıktığını açıklayan bilim insanı olmuştur. İbnü'l-Heysem, ışığın yayılmasını deneyler yaparak açıklarken karanlık kutudan faydalanmıştır. Yaptığı bu deneyle, mumlardan karanlık kutuya gelen ışık ışınlarının birbirlerine karışmadan doğrusal olarak bir çizgi halinde ilerleyerek karanlık kutunun içinde yüzey üzerinde görüntü oluşturduklarını deneysel olarak ispat etmiştir (Şekil-1.12.), (T.C. Anadolu Üniversitesi Açıköğretim Fakültesi. (2013). *Görsel kültür.*).



Şekil-1.12. İbnü'l-heysem'in yapmış olduğu mum deneyi.

1.1.3.2. Hareketli Görüntülerin Filme Kaydedilmesi

Hareketli görüntüleri kaydetmek ve göstermek için makineler tasarlamaya karar veren Edison ve yardımcısı Dickson, yaptıkları çalışmalar neticesinde, 1890'da hareketli görüntü kamerası 'Kinetograf'ı ve 1891'de de çekilen filmlerin gösterimini sağlayan 'Kinetoskop'u' geliştirmişler. Kinetoskop, içinde film şeritlerinin aktığı bir gözetleme (dikizleme) kutusudur. Aygıt, yaklaşık 15-20 metre uzunluğundaki film şeridinin takılı olduğu, diklemesine duran büyük bir kutudur. Film şeridi, kabinin üst kısmında yer alan izleme deliğinin önünden geçmekte, her bir kare bu delik önünde sabitlenip alttan gelen bir elektrik lambasının ışığı ile görünür olmaktadır. Sabit kare değişimleri, yine -kelebek şeklindeki- bir örtücü yardımıyla ışığı kesilerek sağlanmaktaydı. Bu tıpkı kinetografin kaydettiği gibi saniyede 48 karenin gösterimi şeklindeydi. Böylece durağan görüntüleri tek tek izleyen insan gözü, görmenin sürekliliği kuralına göre, görüntüyü hareketli olarak algılamaktaydı (Şekil-1.13.), (T.C. Anadolu Üniversitesi Açıköğretim Fakültesi. (2013). *Hareketli görüntünün tarihi.*).



Şekil-1.13. Kinetoskop aygıtına ait fotoğraf.

Thomas Edison'un 1890'larda yaptığı Kinetoskop, izleyicilerin bir mercek ile içine baktığı ve müziğin silindir eşliğinde çalınmasıyla, filmi izleyerek kurgunun takip edebildiği eşsiz bir makine idi. Bu aygıtta yalnız ses ve görüntü senkronize edilememiş, ancak bunlar bir anlamda müzik videolarının öncüleri olmaktadır (Dickson ve Edison'un sinema ve bilimi tek potada eritip tarihte bir ilke imza attıkları 'Dickson deneysel ses filmi', 09.04.2022).

Yaşanan teknolojik gelişmelerle birlikte film kamerası ile gösterim makinesi birbirinden ayrılmıştır. Lumiere Kardeşler, 'sinematograf' ismini verdikleri aygıtta, filmin rahatlıkla ilerleyebilmesi için 'tırnak sistemi' geliştirerek hem saniyede 16 kare çekim yapabilme özelliğini hem de gösterebilme özelliğini eklemişlerdir (T.C. Anadolu Üniversitesi Açıköğretim Fakültesi. (2012). *Kamera tekniğine giriş.*).

Lumiere Kardeşler, gündelik hayattaki konuları, bu taşınabilir kameraları ile filme kaydetmişlerdir. Bu görüntülerde kamera sadece bir kayıt cihazı olarak yer almaktadır. Kameranın burada temel işlevi, bilgilendirmek ve belgelemektir. Lumiere Kardeşlerin bu tarzı, daha sonra sinema tarihinde 'gerçekçi yaklaşım' olarak adlandırılacak bir sinematografik anlatımın temellerini oluşturacaktır (T.C. Anadolu Üniversitesi Açıköğretim Fakültesi. (2012). *Kamera tekniğine giriş.*).

Kamerayı bir gösterinin merkezine sokan ilk kişi ise Georges Méliès (1861-1938) olmuştur. Sihirbazlık içeren tarzıyla sinemayı birleştiren Méliès, kamerayı hileli ve

hızlandırılmış çekim gibi birçok görsel etki yaratacak şekilde ilk kullanan kişi olarak tanınmış ve bir film ile öykü anlatmayı hedefleyen de ilk kişi olmuştur. Melies, sinemanın ve özellikle de kameranın gerçeği değiştirme gücünü fark etmiştir. Dolayısıyla, düş, kabus ve gerçeküstü imgeleri kolaylıkla ortaya çıkarıp bu teknikleri kullanan dahi yönetmenler arasında yer almıştır. (T.C. Anadolu Üniversitesi Açıköğretim Fakültesi. (2012). *Kamera tekniğine giriş.*)

Edwin S.Porter (1869-1941), belgesel nitelikli bir anlatımla öykü anlatımını birleştirerek, farklı zaman ve mekan dilimlerini bir araya getirmiş ve filme özel yepyeni bir zaman ve mekan dilimi oluşturmayı başarmıştır. David Wark Griffith (1875-1948) ise film dilinin gramerini oluşturan temel anlatım tekniklerini keşfetmiştir. Griffith, ‘geriye dönüşler’ ve ‘paralel kurgu tekniği’ gibi yeni anlatım tekniklerini sinemaya kazandırmıştır. (T.C. Anadolu Üniversitesi Açıköğretim Fakültesi. (2012). *Kamera tekniğine giriş.*)

Fotoğraf makinesi, gerçeği durağan olarak bir yüzey üzerine resmetme mantığına sahiptir. Yüzeyde oluşan fotoğraflık görüntü, herhangi bir müdahale olmadan, fizik kurallarına dayanılarak kendiliğinden oluşmuş bir görüntünün kaydedilmesidir. Bu önemli özellik, fotoğraflık görüntüye ‘gerçeklik’ kazandıran farklılıktır (T.C. Anadolu Üniversitesi Açıköğretim Fakültesi. (2012). *Kamera tekniğine giriş.*).

İlk video kaydediciler ise televizyon endüstrisinin hizmetine 1950’li yılların başlarından itibaren sunulmaya başlamıştır. Kameranın tarihsel gelişiminde en önemli aşamalardan biri 1967 yılında, hem görüntüleri manyetik bir ortama kaydedebilen, hem de kolaylıkla elde taşınabilen kameraların tasarlanması ile gerçekleşmiştir. ENG (Elektronc News Gathering) ‘Elektronik Haber Toplama’ kameralarının yayın endüstrisine girmesi ise bu sürecin en can alıcı noktası olabilmektedir. 1970’li yıllarda ABD’de yaşanan ve ‘Sayısal Devrim’ olarak isimlendirilen süreç, kameranın sosyal tarihi açısından önemli bir dönüm noktası olmuştur. 1995 yılında ise sayısal kamera teknolojisine sahip kameralar üretilmeye başlanmış ve analog kameralardan farklı olarak görüntü, sayılara dönüştürülerek kaydedilmeye başlanmıştır (T.C. Anadolu Üniversitesi Açıköğretim Fakültesi. (2012). *Kamera tekniğine giriş.*).

Kamera, 2000’li yıllarda sadece profesyonel bir kayıt cihazı olmaktan çıkmış; gündelik hayatın sıradan bir parçası haline gelmiştir. Görüntünün sayısal olarak bilgisayar ortamına aktarılması ve dünyanın her yerine aynı anda iletilmesi, kameranın gücünün yeniden tartışılmasına neden olmuştur. Dijital görüntülerin çok uzaklara ulaştırılmasını sağlayan güç

ise ‘İnternettir’ (T.C. Anadolu Üniversitesi Açıköğretim Fakültesi. (2012). *Kamera tekniğine giriş.*).

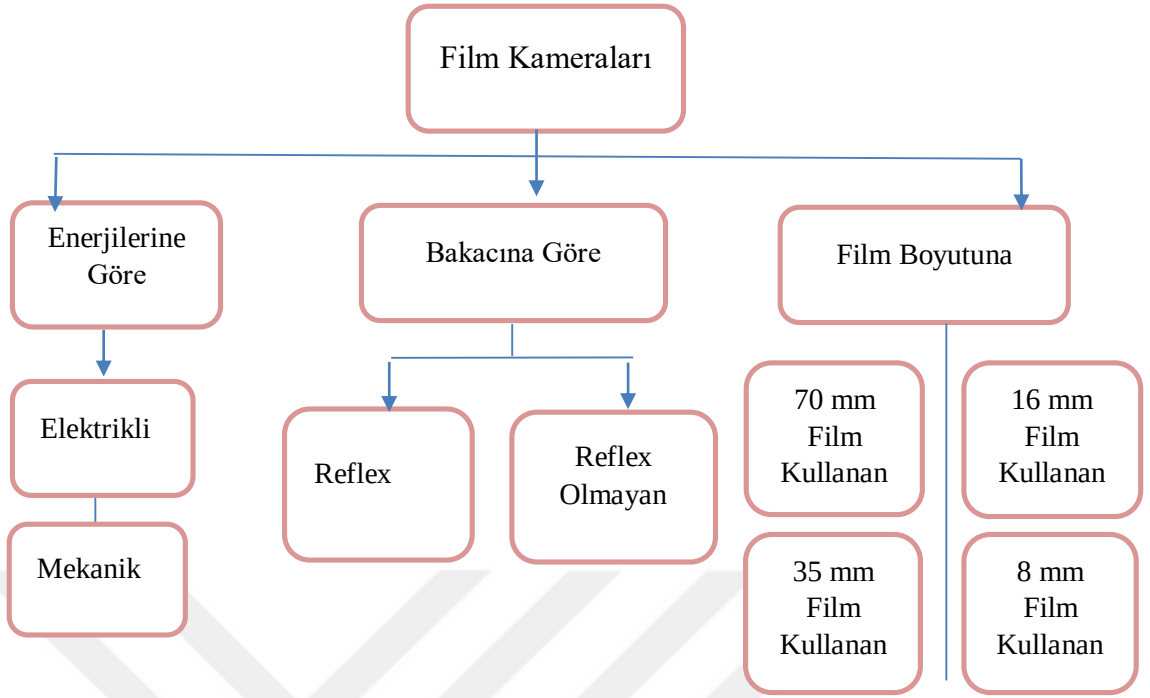
“Kameraların bir sanal ağ üzerinde doğrudan kullanıldığı ilk örnek ise, web kameralarıdır. İlk web kamerası uygulaması, Cambridge Üniversitesi, Bilgisayar Bilimleri Bölümünde araştırma yapan öğretim üyeleri tarafından 1991 yılında gerçekleştirilmiştir. Halihazırda çalışan en eski web kamerası ise 1994 yılında Fogcam adıyla geliştirilen ve San Francisco Üniversitesinde bulunan kameradır. 2000’li yıllarda bilgisayarlar artık kendi tümleşik kameraları ile birlikte üretilmektedir. Ağ toplumunun kamera ile olan bir diğer ilişkisi ise 2000’li yıllarda önemi gitgide artan video paylaşım siteleri üzerinedir”. Ayrıca amatör kameralar dünyanın her yerindeki görüntüleri farklı video paylaşım sitelerine aktarabilmekte ve hayal edilmesi güç seviyelerde bir görsel-işitsel arşiv kaydının oluşmasına neden olmaktadır (T.C. Anadolu Üniversitesi Açıköğretim Fakültesi. (2012). *Kamera tekniğine giriş.*).

1.1.3.3. Kameraların Sınıflandırılması

Tarihsel gelişim içerisinde kameralar yalnızca görüntüyü saptama ile kalmamış, zamanla boyutları, özellikleri, görünümleri değişmiş ve kullanım yerlerine göre ihtiyaçları karşılayacak şekilde kameralar geliştirilmiştir.

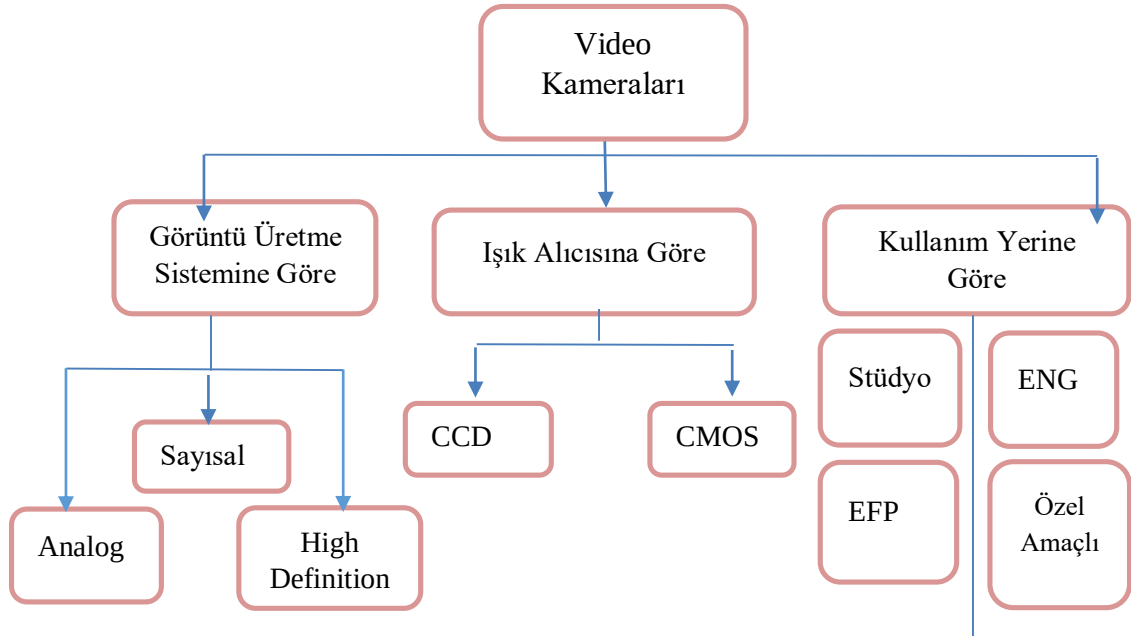
Video yapımında kullanılan video kameralarının yapısı ise fotoğraf makinesinin temeline dayanmaktadır. Film yapımında kullanılan film kameralarının işleyiş süreci ise elektronik kameralar için benzerlik göstermektedir.

Film kameraları çeşitlerine göre üç başlık altında incelenmektedir (Şekil-1.14.), (T.C. Anadolu Üniversitesi Açıköğretim Fakültesi. (2012). *Kamera tekniğine giriş.*).



Şekil-1.14. Film kameralarının sınıflandırılması.

Video kameraları çeşitlerine göre üç başlıkta incelenebilir (Şekil-1.15.), (T.C. Anadolu Üniversitesi Açıköğretim Fakültesi. (2012). *Kamera tekniğine giriş.*)



Şekil-1.15. Video kameralarının sınıflandırılması.

1.1.4. Sayısal Dönüşüm

İnsanın ilk olarak duvara resmetmesiyle başlayan binlerce yıllık geçmişi olan kopya ve çoğaltım sistemi (analog), 20. yüzyılın son çeyreğinde yeni teknolojik gelişmeler ile yeni bir kopyalama ve çoğaltma sisteminin (sayısal) oluşmasıyla birlikte yer değiştirmiştir.

Analog, orijinal kaynağından ayrı olarak fiziksel ve kimyasal yollarla yeniden oluşturulan bir kopyayı ve orijinalle kopya ya da kopyalar arasındaki mukayeseyi ifade etmektedir (T.C. Anadolu Üniversitesi Açıköğretim Fakültesi. (2012). *Toplum ve iletişim.*).

19. yüzyılda mevcut olan fotoğraf, film ve baskı ile 20. yüzyılın başlarındaki ana medya, sadece analog bir üretim değil aynı zamanda ilk kitle üretim teknolojisi olarak da ortaya çıkmıştır. Ancak medya teknolojilerinde yaşanan gelişmeler ile fiziksel üretim kopyalarının dağıtımı ve yayılımındaki güçlükler, ‘yayıncı medya’nın ortaya çıkışını hızlandırmıştır. Yani, sesin ve görüntünün fiziksel ve analog özellikleri, daha ileri analog teknolojilere dönüşmüştür. Bunlar sonrasında ‘radyo dalgaları’ olarak isimlendirilecek olan iletim sinyallerinin farklı voltajlarda kodlandığı, farklı uzunluklarda ve yoğunluklardaki dalga biçimleri olmaktadır (T.C. Anadolu Üniversitesi Açıköğretim Fakültesi. (2012). *Toplum ve iletişim.*).

Bu elektronik dönüşüm ve iletim, fotoğraf, baskı ya da filmde olduğu gibi analog teknolojinin bir devamı ve geliştirilmiş biçimi olmaktadır. Fiziksel kopya sinyale dönüşmüş ve hızlı bir şekilde uzun mesafelere taşınabilir hale gelmiştir. Bu değişim ile birlikte mevcut olan işitsel ve görsel bilgi, yeni medya (radyo, televizyon) sayesinde daha büyük kitlelere ulaşmıştır (T.C. Anadolu Üniversitesi Açıköğretim Fakültesi. (2012). *Toplum ve iletişim.*).

Sayısal (Digital), her türlü bilginin (metin, ses, fotoğraf, görüntü vb.) analogdaki fiziksel nesneler yerine, soyut sembollere, yani numerik değerlere dönüştürülmüş hali olarak tanımlanmaktadır. Sayısal teknolojide bu bilgiler, mikro işlemciler yardımıyla, bugünkü bilgisayar dili olarak tanımlanan ‘0 ve 1’lere’ dönüştürülmüştür. Medyada var olan bilginin bilgisayarda okunabilir olmasına ise ‘sayısallaşma’ denilmektedir (T.C. Anadolu Üniversitesi Açıköğretim Fakültesi. (2012). *Toplum ve iletişim.*).

Yeni medyanın hızla yükselişinin teknolojik temelini oluşturan en önemli olgu, verilerin dijital olarak dönüştürülebilmesi, işlenebilmesi ve depolanabilmesi aşamalarından

oluşmasıdır (T.C. Anadolu Üniversitesi Açıköğretim Fakültesi. (2013). *Hareketli görüntünün tarihi.*).

“Sayısal kavramı, İngilizce digital teriminden çevrilmiştir ve kökeni ise Latince *digitus* kelimesine dayanmaktadır. Kavramın elektronik olarak karşılığı ise analog olarak yapılan elektronik işlemlerin sayılarla ifade edilebilecek sinyallere dönüştürülmesini ifade etmektedir.”(T.C. Anadolu Üniversitesi Açıköğretim Fakültesi. (2013). *Hareketli görüntünün tarihi.*).

Daha önce analog olarak işlenebilen fiziksel veriler veya bilgileri, yalnızca 0 ve 1 değerleriyle ifade eden sistemler, ‘sayısal sistemler’ olarak tanımlanmaktadır. Sayısal sistemlerin en çok kullanım alanı bulduğu yerler elektronik teknolojilerdir. Sayısal sistemlerin gelişmesi ve ilerlemesiyle bilgisayar teknolojileri en fazla ivme kazanan sistemler olmuştur.” (T.C. Anadolu Üniversitesi Açıköğretim Fakültesi. (2013). *Hareketli görüntünün tarihi.*).

Sayısal devrimin, görüntü ve ses verilerinin sayısal ifadelere dönüşebilmesi, analog işlemlere oranla karşılaştırılamayacak kadar hızlı, çeşitli veri işleyebilme ve depolayabilme özellikleri ile görsel ve işitsel iletişim araçlarının gelişimine büyük etkisi olmuştur. Ayrıca sayısal veri, analog veriye göre daha kolay saklanabilmekte yani fiziksel olarak daha küçük alanlara daha fazla veriyi saklayabilme özelliğine sahiptir. Ayrıca bu verileri defalarca, aynı anda ve birebir zaman gerektirmeden yeniden işleme, manipüle etme gibi olanaklar sunmaktadır (T.C. Anadolu Üniversitesi Açıköğretim Fakültesi. (2013). *Hareketli görüntünün tarihi.*).

1.1.5. İnternet Yayıncılığı ve Yasal Düzenlemeler

1.1.5.1. İnternet Yayıncılığı

İnternet, inanılmaz seviyelere ulaşan bilgi kaynakları ile günümüzün en popüler iletişim aracı haline gelmiştir. İnternet ile herkesin coğrafi ve zaman kısıtlılığı olmadan enformasyona erişebilmesi, bu enformasyonu saklayıp sonraki erişimlere de açık olması, internetin çok büyük bir kütüphane özelliğine sahip olması buradan isteyen herkesin, herhangi bir yükümlülük gerektirmeden bilgiyi alabilmesi, internetin kullanımını ve önemini de artırmıştır

Ayrıca kullanıcıların internette bu bilgi kaynaklarına erişiminde, bunların kullanımında, bu kaynakların izinsiz biçimde alınıp kendi eseri gibi yeniden yayımlanmasıyla, erişim kısıtlılığı bulunan sitelere teknolojik hile yolları kullanarak erişilmeye çalışılması ve buradaki bilgiyi yasa dışı yollarla ve amaçlarla kullanma gibi sorunların oluşabilmesi nedeniyle internet, kendi hukuku olması gereken bir alan olarak kendini göstermektedir.

İnternetteki enformasyon kaynakları, fotoğraflar, yazılı ifadeler, çizimler, resimler, video görüntüleri, müzikler ve ses kayıtlarından oluşturmaktadır. Tüm bu unsurlara zaman ve mekan bağımlılığı olmadan erişebilmesi de mümkün olmaktadır.

İnternet ile birlikte analog içerikler (basılı kitaplar, dergiler vb.) dijitalleşmiş ve bu içerikler dijital olarak üretilmeye başlanmıştır. Dijital içeriklerin internet kanalıyla her kullanıcıya ulaşmasıyla, ‘dijital yayım’ kavramı ortaya çıkmıştır. Dijital içerik oluşumuyla birlikte ve bu içeriğin dijital dağıtımına yönelik yasal düzenlemelerinin olması zorunlu hale gelmiş ve bunun sonucunda ‘İnternet Hukuku’ olarak adlandırılan bir alan karşımıza çıkmıştır (T.C. Anadolu Üniversitesi Açıköğretim Fakültesi. (2012). *Medya hukuku.*).

1.1.5.2. Yasal Düzenlemeler

İnternetin bir iletişim aracı olarak ortaya çıkışından itibaren günümüze kadar hızla gelişmesi ve değişmesi, yasal düzenlemelerde gecikme ya da kapsam dışında kalmasına neden olmuştur. Dünya genelinde yaygınlaşan İnternete ilişkin hukuki düzenlemeler, ABD başta olmak üzere, tüm gelişmiş ülkelerde hızla yapılmıştır.

Türkiye’de ise bilgisayar suçlarına ilişkin ilk yasal düzenleme, 1991 yılında 3576 Sayılı Kanun ile Türk Ceza Kanunu’nun ikinci kitabına eklenen “Bilişim Alanında Suçlar” başlıklı ve dört madde ile yürürlüğe girmiştir. Eski Türk Ceza Kanunu’ndaki bu düzenlemenin ardından, 1 Haziran 2005 tarihinde yeni Türk Ceza Kanunu 10. Bölümünde ‘Bilişim Alanında Suçlar’ başlıklı düzenlemeye yürürlüğe girmiştir. 5237 sayılı Kanun’da bulunan 243-245. maddeleri ile bilişim sistemine girme, sistemi engelleme, bozma, verileri yok etme veya değiştirme, banka ve kredi kartlarının kötüye kullanılması suçları düzenlenmiştir. Ayrıca dolandırıcılık ve hırsızlık suçlarının bilişim sistemlerini kullanarak işlenmesi ile bu suçlar nitelikli hale dönüşmüştür (T.C. Anadolu Üniversitesi Açıköğretim Fakültesi. (2012). *Medya hukuku.*).

1.1.5.2.1. Bilişim Suçları

Bilişim: “İnsanların teknik, ekonomik ve toplumsal alanlardaki iletişimde kullandığı ve bilimin dayanağı olan bilginin özellikle elektronik makineler aracılığıyla düzenli ve akılcı biçimde işlenmesidir.” (T.C. Anadolu Üniversitesi Açıköğretim Fakültesi. (2012). *Medya hukuku.*).

Bilişimde; bilgisayar yazılımı, bilgisayar donanımı, bilgisayar kullanıcısı ve bilgi toplumu gibi kapsadığı bazı alanlar mevcuttur.” (T.C. Anadolu Üniversitesi Açıköğretim Fakültesi. (2012). *Medya hukuku.*).

“Suç: “yasaklanan” veya “cezalandırılan” davranışlara denilmektedir. Hukuki açıdan ise, hukuk düzeni tarafından ceza veya güvenlik tedbiri yaptırımına bağlanmış fiildir.” (T.C. Anadolu Üniversitesi Açıköğretim Fakültesi. (2012). *Medya hukuku.*).

Bilişim suçları ise; bilgisayar, çevre birimleri, cep telefonu ve pos makinesi gibi her türlü teknolojik aracın kullanılması ile işlenilen suçları tanımlamaktadır (T.C. Anadolu Üniversitesi Açıköğretim Fakültesi. (2012). *Medya hukuku.*).

Bilişim suçları üç şekilde ortaya çıkmaktadır. Bunlar şu şekildedir:

1. “Bilişim suçunda bilgisayar, suçun “hedefi” olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu durumda, bir bilgisayarın gizliliği, bütünlüğü ya da erişilebilirliği hedef olmaktadır. Servisler, çalınan veriler ya da kurban bilgisayarlar zarar görmektedir. “Nimda, CodeRed ve türevleri” gibi servis dışı bırakma saldırıları bu tip bilişim suçlarına örnek teşkil etmektedir.”

2. “Bilgisayar, bir suçu işlerken kullanılan bir “araç” olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu tür suçlar çocuk pornografisi, dolandırıcılık, fikri mülkiyet hakları ihlalleri ve yasadışı maddelerin çevrimiçi satışı gibi suçlar olabilmektedir.”

3. “Bir bilgisayar, bir suçun içinde “tesadüfen” bulunabilir. Ancak bu bilgisayarlar kanun uygulayıcılar için bir veridir. Örneğin, çocuk istismarcıları bilgisayarlarında çocuk pornografisi muhafaza edebilirken, uyuşturucu kaçakçıları ilişkili oldukları kişilerin iletişim bilgilerini saklayabilirler (T.C. Anadolu Üniversitesi Açıköğretim Fakültesi. (2012). *Medya hukuku.*).

Bilişim Suçlarının Türleri: T.C. Anadolu Üniversitesi, Açıköğretim Fakültesi, Medya Hukuku Kitabında (s.:61-62), bilişim suçlarından şu şekilde bahsedilmektedir:

1. Bilgisayar sistemlerine ve verilerine yetkisiz erişim
 - a. Yetkisiz erişim
 - b. Yetkisiz dinleme
 - c. Hesap ihlali
2. Bilgisayar sabotajı
 - a. Mantıksal bilgisayar sabotajı
 - b. Fiziksel bilgisayar sabotajı
3. Bilgisayar yoluyla dolandırıcılık
 - a. Banka kartı dolandırıcılığı
 - b. Girdi/çıktı/program hileleri
 - c. İletişim servislerini haksız ve yetkisiz olarak kullanma
4. Bilgisayar yoluyla sahtecilik
5. Bir bilgisayar yazılımını izinsiz kullanmak
 - a. Lisans sözleşmesine aykırı kullanma
 - b. Lisans haklarına aykırı çoğaltma
 - c. Lisans haklarına aykırı kiralama
6. Diğer
 - a. Kişisel verilerin suiistimali
 - b. Sahte kişilik oluşturma ve kişilik taklidi
 - c. Yasa dışı yayınlar

Bilişim suçları türleri; hakaret, küfür, kredi kartı yolsuzlukları, sahte belge basımı, bilgilerin çalınması ve buna bağlı olarak devam edebilecek suçları kapsamakla birlikte bunlarla sınırlı olmayıp, günden güne değişiklik göstermektedir.

Siber suçlar ya da bilişim suçları geniş bir yelpazeye yayılmış durumdadır. Bunlara örnek olarak aşağıdaki suç tipleri verilebilir:

- İeridekilerin (örneğin çalışanların) yetkisiz girişleri,
- Dışardakilerin (örneğin hackerların) sistem girişleri,
- Tescilli bilgilerin alınması (örneğin kullanıcı adının ve şifresinin alınması,
- Bilgisayarlar kullanılarak ekonomik dolandırıcılık,
- Bilgi veya ağıların sabotajı,
- Ağ trafiğinin bozulması,
- Bilgisayar virüslerinin, Truva atlarının ve diğerk tip kasıtlı kodların yazımı ve dağıtılması,
- Yazılım korsanlığı,
- Fikri haklara, marka, patent ve endüstriyel tasarımlara tecavüzler,
- Kimlik hırsızlığı,
- Ticari sırların alınması,
- Diğerk ekonomik suçlar (banka hesaplarına girilmesi, kredi kartı numaralarının alınması)
- Cinsel taciz, hakaret, tehdit,
- Çocuk pornografisi,
- Terörizm. (T.C. Anadolu Üniversitesi Açıköğretim Fakültesi. (2012). *Medya hukuku.*).

1.1.5.2.2. Türk Ceza Kanununda (TCK) Bilişim Suçları

5237 Sayılı TCK kapsamında bilişim suçları ve sistemlerine karşı işlenen suçlar şu şekilde tanımlanmıştır (Altunok ve Vural, 2011):

- * 135. Madde: “Kişisel verilerin kaydedilmesi suı”
- * 136. ve 137. Maddeleri: “Kişisel verileri hukuka aykırı olarak verme veya ele geçirme suı”
- * 138. Madde: “Verileri yok etme suı”
- * 243. Madde: “Hukuka aykırı olarak bilişim sistemine girme ve sistemde kalmaya devam etme suı”
- * 244. Madde: “Sistemi engelleme, bozma, verileri yok etme veya değiştirme”
- * 245. Madde: “Banka veya kredi kartlarının kötüye kullanılması”

Bunların dışında TCK’da bilişim sistemleri aracılığı ile işlenebilecek ancak salt bilişim suçu nitelendirilemeyecek suçlar da mevcuttur. Bunlar:

- * 81. ve 82. Maddeleri: “Kasten Öldürme Suçu ”

- * 84. Madde: “İntihara azmettirme”
- * 86. ve 87. Maddeleri: “Kasten yaralama” • 91. Madde: “Organ ve doku ticareti”
- * 96. Madde: “Eziyet suçu”
- * 105. Madde: “Cinsel taciz”
- * 106. Madde: “Tehdit”
- * 107. Madde: “Şantaj”
- * 123. Madde: “Kişilerin huzur ve sükununu bozma suçu”
- * 124. Madde: “Haberleşmenin engellenmesi”
- * 125. Madde: “Hakaret suçu”
- * 132. Madde: “Haberleşmenin gizliliğini ihlal suçu”
- * 133. Madde: “Kişisel konuşmaların dinlenmesi ve kayda alınması suçu”
- * 134. Madde: “Özel hayatın gizliliğini ihlal suçu”
- * 142. Madde: 2.fıkrası e bendi “Bilişim sistemlerinin kullanılması suretiyle nitelikli hırsızlık”
- * 148. ve 149. Maddeleri: “Yağma suçu”
- * 157. ve 158. Maddeleri: “Dolandırıcılık”
- * 170. Madde: “Genel güvenliğin kasten tehlikeye sokulması”
- * 179. Madde: “Trafik güvenliğini tehlikeye sokma”
- * 213. Madde: “Halk arasında korku ve panik yaratmak amacıyla tehdit”
- * 214. Madde: “Suç işlemeye tahrik”
- * 215. Madde: “Suçu ve suçluyu övme”
- * 216. Madde: “Halkı kin ve düşmanlığa tahrik ve aşağılama”
- * 217. Madde: “ Kanunlara uymamaya tahrik”
- * 225. Madde: “Hayasızca hareketler”
- * 226. Madde: “Müstehcenlik”
- * 227. Madde: “Fuhuş”
- * 228. Madde: “Kumar oynanmadı için yer ve imkan sağlama”
- * 237. Madde: “Fiyatları etkileme”
- * 239. Madde: “Ticarî sır, bankacılık sırrı veya müşteri sırrı niteliğindeki bilgi veya belgelerin açıklanması “
- * 258. Madde: “Göreve ilişkin sırrın açıklanması”
- * 267. Madde: “İftira”
- * 271. Madde: “Suç uydurma”
- * 281. Madde: “Suç delillerini yok etme, gizleme veya değiştirme”
- * 282. Madde: “Suçtan kaynaklanan malvarlığı değerlerini aklama”
- * 285. Madde: “Gizliliğin ihlali”

- * 286. Madde: “Ses veya görüntülerin kayda alınması”
- * 288. Madde: “Adil yargılamayı etkilemeye teşebbüs”
- * 299. Madde: “Cumhurbaşkanına hakaret”
- * 300. Madde: “Devletin egemenlik alametlerini aşağılama”
- * 301. Madde: “Türklüğü, Cumhuriyeti, Devletin kurum ve organlarını aşağılama”
- * 304. Madde: “Devlete karşı savaşa tahrik”
- * 318. Madde: “Halkı askerlikten soğutma”
- * 319. Madde: “Askerleri itaatsizliğe teşvik”
- * 323. Madde: “Savaşta yalan haber yayma”
- * 327. Madde: “Devletin güvenliğine ilişkin bilgileri temin etme”
- * 329. Madde: “Devletin güvenliğine ilişkin bilgileri temin etme”
- * 330. Madde: “Gizli kalması gereken bilgileri açıklama “
- * 331. Madde: “Uluslararası casusluk”
- * 334. Madde: “Yasaklanan bilgileri temin”
- * 335. Madde: “Yasaklanan bilgilerin casusluk maksadıyla temini”
- * 336. Madde: “Yasaklanan bilgilerin casusluk maksadıyla temini”
- * 337. Madde: “Yasaklanan bilgileri siyasal veya askerî casusluk maksadıyla açıklama”
- * 340. Madde: “Yabancı devlet başkanına karşı suç”
- * 342. Madde: “Yabancı devlet temsilcilerine karşı suç”

TCK İle İlişkili Olabilecek Diğer Suçlar: “Bunlardan başka TCK’de bilişim sistemleri aracılığıyla işlenebilecek, ancak sadece bilişim suçu olarak nitelendirilemeyecek ve bahsi geçen maddeler gereğince cezalandırılacak suçlar da bulunmaktadır. Bunlar: “Kişilere Karşı Suçlar” kısmının dokuzuncu bölümünde “Özel Hayata ve Hayatın Gizli Alanına İlişkin Suçlar” başlığı altında 135. Madde’de “Kişisel Verilerin Kaydedilmesi Suçu”, 136 ve 137. Maddeler’de “Kişisel Verileri Hukuka Aykırı Olarak Verme veya Ele Geçirme Suçu”, 138. Madde’de “Verileri Yok Etmeme Suçu” düzenlenmiştir.” (T.C. Anadolu Üniversitesi Açıköğretim Fakültesi. (2012). *Medya hukuku*.).

1.1.5.2.3. Fikir ve Sanat Eserleri Kanunundaki Hükümler

“5846 Sayılı Fikir ve Sanat Eserleri Kanunu’nun (FSEK) 4630 Sayılı Kanun ile değişik “Tanımlar” başlıklı 1/B Maddesinin (g), (h), (ı) bentlerinde “Bilgisayar Programı”, “Arayüz”, “Araışlerlik” kavramlarının açıklamaları yapılmış, “Fikir ve Sanat Eserlerinin

Çeşitleri” başlıklı bölümde yer alan Madde 2’de bilgisayar programları ve hazırlık tasarımları, ilim ve edebiyat eserleri arasında sayılmış ve bu sebeple bilgisayar programları 5846 Sayılı FSEK ile koruma altına alınmıştır.” (T.C. Anadolu Üniversitesi Açıköğretim Fakültesi. (2012). *Medya hukuku.*).

“Kanun’da; bilgisayar suçları ve hukuka aykırı hareketler özel olarak düzenlendiği gibi internet aracılığıyla telif haklarına aykırı işler de kapsamıştır. Kanun’a göre, eserleri izinsiz olarak kullanan, çoğaltan, işleyen, bilgisayar programlarını koruyan aygıtları geçersiz kılan teknik araçları bulunduran, dağıtan ve bu tip eser ve programları çıkar sağlamak için yayınlayanların, yayın durdurma, maddi ve manevi tazminatların yanı sıra 71,72,73 ve 80. maddelere göre hapis ve para cezası ile cezalandırılacağı belirtilmiştir.” (T.C. Anadolu Üniversitesi Açıköğretim Fakültesi. (2012). *Medya hukuku.*).

1.1.6. Kurgu ve Manipülasyon Nedir?

1.1.6.1. Kurgu

Bütün bir kaydın veya değişik zamanlarda ve ortamlarda yapılan kaydın bölümler hâlinde birleştirilmesi işlemidir (*Görüntü inceleme kısım amirliği uzmanlık eğitim.*(2020).).

Kurgu işlemiyle yapılmak istenen, gerekli veya gereksiz görüntülerin ayrımının yapılarak, kullanılacak olan görüntülerin müzik, ses efektleri, yazı eklentileri ve diğer materyallerle birleştirilip başka bir bütün oluşturulmasıdır. Kurgunun ilk kullanılış şekli, daha iyi bir betimleme için aynı aksiyona ait farklı özelliklerdeki çekimleri art arda ekleme biçimindeydi. Bu basit kurgu işleminin, kurgunun tüm olanaklarını yansıtmadığı sinemacılar tarafından kısa sürede fark edildi. Günümüzde bilgisayar teknolojilerinin de devreye girmesiyle, kullanıcının elinde olağanüstü bir güç kaynağına dönüşen kurgu, bir filmin çevrilişi sırasında elde edilen film parçacıkları arasında seçim yapma, bunları senaryodaki sıraya göre dizme, bu çekimlerin uzunluklarını saptama, çekimlerin içerik yönünden ilişkilerini göz önüne alma, bunları belirli bir anlatıma göre düzenleme işidir (*Görüntü inceleme kısım amirliği uzmanlık eğitim.*(2020).).

1.1.6.2. Manipölasyon

Görüntü/fotoğraf kaydında veya kurguyu oluşturan bölümler içerisinde, yer değiştirerek farklı anlamlar üretmek ve farklı görüntüler ekleme veya çıkarma yoluyla kaydın anlam bütünlüğünü değiştirme işlemidir (*Görüntü inceleme kısım amirliği uzmanlık eğitim.*(2020).).

Montaj işleminde, bir görüntü karesi ya da kareleri içerisine yerleştirilen dış kaynaklı başka resimlerin varlığı söz konusudur. Orijinal resim karelerinde yapılan düzeltme ve yok etme gibi işlemler montaj kapsamında değerlendirilir (Şekil-1.16), (*Görüntü inceleme kısım amirliği uzmanlık eğitim.*(2020).).

Dijital resimler, üzerinde kolaylıkla oynama yapılabilen bir özelliktedir. Düzeltme işleminden ayrı olarak, görüntü üzerinde oynama ile kastedilen, bir fotoğrafı oluşturan elementlerin ya da imajın renklerinin değiştirilmesi, imaj üzerindeki unsurların bir yerden başka bir yere hareket ettirilmesi ya da orijinal imajın başka yollarla değiştirilmesidir (*Görüntü inceleme kısım amirliği uzmanlık eğitim.*(2020).).

Gerçekte, kullanıcılar resim üzerinde oynamak için diğer özel programlara ihtiyaç duymamaktadır. Çünkü aynı program kullanıcıya imajı görme, kontrast ayarlarını yapma ve hatta resim parçalarının kopyalama ve yapıştırma imkanını bir fare tıklamasıyla sağlamaktadır (*Görüntü inceleme kısım amirliği uzmanlık eğitim.*(2020).).



Şekil-1.16. Örnek olarak montajlanmış fotoğraf karesi.

Adli bilimler açısından görüntülerin orijinal olup olmadığı yönünde incelemeler yapılabilmektedir. Video görüntülerin, dalga formu monitör, vektörskop, osiloskop ve diğer uygun ekipmanlar kullanılarak kare kare incelenmesi gerekmektedir. Eğer video kaset içerisindeki görüntüler çok kapsamlı stüdyolarda profesyonel yaklaşımlarla değiştirilmiş ise buradaki değişiklikleri geleneksel metotlarla tespit edilmesi güçleşecektir. Bu durumda çok titiz ve kapsamlı bir çalışma yapılması gerekmektedir (*Görüntü inceleme kısım amirliği uzmanlık eğitim.*(2020).).

Yaşantımızın her anında önemli bir yer tutan sayısal fotoğraf, günümüzde çeşitli suçlara da konu olabilmekte ve delil olarak kullanılmaktadır. Adli olaylarda fotoğraflar üzerinde manipülasyon yapıp yapılmadığının tespiti adaletin doğru olarak tecelli etmesi açısından önemlidir (*Görüntü inceleme kısım amirliği uzmanlık eğitim.*(2020).).

Hukuksal alandaki tanımı ise; görüntü/fotoğraf kaydında veya kurguyu oluşturan bölümler içerisinde, yer değiştirerek farklı anlamlar üretmek ve farklı görüntüler eklemek veya çıkarma yoluyla kaydın anlam bütünlüğünü değiştirme işlemidir (*Görüntü inceleme kısım amirliği uzmanlık eğitim.*(2020).).

Tarihte bilinen ilk manipülasyon 1858 tarihinde “Henry Peach Robinson” tarafından sanat adına yapılan “Sönen Hayat” (Fading Away) isimli fotomontaj çalışmasıdır (Şekil-1.17.), (*Görüntü inceleme kısım amirliği uzmanlık eğitim.*(2020).).



Şekil-1.17. Tarihte yapılan ilk manipülasyon (sönen hayat).

O dönemin önemli hastalıklarından birisi olan verem, aynı zamanda karşılıksız aşkla kurduğu ilişkisi dolayısıyla sanatın da değer verdiği konulardan birisi olmuştur. Genç kızın dermansız bir hastalığa yakalandığı, etrafındaki yakınlarının duruşlarından kızın yüz mimiklerine kadar her detayda kendini hissettirmektedir. Bu fotomontaj değişik zamanlarda ayrı ayrı poz vermiş kişilerin farklı negatifleri (beş) bir araya getirilerek oluşturulmuştur (*Görüntü inceleme kısım amirliği uzmanlık eğitim.*(2020).).

1.1.6.2.1. Manipülasyonun Kullanıldığı Alanlar

Günümüzde manipülasyon genel olarak sanat alanında, insanların algılarını yönetmede ve hukuksal alanda kullanılmaktadır (*Görüntü inceleme kısım amirliği uzmanlık eğitim.*(2020).).

1.1.6.2.1.1. Sanat Alanında Manipülasyon

Sanat alanında fotoğraflar üzerinde yapılan manipülasyonlarda insanların yaratıcılık gücü ön plana çıkmaktadır. Genelde var olan bir fotoğrafı kendi yaratıcılık gücünü kullanarak yeni bir fotoğraf ortaya çıkarma işlemidir. Teknolojinin gelişmesine paralel olarak bu alanda da önemli gelişmeler olmuştur (*Görüntü inceleme kısım amirliği uzmanlık eğitim.* (2020).).

1.1.6.2.1.2. Algı Yönetiminde Manipülasyon

İnsanların algılarını gerçek fotoğrafta olandan başka yöne yönlendirilmesi sonucunda fotoğrafın orijinal mi, yoksa manipüle edilmiş mi sorusu gündeme gelmektedir. Günümüzde hemen hemen her alanda karşımıza çıkmaktadır. Şekil-1.18.'deki fotoğrafta savaş ortamında yapılan bir manipülasyon örneği görülmektedir (*Görüntü inceleme kısım amirliği uzmanlık eğitim.* (2020).).

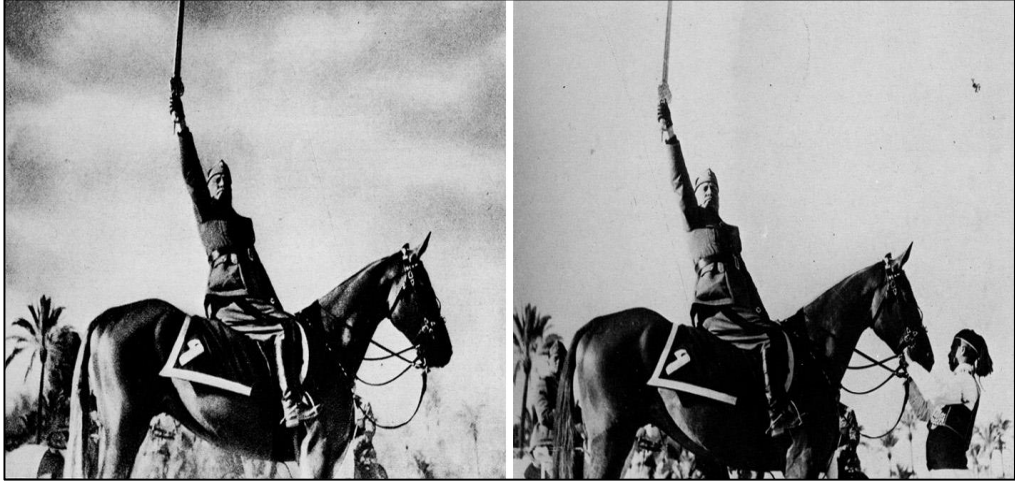


Şekil-1.18. Algı yönetiminde fotoğraf üzerinde yapılan manipölasyon.

2 ve 3 numaralı fotoğraflar, 1 numaralı fotoğrafın değişik şekilde kesilmesiyle oluşturulmuştur. İkinci fotoğraf, Amerika Birleşik Devletleri askerlerinin halka eziyet ettiğini düşündürmekte ve onları lanetlememiz için gereken fikir altyapısını oluşturmaya katkıda bulunmaktadır. Üçüncü fotoğrafta ise askerlerin ne kadar yardımsever, insani yönlerinin ne kadar gelişmiş olduğunu görebilmekteyiz (*Görüntü inceleme kısım amirliği uzmanlık eğitim. (2020).*).

Manipüle edilmiş bu fotoğrafa maruz kalan zihinlerde orijinal fotoğrafa göre çok daha farklı anlamlar oluşabilmektedir. Dolayısıyla dünyanın hemen hemen her yerinde, medyanın zaman zaman veya sıklıkla kullandığı manipölasyon örneklerinden biri bu şekildedir. (*Görüntü inceleme kısım amirliği uzmanlık eğitim. (2020).*).

Aşağıda yer alan örnekte ise İtalyan lider Benito Mussolini'nin bu fotoğrafı aslında manipüle edilmiş bir fotoğraftır. Mussolininin atını tutan adam fotoğraftan silinmiş ve Mussolini fotoğrafta daha gösterişli biriymiş gibi gösterilmeye çalışılmıştır (Şekil-1.19.), (*Görüntü inceleme kısım amirliği uzmanlık eğitim. (2020).*).



Şekil-1.19. Algı yönetiminde fotoğraf üzerinde yapılan manipölasyon.

1.1.6.2.1.3. Hukuksal Alanda Manipölasyon

Günümüzde sayısal ortamların gelişmesine paralel olarak, fotoğraflar üzerinde yapılan bu tür manipölasyonlarda artış olduğu gözlemlenmektedir. Aşağıdaki örnekte olay yerinde bulunan bir tabancanın fotoğraftan silinmesi sonucunda manipüle edildiği görülmektedir. Bu şekilde olay yerinde olan bir suç aletinin gizlenmesi sonucu delil karartılabilmektedir (Şekil-1.20. ve Şekil-1.21.), (*Görüntü inceleme kısım amirliği uzmanlık eğitim.* (2020).).



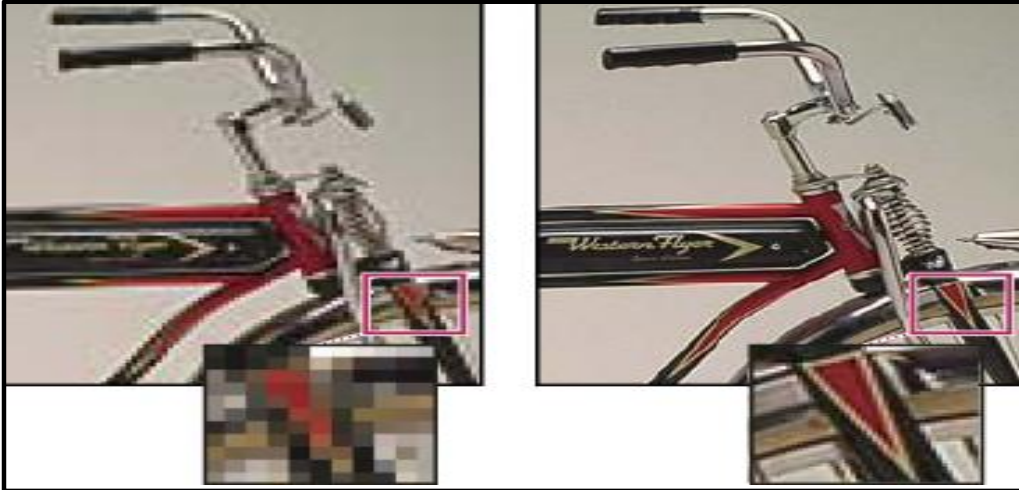
Şekil-1.20. Orijinal fotoğraf.



Şekil-1.21. Manipüle edilen fotoğraf.

1.1.7. Çözünürlük (Ölçeklendirme)

Çözünürlük bir fotoğrafı veya videoyu görüntülemek ya da yazdırmak için fotoğrafın veya videonun oluşturduğu piksel veya noktaların sayısını tanımlayan ölçü birimidir. Diğer bir ifadeyle görüntünün veya cihazın barındırdığı ya da görüntüleyebildiği detay seviyesi denebilir. Yüksek çözünürlük, bir fotoğrafın ya da videonun daha net ve kaliteli görünmesini sağlarken, düşük çözünürlük bulanık (flu) görünmesine (net görünmemesine) sebep olmaktadır (Şekil-1.22.).



Şekil- 1.22. Düşük ve yüksek çözünürlük.

Çözünürlük, kullanıldığı materyale göre farklı yöntemlerle ifade edilmektedir. Televizyonlar, notebook ekranları veya monitörlerde çözünürlükler 1280x800 gibi ölçülerle verilmektedir yani ekranınızda 1280 adet yatay nokta veya piksel, 800 adet ise dikey nokta veya piksel bulunduğu anlamına gelmektedir. Günümüzde standart olarak HD görüntü 1280x800 değerlerinde kullanılmaktadır ve genelde bu şekilde ifade edilmektedir. 1920x1080 çözünürlük ise Full HD olarak nitelendirilmektedir (Avşar, 2018).

Ayrıca Digital Cinema Initiatives'in (DCI) belirlemiş olduğu sinema çözünürlük standartları bulunmaktadır. Bunlar (1K-2K-4K-8K çözünürlükleri nedir, 2023):

DCI 1K: 1024 (yatay) ve 540 (dikey)= 552.960 adet piksel

DCI 2K: 2048 x 1080= 2.211.840

DCI 4K: 4096 x 2160= 8.847.360

DCI 8K: 8192 x 4320= 35.389.440.

DCI, “K” ifadesini yatayda ve dikeyde referans aldığı 1024x540 ve katları için kullanmaktadır. Yani piksel sayısı yatayda 1024’ün, dikeyde ise 540’ın iki katı 2K, dört katı 4K, sekiz katı 8K olmaktadır.

Dolayısıyla 2560 x 1440 çözünürlüğü Quad HD (QHD), 3840x2160 çözünürlüğü Ultra HD (UHD), 7680x4320 çözünürlüğü ise Quad Ultra HD (QUHD) olarak nitelendirilmektedir (1K-2K-4K-8K çözünürlükleri nedir, 2023).

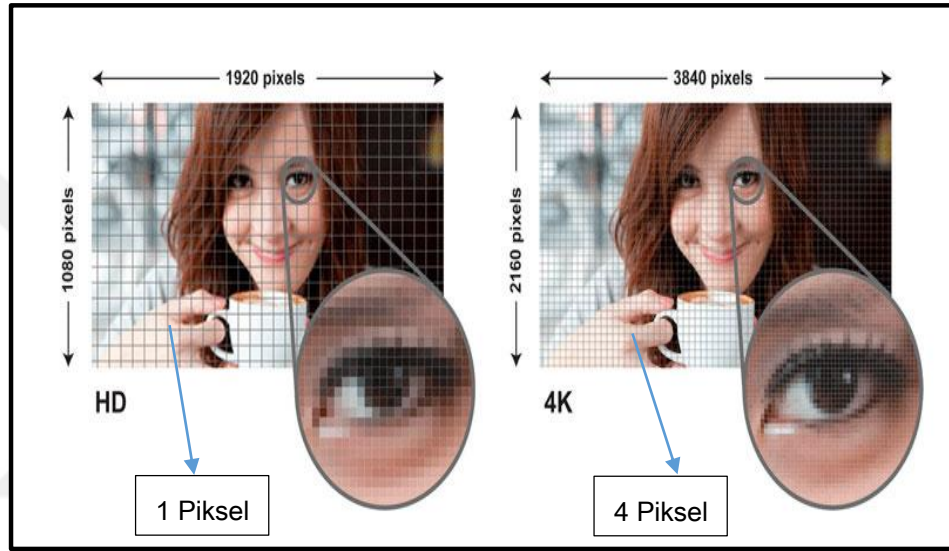
Dijital fotoğraflarda çözünürlükler yatay ve dikey piksel sayılarının çarpılarak bir milyona bölünmesi ile elde edilen değer ile ölçülür. Bu ölçü birimi “Megapiksel” olarak adlandırılır. Bir megapiksellik bir fotoğraf en fazla A4 boyutlarında basılabilirken 12 Megapiksel bir fotoğraf poster boyutlarında basılabilmektedir (Avşar, 2018).

1.1.7.1. Piksel

Öncelikle kelime anlamı açısından incelersek İngilizce Pixel (Picture Element) teriminin kısaltılması sonucu oluşmuş bir sözcüktür. Türkçe karşılığı “Resim Elementi” olarak çevrilebilir.

Kullanıldığı teknolojik üründe bulunan yardımcı malzemenin teknik olarak kapasite ve yapısını anlatan bir terimdir. Bu ürünlerdeki görüntü oluşturma veya görüntüyü bize gösteren yapının en küçük parçasıdır. Onlarca farklı ürünün ekran ve sensör kısımlarında kullanılmaktadır. Bu bilgilerden anlaşılacağı üzere piksel terimini, sensör (CCD, CMOS) ve ekran olarak iki ana aygıtın en temel parçacığı olarak algılayabiliriz (Avşar, 2018).

Piksel sayısının artması ile daha net bir görüntü elde ederken, piksel sayısının azalması ile daha bulanık, net olmayan bir görüntü elde edilmektedir (Şekil-1.23.), (Avşar, 2018).



Şekil-1.23. Sayısal fotoğrafta görüntüyü oluşturan pikseller.

1.1.8. Renk (RGB ve CMYK)

Görüntünün ifadesi için renk önemlidir. Renk görsel anlatımın en önemli parçalarından birisidir. Sayısal görüntü işlemenin de temellerinden birisidir. Renk oyunları ile hem tasarım zenginleştirilir hem de yansıma görüntüler elde edilir. Aynı zamanda gölgelendirme ile 2B görüntülere 3B görüntü etkisi de verilebilir (*Görüntü inceleme kısım amirliği uzmanlık eğitim.* (2020).).

Bir görüntüde ışık varsa renk de vardır. Nesnelerden yansıyan ışığın gözümüz ve beynimizdeki algısıdır. Rengin üç temel özelliği vardır. Bunlar temel renk (hue), doygunluk (saturation) ve parlaklık (brightness) özellikleridir. Bu özelliklerden doygunluk rengin beyaz

ışık miktarını, parlaklık ise rengin ışığı yansıtma miktarını belirlemektedir (*Görüntü inceleme kısım amirliği uzmanlık eğitim. (2020).*).

RGB, İngilizcedeki ‘Red-Green-Blue’ yani ‘Kırmızı-Yeşil-Mavi’ kelimelerinin baş harflerinden oluşan bir renk uzayıdır. Yani bu üç renk referans alındığında bütün renkler ortaya çıkmaktadır (Rgb ve cmyk arasındaki fark nedir, 2023).

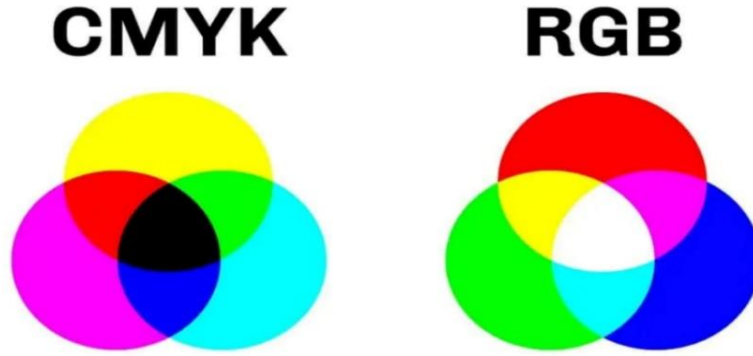
RGB renk modeli genellikle monitörlerde, fotoğraf makinelerinde, tarayıcılarda, web tasarımlarında ve dijital ortamlarda kullanılmaktadır (Rgb ve cmyk arasındaki fark nedir, 2023).

CMYK ise, “Cyan, Magenta, Yellow and Key/Black” kelimelerinin baş harflerinden oluşmaktadır. 1970’li yıllarda CMY olarak 3 renkten oluşan renk modeline maliyeti düşürmek ve baskı hızını artırmak için dördüncü renk olarak “Key” yani siyah eklenmiştir. Bunun sebebi ise baskıda siyah rengin anahtar renk olarak kabul edilmesidir (Şekil-1.24.), (Rgb ve cmyk arasındaki fark nedir, 2023).

Baskıda CMYK, ekran modunda RGB renk modelleri kullanılır. RGB (Red, Kırmızı, Green) modelinde üç ana rengin dışındaki renkler bu renklerin karışımı ile CMYK (Cyan, Magenta, Yellow, Black) modelinde renkler emilme ve yansıtılma yoluyla elde edilirler. RGB renk modelinde her pikselin taşıdığı renk bilgisi R, G, B renklerinin herhangi birisiyle veya bu renklerin belli oranlarda karışımı ile ifade edilir (*Görüntü inceleme kısım amirliği uzmanlık eğitim. (2020).*).

Sayısal ortamda çalışırken kullanılan renk modu RGB’dir. Baskı aşamasında ise bu modun CMYK olarak düzenlenmesi gerekir. Ancak ekranda gördüğümüz renklerin baskı sonucunun aynı olmasını bekleyemeyiz. Yazıcıların çalışma esası da CMYK renk modu üzerine kurulmuştur. Yazıcı kartuşlarının üzerindeki renkler bu renk modunu destekleyen renklerdir (*Görüntü inceleme kısım amirliği uzmanlık eğitim. (2020).*).

RGB renk modeli renk çeşitliliği açısından zenginken, CMYK bu açıdan biraz zayıftır. RGB, dijital ortamlarda daha çok kullanılırken, CMYK baskı endüstrisinde daha çok görülmektedir (*Görüntü inceleme kısım amirliği uzmanlık eğitim. (2020).*).



Şekil-1.24. Rgb ve cmyk renk modellerindeki ana renkler.

1.1.9. Videonun Dijital Stabilizasyon Durumu

Video sabitleme, kameranın görüntü karelerinde örneğin el titremesi nedeniyle oluşabilecek istenmeyen hareketlere neden olabilen durumlarda ortaya çıkan videodaki titreme gibi etkileri ortadan kaldırmaktadır (Taşpınar vd., 2016).

Birçok kamera ve hatta akıllı telefonlar, titreşim ellerden veya vücut hareketlerinden kaynaklanan video bulanıklığını azaltmak için birtakım görüntü sabitleme (IS) teknolojilerini içermektedir. En temel bir tripod olmakla birlikte, bir adım daha ileriye götüren bununla alakalı iki teknoloji çeşidi bulunmaktadır: Bunlar: optik ve dijital görüntü sabitlemedir. Bir video, bu iki sabitleme teknolojisiyle sabitlenebilmektedir (Optik ve sayısal görüntü sabitlemeyi anlama, 2022).

Görüntü sabitleme tüm kameralar için önemlidir, ancak özellikle yavaş deklanşör hızlarına veya uzun, optik zum objektiflerine sahip olanlarda daha çok önemlidir. Bir mercek, maksimum büyütme oranına yaklaştırıldığında, en küçük harekette bile son derece hassas hale gelmektedir (Optik ve sayısal görüntü sabitlemeyi anlama, 2022).

Bazı üreticiler görüntü sabitleme teknolojilerine marka adı koymaktadır. Sony, Panasonic'in “Mega OIS” ve “Pentax Sarsıntı Azaltmalarını” bahsederken “SteadyShot” adını vermiştir. Her birinin farklılıkları bulunmaktadır ama sonuç olarak aynı işlevi yerine getirmektedir (Optik ve sayısal görüntü sabitlemeyi anlama, 2022).

Dolayısıyla her durumda kameranın teknik özelliklerine bakılmalı, kameranın optik mi, dijital stabilizasyona mı yoksa her iki özelliğe mi sahip olduğu bilinmelidir (Optik ve sayısal görüntü sabitlemeyi anlama, 2022).

Optik görüntü sabitleme; görüntü dengelemenin en etkili şeklidir. Optik görüntü sabitleme özelliğine sahip kameralar, tipik olarak, objektifin parçalarını dijital görüntüye dönüştürülmeden önce objektif camın parçalarını hızlı bir şekilde kaydıran, lensin içinde küçük sensörlere sahiptir. Bir görüntü sabitleme teknolojisi, lensin içinde hareketli bir eleman içeriyorsa optik olarak kabul edilmektedir.

Bazı video kamera üreticileri tarafından, optik görüntü sabitlemenin açılıp kapanmasına veya farklı türde kamera hareketlerini (dikey veya yatay) telafi etmek için çeşitli modlar dahil edilmesine olanak sağlanmıştır (Optik ve sayısal görüntü sabitlemeyi anlama, 2022).

Dijital Görüntü Sabitleme; Optik sistemlerin tersine, dijital görüntü sabitleme (elektronik görüntü sabitleme) titreşimlerin videodaki etkisini azaltmak amacıyla yazılım teknolojilerini kullanmaktadır. Modele, markaya bağlı olarak bu çeşitli yollarla gerçekleştirilmektedir (Optik ve sayısal görüntü sabitlemeyi anlama, 2022).

Bazı kameralar, vücut hareketinin etkisini hesaplar ve kameranın görüntü sensöründeki hangi piksellerin kullanıldığını ayarlamak için bu verileri kullanmaktadır. Geçiş çerçevesini çerçeve ile yumuşatmak için, hareket çerçevesinin görünür çerçevenin ötesindeki pikselleri kullanmaktadır. Videoya, çekildikten sonra bile piksel hareketlerini izleyerek ve çerçeveyi ayarlayarak bir stabilizasyon filtresi uygulayabilen yazılım programları da bulunmaktadır. Bununla birlikte, bu durum, kayıp kenarları doldurmak için azaltılmış bir çerçeve veya ekstrapolasyon nedeniyle daha küçük bir kırılmış görüntü ile sonuçlanmaktadır (Optik ve sayısal görüntü sabitlemeyi anlama, 2022).

1.1.10. Dijital ve Optik Zoom

Optik zoom özelliği, görüntüyü büyütmek için fotoğraf makinası içindeki lenslerin hareket ettirilmesi ile elde edilmektedir. Zoom süresince görüntü kalitesi korunmaktadır. Dijital zoom ise, optik zoomun menzilini uzatmaktadır. Yakalanan alanı daha fazla doldurması

için görüntünün merkezini bytmektedir. Dijital uzatma, görüntü kalitesinde bozulmaya neden olmaktadır. Dijital zoom ne kadar fazla uygulanırsa piksellenme efekti o kadar büyük olmaktadır (Şekil-1.25.), (Optik ve dijital zoom nedir, 2022),

Dijital zoom yapıldığında kameranın yazılım ve lens teknolojisi oranınca bir yakınlık sağlanabilir ancak dijital kameralarda zoom yapıldığında görüntünün mega piksel oranında düşüş meydana gelecektir. Optik zoom da yapılan yakınlıktaırma işlemine ise alana odaklama olduğu için ereve büyüyecek ancak çekilen fotoğrafın kalitesinde düşüş meydana gelmeyecektir (Optik ve dijital zoom nedir, 2022).



Şekil-1.25. Dijital zoom ile optik zoom arasındaki farkı gösteren fotoğraf.

1.1.11. Vizyon (Vision) Veri Seti: Kaynak Tanımlama için Bir Video ve Görüntü Veri Seti

Son zamanlarda taşınabilir cihazların, fotoğraf ve video çekmek için tercih edilen araçlar haline gelmesi ve içeriklerin sosyal medya platformlarında (rneğin Facebook, YouTube, vb.) yaygın olarak paylaşılması, adli bilişim alanında yeni zorluklara neden olmaktadır. Örneğin, çoğu modern kamera, video kaynağı tanımlama teknolojilerinin performansını ciddi şekilde engellediği kanıtlanan dijital sabitleme özelliğine sahiptir. Ayrıca, yükleme sırasında sosyal medya platformlarının videoyu yeniden sıkıştırması, multimedya araçlarının güvenilirliğini de tehdit etmektedir (Shullani vd., 2017).

Vizyon veri seti çeşitli çalışmalarıyla, adli bilişimin gelişimine bir katkı sunmaktır. İlgili makalede Vizyon veri setinin şu anda 11 büyük markanın 35 taşınabilir cihazından hem

yerel formatta hem de sosyal versiyonlarında (*Facebook, YouTube ve WhatsApp dikkate alınmıştır*) 34.427 görüntü ve 1914 videodan oluştuğundan bahsedilmektedir. Vizyon, çeşitli fotoğraf ve video adlı araçlarının kapsamlı değerlendirmesi için bir referans noktası olarak kullanılabilir (Shullani vd., 2017).

İlgili makalede vizyon veri setinde kullanılan bazı cihaz örneklerinden bahsedilmiştir;

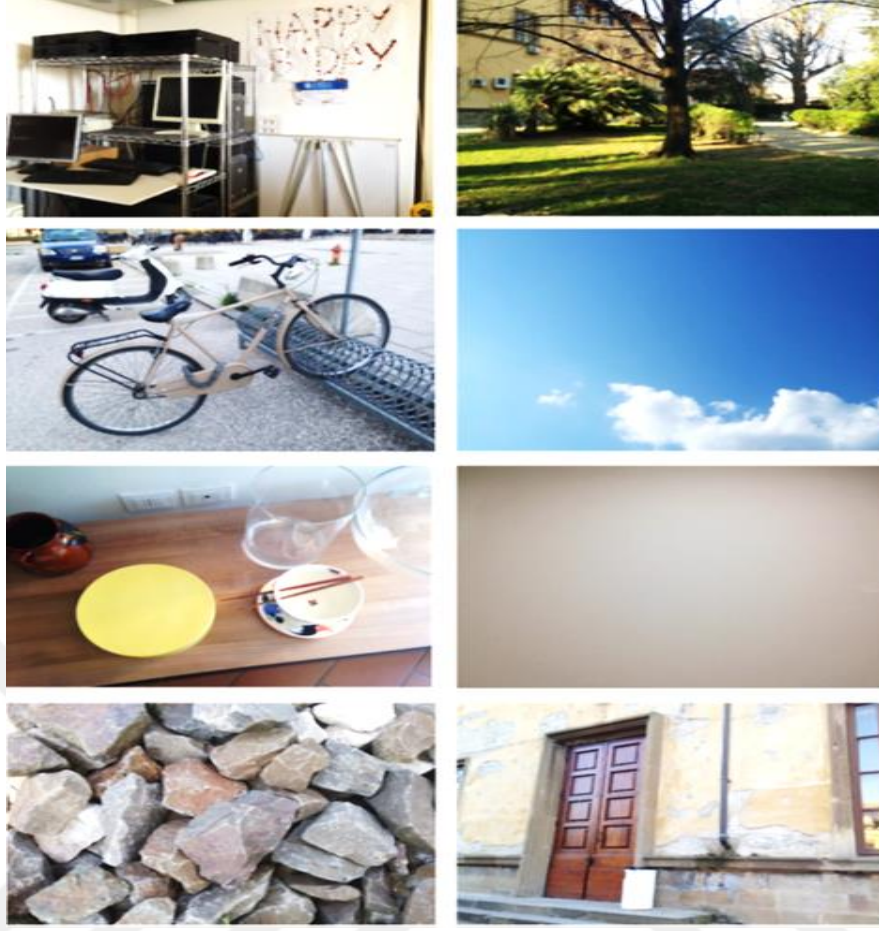
Vizyon, düşük, orta ve yüksek fiyat aralığındaki 35 mobil cihazdan oluşmaktadır. Bunlar; iPhone ve iPad'ler dahil olmak üzere 13 Apple cihazı, Galaxy telefon ve tabletleri dahil olmak üzere 8 adet Samsung cihazı, 5 adet Huawei ve 2 adet OnePlus telefon, Microsoft, LG elektronik, Sony, Asus, Lenovo, Wiko ve Xiaomi telefonları bulunmaktadır. Aynı marka ve modelden oluşan birkaç cihazda bulunmaktadır: 2 adet Iphone 4S, 2 adet Iphone 5, 3 adet Iphone 5c, 2 adet Iphone 6 ve 2 adet Galaxy S3 Mini kullanılmıştır. Kullanılan cihazlar şu işletim sistemlerini kullanmaktadır: iOS 7.x'ten 10.x'e, Android 6.x Marshmallow'dan 7.x Nougat'a ve Windows Phone OS 8.1 Güncelleme 2'dir (Shullani vd., 2017).

İlgili makalede video kaynak analizi yapılabilmesi için önerilen bazı video çekim özelliklerinden bahsedilmektedir. Bunlar şöyledir:

- Esas olarak yatay modda elde edilen videoları içermektedir.
- Çekim yapılan videolar düz, iç mekan ve dış mekan senaryolarını temsil etmektedir.
- Düz senaryo, duvarlar ve gökyüzü gibi düz yüzeylere ait videoları içermektedir.
- İç mekan senaryosu, ofisleri veya mağazaları temsil eden videoları içermektedir.
- Dış mekan senaryosu, bahçeler gibi açık alanların videolarını içermektedir.
- Her senaryo için üç farklı çekim modunun kullanıldığından bahsedilmektedir (Shullani vd., 2017).

Kullanıcının videoyu çekerken hareketsiz durduğu hareketsiz mod; kullanıcının videoyu çekerken yürüdüğü hareket modu; papağan modu, burada kullanıcı bir kaydırma ve bir döndürmeyi birleştirerek gerçekleştirdiği kayıttan bahsedilmektedir (Shullani vd., 2017).

Önerilen veri kümesine dahil edilen bazı resimlerden örnekler şunlardır (Şekil-1.26.), (Shullani vd., 2017).



Şekil-1.26. Önerilen veri kümesine dahil edilen bazı resimlerden örnekler.

Vizyon veri seti için video kaynağı tanımlamaya yönelik yapılan deneylerde, ilgili makalede şunlardan bahsedilmektedir:

Bir test videosunun kaynağı, düz alanlı bir videodan tahmin edilen referanslara dayalı olarak belirlenmektedir. Özellikle, her cihaz için referans sensör desen gürültüsü, düz bir videonun ilk 100 karesinden tahmin edilmektedir. Sonra sırasıyla naturel, YouTube ve WhatsApp videoları sorgu olarak kullanılarak üç deney gerçekleştirilmiştir. Test edilen her videonun sensör desen gürültüsü, ilk 100 kareden tahmin edilmektedir. Her cihaz için mevcut tüm eşleşen durumları (aynı cihazdan videolar) ve aynı sayıda uyumsuzluk vakaları (diğer cihazlardan rastgele seçilen videolar) dikkate alınmakta, burada veri kümesindeki tüm cihazlar dikkate alınmaktadır. Bu deney, dijital olarak stabilize edilmiş videolar dahil edildiğinde video kaynağını tanımlama performansının büyük ölçüde düştüğünü göstermektedir.

Makalede kamera içi stabilize edilmiş videolar için olası çözümlerin halen geliştirilme aşamasında olduğu belirtilmektedir. İlgili makalede yapılan deneylerle, çözümün yalnızca üçüncü taraf (kamera dışı) dijital stabilizasyon (ffmpeg) üzerinde ve referans olarak stabilize edilmemiş bir video mevcut olduğunda etkili olduğunun kanıtlandığı ve dikkate alınan cihazların çoğunun, standart kamera uygulamasında kapatma seçeneği olmadan kamera içi dijital sabitlemeyi zorunlu kılan cihazlar olduğu belirtilmiştir (Shullani vd., 2017).

Sonuç olarak, vizyon veri seti, yeni nesil görüntü ve adli video araçlarının performansını değerlendirmek için ihtiyaç duyulan içerikleri sağlamaktadır (Shullani vd., 2017).



2. GEREÇ ve YÖNTEM

2.1. Gereçler

Bu tez çalışması kapsamında, Andriod ve IOS işletim sistemini kullanan cihazların kaynak analizi sonuçlarını inceleyebilmek amacıyla, günümüzde popüler olan Android ve IOS işletim sistemlerini kullanan cihazlardan şunlar deneylerde kullanılmıştır:

- ✓ Xiaomi marka Redmi Note 10S model cep telefonu
- ✓ Xiaomi marka Redmi Note 8 model cep telefonu
- ✓ Samsung marka J7 model cep telefonu
- ✓ Samsung marka Galaxy M31 model cep telefonu
- ✓ Iphone marka 8 Plus model cep telefonu.

Görüntü kalitesinde bozulmaya neden olan dijital zoom (büyütme) yapılarak ve titreşimlerin videodaki etkisini azaltmak amacıyla kullanılan dijital stabilizasyon özelliği ile çekilen videoların kaynak analizi mukayese sonuçlarını inceleyebilmek için bu özelliklere sahip şu cihazlar kullanılmıştır:

- ✓ Canon marka Eos 70D model fotoğraf makinesi
- ✓ Canon marka Legria HFR806 HD model video kamera.

Ayrıca Jandarma Kriminal Başkanlığı laboratuvarının sahip olduğu imkanlar dahilinde, bilişim laboratuvarında kullanılan adli bilişim yazılımı olan Amped Authenticate, Amped Five ve görüntüler üzerinde ekleme ve kırpma işlemlerini yapabilmek amacıyla Adobe Premiere Yazılımı ile Amped Authenticate yazılımının yüklü olduğu Öninccsis-07 Lenovo tipi iş istasyon bilgisayarı kullanılarak, şüpheli kamera tespitine yönelik deneyler yapılmıştır.

2.2. Yöntem

Bu tez çalışması, sayısal görüntü kayıtlarında Amped Authenticate (version nu:27947) yazılımı ile cihaz analizine yönelik:

- Video Tools (Video Aracı)
- PRNU (Fotoğraf Tepkisi Tekdüze Olmayan Analizi)
- Create CRP (Kamera Referans Modeli Oluşturma)
- Identification (Kimlik, Tanımlama)
- Tampering (Kurcalama)

Filtreleri/ aracı kullanılarak şüpheli kamera tespitine yönelik çalışmaları içermektedir.

Çalışmaya esas olmak üzere belirtilen materyaller kullanılarak çalışmada planlanan farklı kameralardan video kayıtları yapılarak, Amped Authenticate yazılımı ile analiz edilerek sonuçları değerlendirilmiştir.

Tez çalışmasında şu yöntem kullanılarak çalışma gerçekleştirilmiştir:

Kaynak (Source) Analizi: Kaynağın sınıflandırılması, tanımlanması veya doğrulanması sürecidir. Video ya da fotoğrafın hangi cihazdan ya da sensörden çekildiğini anlamak için yapılan kaynak analizidir (ENFSI, 2021).

Kaynak cihazı sınıflandırma, tanımlama veya doğrulama süreci, her adım bir öncekinin uzmanlaşması olduğundan ve aşağıdakilerin analizini içerdiğinden dolayı hiyerarşik olarak seviyelere ayrılmıştır:

- Kaynak türü (kamera, tarayıcı, bilgisayar grafiği).
- Cihaz markası, modeli ve yazılımı,
- Cihaz örneği (benzersiz cihaz) (ENFSI, 2021).

Bu kaynak analizi yönteminde, referans görüntülerin bazı özelliklerini, sorgulanan görüntü veya video ile karşılaştırarak yapılmaktadır. Eğer sorgulanan görüntüleri çeken kamera, cihaz mevcutsa bizzat cihazın üzerindeki sensörün karakteristik özellikleri kullanılabilir. Genellikle bu, sabit desen gürültüsü (FPN) veya daha spesifik olarak Fotoğraf Tepkisi Tekdüze Olmayan (PRNU) gibi benzersiz sensör kusurlarının analizini içermektedir. Sensörden dolayı FPN’de hem siyah hem beyaz pikseller tanımlanabilmekte ve bu sensörlerdeki fotoğraf hassas özelliklerinin her biri PRNU ile analiz edilmektedir (ENFSI, 2021).

2.2.1. Amped Authenticate Yazılımı

Amped Authenticate, İtalya'nın Trieste kentinde Martino Jerian tarafından 2008'de kurulan şirket tarafından oluşturulan bir adli bilişim yazılımıdır.

Amped yazılımı, birçoğu ulusal ve uluslararası önemi olan deneyimli bir dijital adli tıp uzmanlarından oluşan bir ekiple hazırlanmış olup hazırlayan personel içinde daha önce kolluk kuvvetlerinde çalışmış uzman personel yer almaktadır ve Amped Authenticate yazılımı 80'den fazla ülke tarafından kullanılmaktadır.

Amped Authenticate, dijital fotoğrafın orijinal olup olmadığını, belirli bir cihaz tarafından üretilip başka yazılımlarla fotoğrafa müdahale edilip edilmediğini, eğer müdahale edilmiş ise fotoğraf düzenleme yazılımı kullanılarak manipüle edilmesinin sonucunu belirlemek için farklı filtre araçları kullanmaktadır (*Görüntü inceleme kısım amirliği uzmanlık eğitim.* (2020).).

Amped Authenticate, özelleştirilebilir yapılandırma ve isteğe bağlı işlem sonrası parametreleriyle 40'tan fazla araç ve filtre sağlamaktadır.

Authenticate görüntü üzerinde yapılmış olan herhangi bir montajı keşfedebilen ve belirli bir cihazla bir dijital fotoğrafın üretilip üretilmediğini doğrulayabilen bir yardımcı araçtır. Kolluk kuvvetleri uzmanlarını ve adli laboratuvarların vereceği kararlardaki doğruluk oranını yazılımsal olarak desteklemektedir.

Amped Authenticate, bir görüntüdeki kurcalamayı belirlemek ve dijital bir fotoğrafın belirli bir cihaz tarafından oluşturulup oluşturulmadığını doğrulamak için kolluk kuvvetlerine ve adli laboratuvar uzmanlarına çok etkili araçlar sağlamaktadır. Amped Authenticate'deki kamera balistik özelliği, belirli bir fotoğraf oluşturmak için yalnızca kamera markası veya modelinin değil, belirli bir cihazın kullanıldığını belirlemektedir.

Görüntülerin kimliğini doğrulamak için yalnızca bir veya yalnızca birkaç araç sağlayan diğer çözümlerin aksine, Amped Authenticate, kullanıcının kurgulanmış/manipüle edilmiş görüntüleri algılama veya orijinallliği belirleme yeteneğini geliştirmek için birden fazla bilimsel aracın, prosedürün ve raporlamanın gücünü tek bir yazılım paketinde toplamaktadır.

Amped Authenticate'de bulunan tüm araçlar, her biri bir görüntünün yapısı ve nasıl oluşturulduğu konusunda farklı bir test gerçekleştiren hakemli bilimsel makalelere dayanmaktadır.

Amped Authenticate'in "Toplu İşleme (Batch Processing)" özelliği, tüm filtreleri bir klasördeki tüm görüntülere uygulamakta ve "Akıllı Rapor" ile her görüntü için en uygun filtre alt kümesini otomatik olarak seçerek kısa ve okunabilir raporlama sağlamaktadır. Kaydedilen önbellek klasörleri, hızlı takip analizine izin vermektedir.

Fotoğrafları belirli bir kameraya ve dolayısıyla bir şüpheliye bağlayabilmek de gereklidir. Her gün milyarlarca görsel internete yüklenmekte ve sosyal medya platformlarında paylaşılmaktadır. Uzmanlar, orijinal fotoğrafı internete yayınlayan kişinin kimliğini belirlemeye çalışmakla sürekli olarak karşı karşıya kalmaktadır. Bir fotoğrafı bir kameraya bağlamak, artık bir mermiyi bir silaha bağlamak kadar önemli olmaktadır.

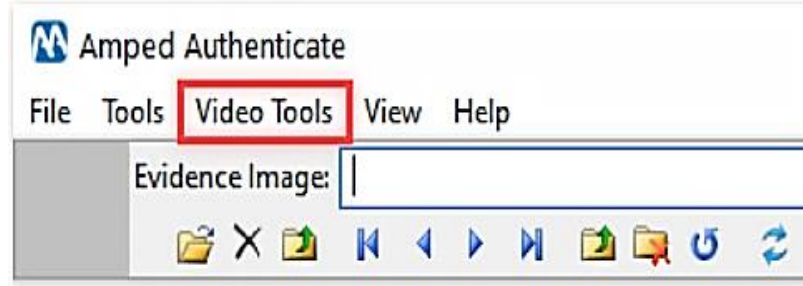
Görüntü balistik araçları, fotoğraf ölçeklenmiş, kırılmış veya yeniden kaydedilmiş olsa bile belirli bir fotoğrafı çekmek için hangi kameranın kullanıldığının doğrulanmasına olanak tanır. Deneyler, görüntü balistiklerinin sosyal medya platformlarına yüklenen görüntülerle de çalışabileceğini göstermektedir (Amped Software, 2022).

2.2.1.1. Sayısal Görüntüler Üzerinde Şüpheli Kamera Tespitinde Kullanılan Amped Authenticate (version nu:27947) Yazılım Filtresi

Kaynak cihaz tanımlama, dijital görüntü araştırmasında önemli bir görevdir. Amaç, tıpkı belirli bir silah tarafından ateşlenen mermide olduğu gibi, dijital bir görüntüyü onu yakalayan belirli cihaza bağlamaktır (aslında, görüntü kaynağı cihaz tanımlaması "görüntü balistik" olarak da bilinir) (Prnu based camera identification in amped authenticate, 2022).

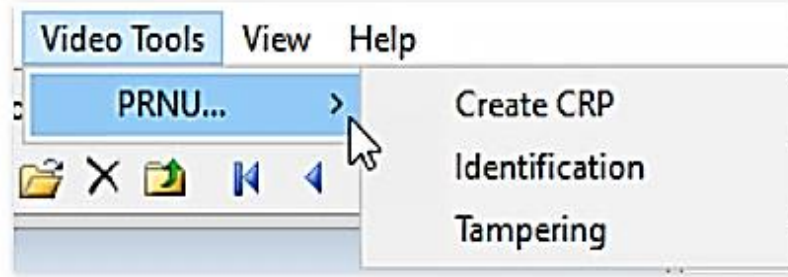
2.2.1.1.1. Video Tools (Video Aracı)

Video Tools aracı ile delil görüntüsündeki sensör gürültü modelini, şüpheli bir kameradan alınan referans görüntülerle oluşturulan bir referans modeliyle karşılaştırarak cihaz analizi tespitine yönelik mukayesesi yapılmaktadır. Araca ait fotoğraf Şekil-2.1.'de gösterilmektedir:



Şekil-2.1. Video tools aracını gösterir fotoğraf.

Video Tools aracı Amped Authenticate'n bu sürümünde yer almaktadır ve kaynak analizine uygun filtreler içermektedir. Video Tools aracının alt sekmesinde sırasıyla üç araç içeren PRNU adlı önemli bir araç bulunmaktadır (Şekil-2.2.):



Şekil-2.2. Video tools aracının alt sekmelerini gösterir fotoğraf.

PRNU (Photo Response Non Uniformity): Fotoğraf Tepkisi Tekdüze Olmayan Analizi (PRNU), gürültü analizini başarmak için öne çıkan yaklaşım olarak kabul edilmektedir. PRNU, çoklu bir gürültüdür. Kameranin CMOS/CCD sensörü tarafından sunulan belirli bir gürültü türüdür ve her sensöre özel olduğu kabul edilmektedir. Çarpımsal bir gürültü olduğundan, dahili işleme yoluyla etkin bir şekilde ortadan kaldırılamaz, bu nedenle jpeg sıkıştırmasından sonra bile piksellerde gizli kalmaktadır. PRNU analizi, iki sensör gürültü modelinin "benzerliğini" ölçmemizin yoludur (Prnu based camera identification in amped authenticate, 2022).

Görüntü yakalama/alma izlerine dayalı bir manipülasyon algılama yöntemi (PRNU), araştırma yoluyla zaman içinde sabit olduğu bulunan, bireysel sensör pikselleri arasındaki fotoğraf tepkisindeki varyasyondur.

Bir dizi uygun referans görüntüsü verildiğinde, bir kamera sensörünün PRNU modeli tahmin edilebilir.

Sorgulanan görüntünün PRNU modeli ile sensörün PRNU modeli arasındaki korelasyon, sorgulanan görüntünün veya videonun bu sensörle alınıp alınmadığına dair bir gösterge sağlayabilir (Şekil-2.3.).



Şekil-2.3. Kamera sensör ve prnu pattern'i gösterir fotoğraf.

Crear CRP (Camera Reference Pattern-Kamera Referans Modeli Oluşturma): Belirli bir kameradan bir görüntünün gelip gelmediğini test etmek için önce cihazı karakterize eden Kamera Referans Modelini (CRP) tahmin etmemiz gerekir. Bu, kamera tarafından yakalanan birçok görüntüden PRNU gürültüsünü çıkararak ve bunun “ortalamalarını alarak” yapılır. Birkaç görüntü kullanmanın nedeni, PRNU gürültüsünü görüntü içeriğinden ayırmak basit bir iş olmadığından ve yalnızca PRNU gürültüsü korunmak istenildiğinden, CRP'nin daha güvenilir bir tahminini elde etmektir (Prnu based camera identification in amped authenticate, 2022).

Bu aşamada kameradan çekim yapılan videonun kamera referans modeli (CRP) oluşturulmaktadır. Ortak bir 25 fps kare hızında, bir dakikalık video 1.500 hareketsiz resim içerir, bu nedenle iyi bir CRP oluşturmak için tek bir video yeterli olabilmektedir (Prnu based camera identification in amped authenticate, 2022).

Kaynak analizi yapılacak kameradan çekim yaparken izlenmesi gereken bazı tavsiyeler bulunmaktadır:

- Çok, tek tip içerik yakalanmalıdır. (örn. boş bir duvar veya parlak gökyüzü)
- Karanlık veya doymun bölgelerden kaçınılmalıdır. (örneğin güneş resimden uzak tutmalıdır.)
- Dijital stabilizasyon kapatılmalı veya bu mümkün olmadığında cihazı sabit bir konumda tutmak için bir tripod kullanılmalıdır.
- Cihaz bir tripod üzerine yerleştirildiğinde, CRP'nin sabit bir sahneden gelen içerikle kirlenmesini önlemek için kaydedilen sahnenin düz olması zorunludur.

Önerilen minimum kayıt uzunluğu 45 saniyedir. (yaklaşık 1000 kare) (Prnu based camera identification in amped authenticate, 2022).

“CRP Oluştur” aracının içeriği Şekil-2.4.’te gösterilmektedir:

Şekil-2.4. Örnek “create crp” penceresi.

İlk girdide cihaz analizi yapılacak olan kameradan çekim yapılan referans videosu eklenerek ikinci girdide crp’nin kaydolacağı klasör seçilir. Üçüncü ve dördüncü satırlar, videonun çerçeve aralığının sınırlanmasına olanak tanır. (örneğin, video aşırı uzunsa). Mod girişi, CRP’yi tahmin etmek için çerçevelerin nasıl işleneceğinin seçilmesine izin verir: Gürültüyü her bir kareden ayrı ayrı çıkarabilir ve biriktirebilir (Tüm Kareleri Kullan modu) veya kareleri gruplara bölebilir (Grup Kareleri). Karelerin grup halinde sorgulamasında her grubun ortalamasını alabilir ve her ortalama çerçeveden çıkarılan gürültüyü kaydeder. Tüm karelerin (All Frame modu) incelemeye dahil edilmesi daha doğrudur ancak daha uzun sürer, ikinci yöntem (Group Frame modu) ise daha hızlıdır ve iyi performansı koruduğu gösterilmiştir (Prnu based camera identification in amped authenticate, 2022).

Son olarak, son girdi olan “Dijital Olarak Stabilize Edilmiş” video kısmı çok önemlidir: stabilize edilmiş bir videodan CRP oluşturulmamalıdır. Çünkü dijital stabilizasyon etkinleştirildiğinde, ek bir sorun oluşur: video çekimi için kullanılan sensörün parçası, stabilizasyonu kolaylaştırmak için kareden kareye değişebilir (örneğin, cihaz ivme ölçerinden gelen bilgilere dayalı olarak). Ayrıca çerçeve, stabilizasyon sürecinin bir parçası olarak sadece yeniden boyutlandırmakla kalmayıp döndürülebilir/bükülebilir. Bu, PRNU analizi üzerinde ciddi bir etkiye sahiptir. Çünkü bu, farklı kareler yakalanırken sensörün farklı bölümlerinin kullanıldığı anlamına gelir. Sonuç olarak, her bir kareden çıkarılan PRNU basit olarak bir araya getirilemez, yanlış hizalanmış olabilmektedir (Using amped authenticate for video source identification when you only have images as reference, 2022).

Giriş ‘Yes’ olarak ayarlanırsa Amped Authenticate videonun kullanılamayacağını söyleyecektir. ‘Hayır’ olarak ayarlandığında CRP oluşturulur. Ancak, videonun stabilize olup olmadığı bilinmiyorsa, ‘Otomatik Algıla’ seçeneği seçilmelidir. Yazılım, dijital stabilizasyonun varlığını algılamak için videoyu analiz etmektedir (Using amped authenticate for video source identification when you only have images as reference, 2022).

Ayrıca bir ‘Toplu İşleme’ kısmı bulunmaktadır. Birden fazla olası kaynak cihazın bulunduğu ve kanıtların hepsine karşı test edilmesi gerektiği durumda, olası her kaynak için bir CRP oluşturulması gerekmektedir. Ancak bu özellik ile klasördeki tüm videolarda crp oluşturma işlemi yenilenmektedir. Bu özelliği kullanırken tüm videolar aynı klasöre yerleştirilmeli, herhangi biri ‘Referans Video’ girişine ayarlanmalı, CRP'lerin oluşturulacağı bir çıkış klasörü seçilerek, parametreleri tek bir video için yapıldığı gibi yapılandırılmalı ve ‘Toplu İşleme’ düğmesine basılmalıdır. Amped Authenticate, klasördeki tüm videolarda CRP oluşturma işlemini yinelemektedir (Using amped authenticate for video source identification when you only have images as reference, 2022).

Identification (Kimliklendirme): PRNU tanımlama filtresi, delil görüntüsündeki sensör gürültü modelini, şüpheli bir kameradan alınan referans görüntülerle oluşturulan bir referans modeliyle karşılaştırır. İkisi arasındaki korelasyon belirli bir eşiğin üstünde ise görüntülerin aynı kameradan alınmış olması muhtemeldir. Tablonun içeriği Şekil-2.5.’te gösterilmektedir:

Identification

PRNU CRP Filename: nts\Amped Authenticate\prnu\models\Google Pixel 3 flat reference.crp Browse

Evidence Video: D:\PXL_20201123_110045068.mp4 Browse

First Frame: 0

Last Frame (0 = Last): 0

Mode: Use All Frames (Slower, Maximum Accuracy) v

Frame Group Size (> 24): 50

Threshold for PRNU Camera Identification: 60

Digitally Stabilized Video: No v

Cancel Run Batch Processing

Şekil-2.5. Örnek “identification” penceresi.

İlk adımda referans crp ve kanıt videosuna giden yol seçilir. Analiz başlangıç ve bitiş kareleri belirlenerek bir dizi çerçeveye sınırlanabilir ve PRNU çıkarma modu seçilir. “Çalıştır”a tıkladığınızda, Amped Authenticate, kanıt videosundan PRNU gürültüsünü hesaplayarak ve CRP ile ilişkisini kontrol etmektedir.

Görüntülerde bu korelasyonu ölçmek için Peak to Correlation Energy (PCE) kullanılmaktadır. PCE, iki sensör gürültü modelinin “benzerliğini” ölçme yöntemidir. Bu yöntemle, elde edilen PCE değeri daha sonra kullanıcının ikinci son giriş satırında ayarlayabileceği bir ‘Threshold değeri’ ile karşılaştırılır. Vizyon veri kümesindeki doğrulamada iyi performans gösteren varsayılan bir 60 değeri sağlanmaktadır. Ancak farklı bir eşiğin kullanılmasının gerekip gerekmediğini belirlemek için test edilecek olan cihazla deneyler yapılması önerilmektedir.

İşlem bittiğinde, 0'dan 10'a kadar olan satırların tekrarlanabilirlik için testin kurulumuyla ilgili ayrıntıları sağladığı, geri kalan satırların ise elde edilen sonuçları sunduğu bu çıktı tablosu sunulmaktadır (Şekil-2.6.), (Using amped authenticate for video source identification when you only have images as reference, 2022).

Video PRNU Identification Result		
Id	Name	Value
0	Reference CRP file	C:\Users\marco\Documents\Amped Authenticate\prnu\models\Google Pixel 3 flat reference.crp
1	Reference CRP Resolution	3840 x 2160
2	Reference CRP MDS	e3felli1a18575ad1825abc9b2507b764
3	Evidence Video File	D:\evidence\FKL_20201123_110045068.mp4
4	Evidence Video Resolution	3840 x 2160
5	Evidence Video Frames Number	1868
6	First Frame	0
7	Last Frame	1867
8	PRNU Noise Estimation Mode	All Frames
9	Group Size	-
10	Evidence Video PRNU MDS	141b2a3a9ec9a7479e2f651846172cf2
11	Processing Time In Seconds	4904
12	Compatibility	Positive
13	PCE Value	15365.86
14	Threshold	60.00
15	Best Match	No transformation
16	Cropped Region	None

Şekil-2.6. Örnek “video prnu identification result” penceresi, “all frames modu”.

Şekil-2.6.’da gösterilen tabloda 11. satırdan fark edildiği üzere, bir video PRNU tanımlamasını 1800 karelik bir 4K video üzerinde çalıştırmak biraz zaman alabilir (yukarıdaki örnekte 1 saat ve 30 dakika). Bu nedenle, aynı CRP ve video için aşağıdaki sonucu veren ‘Grup Çerçeveleri’ modu ile inceleme yapılarak sonucu Şekil-2.7.’de gösterilmektedir.

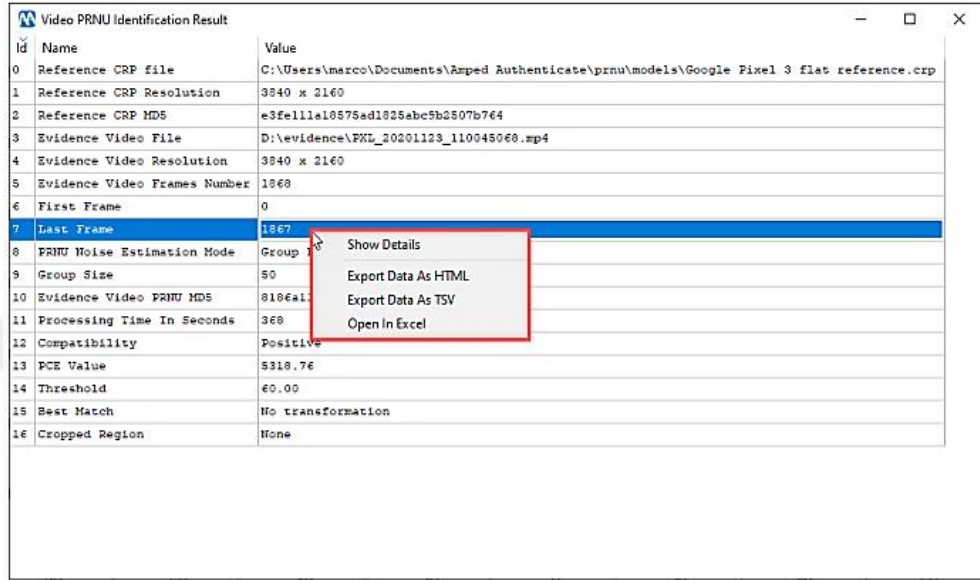
Video PRNU Identification Result		
Id	Name	Value
0	Reference CRP file	C:\Users\marco\Documents\Amped Authenticate\prnu\models\Google Pixel 3 flat reference.crp
1	Reference CRP Resolution	3840 x 2160
2	Reference CRP MDS	e3felli1a18575ad1825abc9b2507b764
3	Evidence Video File	D:\evidence\FKL_20201123_110045068.mp4
4	Evidence Video Resolution	3840 x 2160
5	Evidence Video Frames Number	1868
6	First Frame	0
7	Last Frame	1867
8	PRNU Noise Estimation Mode	Group Frames
9	Group Size	50
10	Evidence Video PRNU MDS	8186a11fiadfae524f0ffb9b1238d143
11	Processing Time In Seconds	368
12	Compatibility	Positive
13	PCE Value	5318.76
14	Threshold	60.00
15	Best Match	No transformation
16	Cropped Region	None

Şekil-2.7. Örnek “video prnu identification result” penceresi, “group frames modu”.

‘Tüm Kareleri Kullan’ moduna kıyasla daha düşük bir PCE’ye sahip olunmasına rağmen, yine de eşikten iki kat daha büyük ancak inceleme süresi 1saat 30dk’dan, 6 dakikaya

düşmüştür. (Amped authenticate update 19348:prnu camera identification and tampering detection for video and much more, 2022).

Authenticate'deki diğer filtrelerde olduğu gibi, tablodaki sonuçlar Şekil-2.8.'de gösterildiği gibi sağ tıklama ile bir dosyaya aktarılabilir.



Id	Name	Value
0	Reference CRP file	C:\Users\marco\Documents\Amped Authenticate\prnu\models\Google Pixel 3 flat reference.crp
1	Reference CRP Resolution	3840 x 2160
2	Reference CRP MD5	e3fe11a10575ad1825abc5b2507b764
3	Evidence Video File	D:\evidence\FWL_20201123_110045068.mp4
4	Evidence Video Resolution	3840 x 2160
5	Evidence Video Frames Number	1868
6	First Frame	0
7	Last Frame	1867
8	PRNU Noise Estimation Mode	Group
9	Group Size	50
10	Evidence Video PRNU MD5	8186a1...
11	Processing Time In Seconds	368
12	Compatibility	Positive
13	PCE Value	\$318.76
14	Threshold	60.00
15	Best Match	No transformation
16	Cropped Region	None

Şekil-2.8. Örnek “video prnu identification result export” penceresi.

Ayrıca bir ‘Toplu İşleme’ düğmesi bu kısımda da yer almaktadır. Birkaç olası kaynak cihazı olduğunda ve kanıtların hepsine karşı test edilmesi gerektiği durumda oluşturulan crp dosyasıyla tüm videolar analiz edilebilir. Yapılması gereken: yine tüm videolar aynı klasöre yerleştirilmeli, herhangi biri kanıt videosu ‘Evidence Video’ girişine ayarlanmalı, parametreler tek bir video için seçildiği gibi ayarlanmalı ve ‘Toplu İşleme’ düğmesine basıldığında, Amped Authenticate, klasördeki tüm videolarda Kimliklendirme (identification) işlemini yinelemektedir (Şekil-2.9.), (Amped authenticate update 19348:prnu camera identification and tampering detection for video and much more, 2022).

Identification

PRNU CRP Filename: Browse

Evidence Video: Browse

First Frame:

Last Frame (0 = Last):

Mode:

Frame Group Size (> 24):

Threshold For PRNU Camera Identification:

Digitally Stabilized Video:

Video PRNU Identification Results

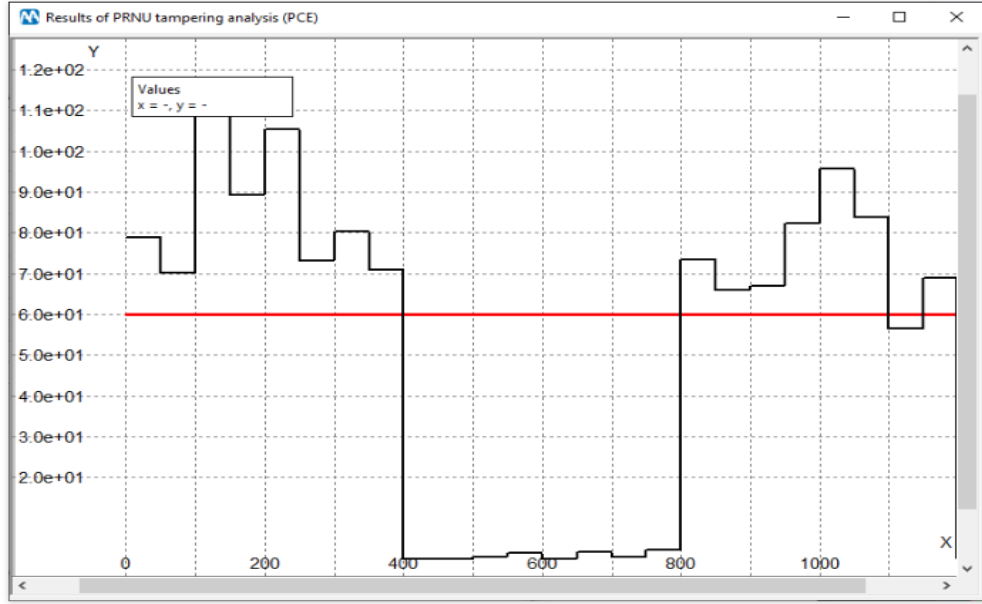
ID	Reference CRP File	Reference CRP resol.	Evidence Filename	Evidence Video	Evidence Vid...	First Frame	Last Frame	CRP Creation...	Frame Gro...	Process...	Compatibility	PCE Value	Threshold	Best Match	Cropped Region
1	E:\TEZ CALIŞMASI\1920 x 1080		E:\TEZ CALIŞMASI\1920 x 1080		2133	0	2132	All Frames	-	1645	Positive	4925.80	60.00	No transformation	None
2	E:\TEZ CALIŞMASI\1920 x 1080		E:\TEZ CALIŞMASI\1920 x 1080		2131	0	2130	All Frames	-	1707	Positive	42941.81	60.00	No transformation	None
3	E:\TEZ CALIŞMASI\1920 x 1080		E:\TEZ CALIŞMASI\1920 x 1080		2129	0	2128	All Frames	-	1079	Positive	5264.08	60.00	No transformation	None
4	E:\TEZ CALIŞMASI\1920 x 1080		E:\TEZ CALIŞMASI\1280 x 720		2124	0	2123	All Frames	-	218	Positive	135460.76	60.00	Resized	None
5	E:\TEZ CALIŞMASI\1920 x 1080		E:\TEZ CALIŞMASI\640 x 480		2132	0	2131	All Frames	-	64	Negative	9.19	60.00	-	-
6	E:\TEZ CALIŞMASI\1920 x 1080		E:\TEZ CALIŞMASI\1280 x 720		2157	0	2156	All Frames	-	324	Positive	42489.11	60.00	Resized	None
7	E:\TEZ CALIŞMASI\1920 x 1080		E:\TEZ CALIŞMASI\1920 x 1080		2130	0	2129	All Frames	-	585	Positive	33476.41	60.00	No transformation	None
8	E:\TEZ CALIŞMASI\1920 x 1080		E:\TEZ CALIŞMASI\1920 x 1080		12430	0	12429	All Frames	-	3471	Positive	4824.27	60.00	No transformation	None
9	E:\TEZ CALIŞMASI\1920 x 1080		E:\TEZ CALIŞMASI\1920 x 1080		2266	0	2265	All Frames	-	696	Positive	5745.23	60.00	No transformation	None
10	E:\TEZ CALIŞMASI\1920 x 1080		E:\TEZ CALIŞMASI\1920 x 1080		8732	0	8731	All Frames	-	3250	Positive	2435.73	60.00	No transformation	None
11	E:\TEZ CALIŞMASI\1920 x 1080		E:\TEZ CALIŞMASI\640 x 480		2361	0	2360	All Frames	-	78	Negative	27.40	60.00	-	-

Şekil-2.9. Örnek “video prnu identification result export” penceresi.

Tampering (Kurcalayıcı): PRNU Tamperleme filtresi, bölgesel olarak önceden hesaplanmış bir PRNU kamera referans modelini, görüntüden çıkarılan PRNU ile karşılaştırır. Daha düşük bir korelasyona sahip alanların, belirli bir cihaz tarafından üretilen görüntünün doğal PRNU'sunu bozan bazı düzenleme biçimine tabi olma olasılığı daha yüksektir (Amped authenticate update 19348:prnu camera identification and tampering detection for video and much more, 2022).

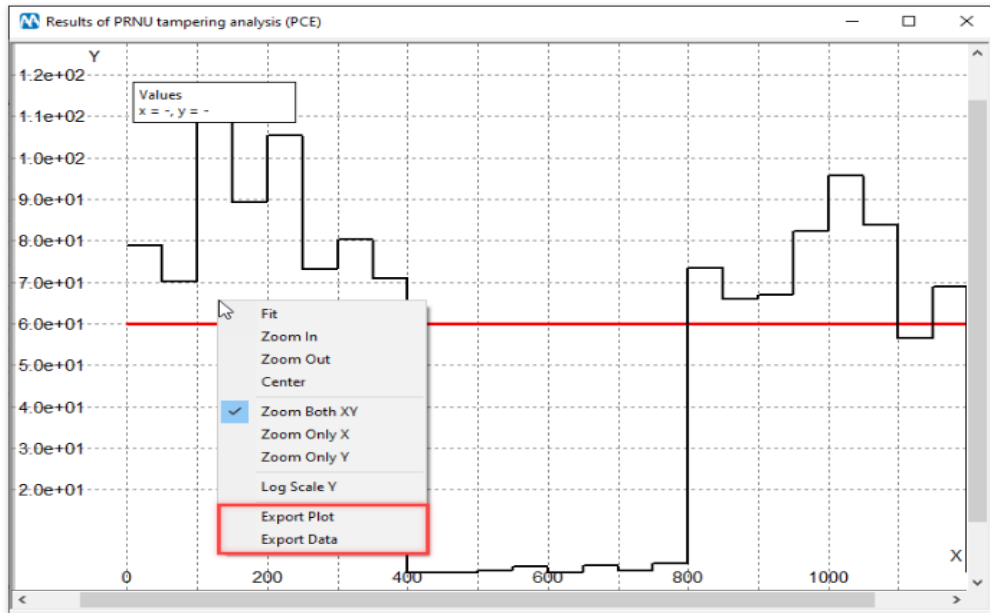
Bu kısımda kanıt videosunu parçalara böler ve her parçayı sağlanan referans CRP ile karşılaştırır. Tamamlandığında, her bir yığın için elde edilen PCE değerini çizer: grafiğin “merdiven” şekli, bir grup çerçeveden tek bir PCE değerinin elde edildiği gerçeğini yansıtır ve ardından çizimde hepsine atanır. Örneğin, bu, merkezi 400 karenin aynı modeldeki başka bir cihazdan yapıştırıldığı 1200 karelik bir videonun sonucudur (Şekil-2.10.), (Amped

authenticate update 19348:prnu camera identification and tampering detection for video and much more, 2022).



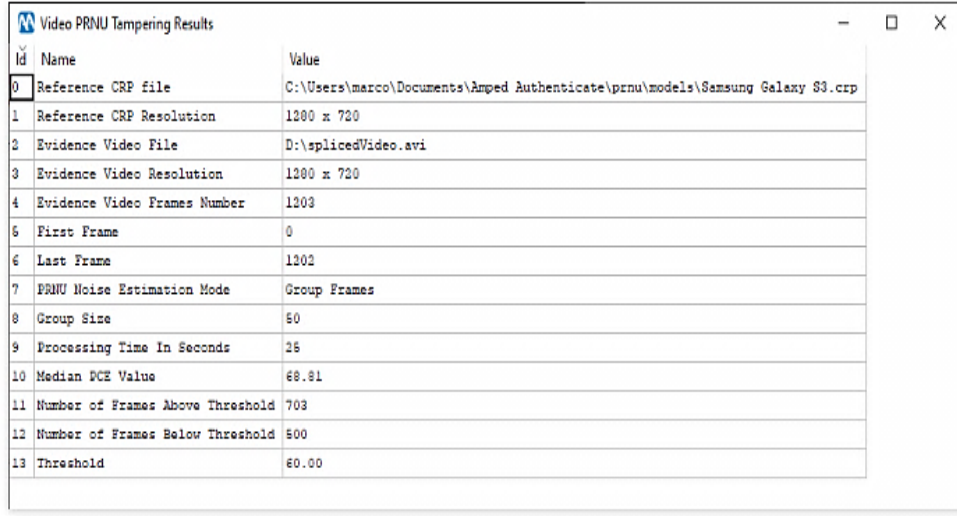
Şekil-2.10. Örnek pce tablosu.

Kırmızı çizgi, kullanıcının analizi yapılandırırken özelleştirebileceği eşik değerini gösterir. Kullanıcı, çizime sağ tıklayarak onu bir görüntü olarak kaydedebilir veya ham verileri bir TSV dosyasına aktarabilir (Şekil-2.11.), (Amped authenticate update 19348:prnu camera identification and tampering detection for video and much more, 2022),



Şekil-2.11. Örnek pce export tablosu.

Çizimin yanı sıra, analizin nasıl yapılandırıldığını ve sonuçların bazı istatistiklerini gösteren bir tablo elde edilir (Şekil-2.12.):



Id	Name	Value
0	Reference CRP file	C:\Users\marco\Documents\Amped Authenticate\prnu\models\Samsung Galaxy S3.crp
1	Reference CRP Resolution	1280 x 720
2	Evidence Video File	D:\splicedVideo.avi
3	Evidence Video Resolution	1280 x 720
4	Evidence Video Frames Number	1203
5	First Frame	0
6	Last Frame	1202
7	PRNU Noise Estimation Mode	Group Frames
8	Group Size	50
9	Processing Time In Seconds	25
10	Median DCE Value	68.81
11	Number of Frames Above Threshold	703
12	Number of Frames Below Threshold	500
13	Threshold	60.00

Şekil-2.12. Örnek “video tampering result” penceresi.

2.2.2. Amped Authenticate Yazılımının Sayısal Görüntüler Üzerinde Şüpheli Kamera Tespitine Yönelik Teknik Analizi/Çalışma Prensibi

2021 yılında ENFSI (European Network of Forensic Science Institutes) tarafından çıkarılan “Dijital Görüntü Kimlik Doğrulaması İçin En İyi Uygulama Kılavuzunda kaynak analizine yönelik bazı tanımlardan ve metotlardan bahsedilmektedir. Bunlar şu şekildedir (ENFSI, 2021):

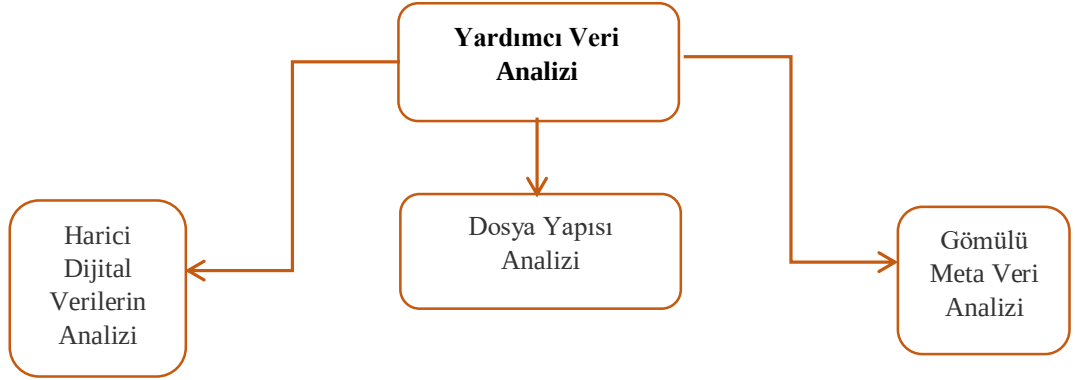
2.2.2.1. Tanım ve Şartlar

2.2.2.1.1. Teknik Analiz Yöntemleri

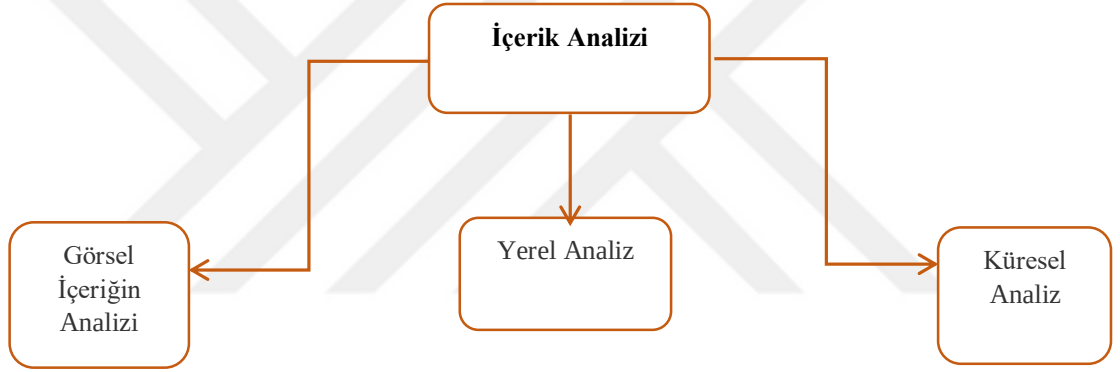
- **Yardımcı Veri Analizi:** Yardımcı verilere dayalı yöntemlerdir. Örneğin; dosya sistemi bilgileri ve görüntü veya video dosyasıyla ilgili diğer harici bilgiler gibi bir görüntünün piksel verileri dışındaki tüm veriler anlamına gelmektedir (ENFSI, 2021).

- **İçerik Analizi:** Görüntü veya video içeriğine dayalı yöntemlerdir. Örneğin: piksel verileri gibi (ENFSI, 2021).

Teknik yöntemler Şekil-2.13. ve Şekil-2.14.'te gösterilmektedir:



Şekil-2.13. Yardımcı veri analizinin sınıflandırması.



Şekil-2.14. İçerik analizinin sınıflandırması.

İçerik Analizi: Üç başlık altında incelenmektedir:

- **Görsel İçeriğin Analizi:** Bir insan gözlemcinin algılayabileceği, sorgulanan bir görüntü veya videodaki özelliklerin analizini kapsamaktadır.
- **Global Analiz:** Görüntüye yaşam döngüsü boyunca uygulanan işleme izlerini ortaya çıkarmayı amaçlayan algoritmik yöntemleri kapsamaktadır.
- **Yerel Analiz:** Sorgulanan dosyanın piksel verileri içinde manipüle edilen alanları bulmayı amaçlayan algoritmik yöntemleri kapsamaktadır (ENFSI, 2021).

Küresel Analiz (Global Analysis): Küresel Analiz (Global Analysis). Küresel Analiz, yaşam döngüsü boyunca görüntüye uygulanan işleme izlerini ortaya çıkarmayı amaçlar; manipülasyonların işlenmiş görüntü veya video içinde iz bırakabileceği gerçeğinden yararlanmaktadır. Normal olarak, global analiz yöntemleri, örneğin tek bir değer, bir çizim veya bazı toplu istatistikler gibi kompakt bir açıklama sağlar ve incelemeyi yapan kişi tarafından yorumlanmalıdır (ENFSI, 2021).

Yöntemleri kullandıkları iz türlerine göre sınıflandırılır. Örneğin:

- Edinme izleri,
- Sıkıştırma izleri,
- İşlem sonrası (örneğin, yeniden boyutlandırma, kırpma, seviye ayarlamaları vb.) izleri (ENFSI, 2021).

2.2.2.1.2. Metodoloji

2021 yılında ENFSI (European Network of Forensic Science Institutes) tarafından çıkarılan “Dijital Görüntü Kimlik Doğrulaması İçin En İyi Uygulama Kılavuzunda (*Best Practice Manual for Digital Image Authentication*)” dört alana bağlı bir metodolojiden bahsedilmektedir.

Dört Analiz Alanı (Metodoloji)’den oluşmaktadır:

- **Bağlam (Context) Analizi:** Görüntü veya videonun yerleştirildiği bağlamın uyumlu ve tutarlı olduğunu doğrulama sürecidir. Yani görüntü/ fotoğraf ve videonun uyumlu/ tutarlı olup olmadığına bakılmaktadır.
- **Kaynak (Source) Analizi:** Kaynağın sınıflandırılması, tanımlanması veya doğrulanması sürecidir. Video ya da fotoğrafın hangi cihazdan ya da sensörden çekildiğini anlamak için yapılan kaynak analizidir.
- **İşleme (Processing) Analizi:** Görüntü veya videonun görsel içeriğindeki olası küresel veya yerel değişikliklerden kaynaklanabilecek izlerin varlığını (veya yokluğunu) inceleme

sürecidir. Hem görüntünün hem videonun görsel içeriğiyle alakalı herhangi bir iz, manipülasyon olup olmadığının incelenmesidir.

- **Bütünlük (Integrity) Analizi:** Alındıktan, edinimden sonra olası dosya değişikliklerinden kaynaklanabilecek izlerin varlığını (veya yokluğunu), manipülasyon olup olmadığını inceleme sürecidir (ENFSI, 2021).

Kaynak (Cihaz) Analizi: Video ya da fotoğrafın hangi cihazdan ya da sensörden çekildiğini anlamak için yapılan kaynak analizidir.

Kaynak cihazı sınıflandırma, tanımlama veya doğrulama süreci, her adım bir öncekinin uzmanlaşması olduğundan ve aşağıdakilerin analizini içerdiğinden dolayı hiyerarşik olarak seviyelere ayrılmıştır:

- Kaynak türü (kamera, tarayıcı, bilgisayar grafiği).
- Cihaz markası, modeli ve yazılımı,
- Cihaz örneği (benzersiz cihaz) (ENFSI, 2021).

- **Kaynak Türü**

Bu aşama, görüntüyü oluşturan cihazın sınıfını belirlemeyi amaçlamaktadır. Analiz, aşağıdaki yöntemler kullanılarak bu sınıflardan birine ait görüntülerin ortak özellikleri analiz edilerek gerçekleştirilir (ENFSI, 2021):

Analiz şu metotlar kullanılarak gerçekleştirilmektedir:

- **Gömülü meta veriler:** Meta veriler ve dosya formatı özellikleri, cihazın türünü değerlendirmek için kullanılabilir. Örneğin kullanılan cihazın veya yazılımın adının ilgili meta veri bölümlerinde kayıtlı olması durumunda, cihazın türünü değerlendirmek için meta veri ve dosya formatı özellikleri kullanılabilir.

- **Küresel analiz:** Farklı cihaz sınıflarından alınan görüntüler veya videolar farklı izler gösterecektir. Örneğin:

- Dijital kameradan alınan bir görüntü, belirli gürültü ve kusurları giderici unsurları gösterebilir.
- Tarayıcıdan alınan bir görüntü, tarayıcı izlerini (desen gürültüsü) göstermelidir.
- Bilgisayar grafik yazılımı kullanılarak oluşturulan bir görüntü, dijital olarak eklenmediği sürece, gürültü veya bozulma desenlerine sahip olmamalıdır (ENFSI, 2021).
- **Cihaz Markası, Modeli ve Yazılımı**

Bu aşama, görüntüyü oluşturan cihazın markasını, model aralığını, modelini, revizyonunu, donanım yazılımı sürümünü veya yazılım sürümünü belirlemekle ilgilidir.

Genellikle ihtiyaç duyulan ilgili analiz yöntemleri şunlardır (ENFSI, 2021):

Eğer herhangi bir referans cihazı mevcut değilse, cihazın markasını, modelini ve yazılım versiyonunu değerlendirmek için meta veriler ve dosya formatı yapısı kullanılabilir; örneğin bunları spesifikasyonlarla veya referans veri tabanlarıyla karşılaştırarak yapılabilir (ENFSI, 2021).

Aynı marka ve modele sahip olduğu iddia edilen bir cihaza ait fotoğraflar veya videolar mevcutsa, bunların meta verileri, dosya yapıları ve genel istatistikleri, marka, model veya yazılım kimliğini doğrulamak amacıyla sorgulanan görüntülerle karşılaştırılabilir (ENFSI, 2021)

Veri tabanlarından elde edilen veya bir referans cihazı kullanılarak alınan referans görüntülere ilişkin durumda ise;

Eğer görüntüler farklı bir yazılım veya donanım sürümü kullanılarak çekilmişse, sonuçlar güvenilir olmayabilir. Aynı yazılıma veya aygıt yazılımına sahip bir cihaza sahip olsanız bile (referans görüntüleri almak için), genellikle çeşitli ayar ve parametre kombinasyonlarını araştırmak ve karşılaştırmak gerekmektedir (bazıları kullanıcı tarafından kontrol edilebilir, bazıları da kamera tarafından kendiliğinden ayarlanır.) (ENFSI, 2021).

- **Cihaz Örneği**

Bu bölüm, belirli bir cihaz örneğinin sorgulanan görüntüyü veya videoyu oluşturup oluşturmadığının doğrulanmasını içermektedir.

Analiz, kaynak cihazı olabildiğince açık bir şekilde tanımlayabilmesi gereken ayırt edici özellikler kullanılarak gerçekleştirilmektedir (ENFSI, 2021).

Bu iki olası yolla başarılabılır:

Hem videoda hem fotoğrafta, meta verilerdeki benzersiz tanımlayıcılar karşılaştırarak yapılabilir. (örneğin, seri numaraları). Aynı zamanda destek seviyesini belirlerken, incelemeyi yapan kişi, bu tür meta verilerin kolayca düzenlenebileceğini veya kaldırılabilceğini dikkate almalıdır (ENFSI, 2021).

Referans görüntülerin bazı özelliklerini, sorgulanan görüntü veya video ile karşılaştırarak yapılmaktadır. Eğer sorgulanan görüntüleri çeken kamera, cihaz mevcutsa bizzat cihazın üzerindeki sensörün karakteristik özellikleri kullanılabilir. Genellikle bu, sabit desen gürültüsü (FPN) veya daha spesifik olarak Fotoğraf Tepkisi Tekdüze Olmayan (PRNU) gibi benzersiz sensör kusurlarının analizini içermektedir (ENFSI, 2021).

Sensörden dolayı FPN’de hem siyah hem beyaz pikseller tanımlanabilmekte ve bu sensörlerdeki fotoğraf hassas özelliklerinin her biri PRNU ile analiz edilmektedir (ENFSI, 2021).

3. BULGULAR

Bu tez çalışmasında, Amped Authenticate yazılımı kullanılarak beş adet cep telefonu, bir adet fotoğraf makinası ve bir adet video kamera ile video çekimlerine herhangi bir müdahale olmadan (normal koşullarda), kaynak analizi uygunluk sonucuna etki edebileceği değerlendirilen bazı faktörler doğrultusunda deneyler yapılmıştır. Çekim yapılan videolardan bazıları Instagram ve Whatsapp sosyal medya uygulamalarında paylaşarak, paylaşılan videoların çekim yapılan kamera ile irtibatlı olup olmadığını tespiti yönelik kaynak analizi sonuçları incelenmiştir.

Bu kapsamda, normal koşullarda (herhangi bir müdahale olmadan yapılan çekimler) yapılan çekimlerde şüpheli kamera tespitine yönelik yapılan çalışmalarda; beş adet cep telefonu, bir adet fotoğraf makinası bir adet video kamera ile 160 adet deney yapılmış ve bu deneyler sonucunda 160 adet analiz sonucu elde edilmiştir (Şekil-3.1.).

AMPED AUTHENTICATE YAZILIMININ NORMAL KOŞULLARA GÖRE ÇEKİLEN GÖRÜNTÜLERDE ŞÜPHELİ KAMERA TESPİTİNE YÖNELİK ETKİNLİĞİ								
ÇEKİM YAPILAN KAMERA MARKA/MODELİ	ÇÖZÜNÜRLÜK				YAPILAN DENEY SAYISI	ŞÜPHELİ KAMERA TESPİTİNE YÖNELİK ANALİZ SONUÇLARI		FİLTRENİN VERDİĞİ ANALİZ TOPLAMI
	640x480	1280x720	1920x1080	3840x2160		POZİTİF	NEGATİF	
SAMSUNG J7	5	5	12	-	22	21	1	22
CANON EOS 70D FOTOĞRAF MAKİNASI	4	4	6	-	14	9	5	14
CANON LEGRIA HFR806 HD VIDEO KAMERA	-	4	9	-	13	13	-	13
SAMSUNG GALAXY M31	-	7	9	3	19	19	-	19
XIAOMI REDMİ NOTE 8	-	13	20	2	35	26	9	35
XIAOMI REDMİ NOTE 10S	-	21	28	1	50	28	22	50
IPHONE 8 PLUS	-	-	7	-	7	6	1	7
TOPLAM	9	54	91	6	160	122	38	160

Şekil-3.1. Amped Authenticate yazılımının normal koşullara göre çekilen görüntülerde şüpheli kamera tespitine yönelik etkinliği.

Kaynak analizi sonucuna etki edebileceği değerlendirilen bazı faktörlere göre yapılan çekimlerde şüpheli kamera tespitine yönelik yapılan çalışmalarda; beş adet cep telefonu, bir adet fotoğraf makinası bir adet video kamera ile kaynak analizi sonucuna etki edebileceği değerlendirilen bazı faktörlere göre 272 adet, normal koşullara (müdahale olmadan yapılan çekimler) göre ise 320 adet olmak üzere toplamda 592 adet video kaydı yapılmıştır (Şekil-3.2.). Ayrıca beş adet cep telefonu, bir adet fotoğraf makinası bir adet video kamera ile 390 adet deney yapılmış ve yapılan deneyler neticesinde 465 adet analiz sonucu elde edilmiştir (Ek-1).

KAMERALARDAN ÇEKİM YAPILAN GÖRÜNTÜ SAYISI			
ÇEKİM YAPILAN KAMERA MARKA/MODELİ	NORMAL KOŞULLARA GÖRE YAPILAN ÇEKİM SAYISI	ETKİLEYEN KOŞULLARA GÖRE YAPILAN ÇEKİM SAYISI	GENEL TOPLAM
SAMSUNG J7	44	18	62
CANON EOS 70D FOTOĞRAF MAKİNASI	28	33	61
CANON LEGRIA HFR806 HD VIDEO KAMERA	26	26	52
SAMSUNG GALAXY M31	38	32	70
XIAOMI REDMI NOTE 8	70	42	112
XIAOMI REDMI NOTE 10	100	65	165
IPHONE 8 PLUS	14	56	70
TOPLAM	320	272	592

Şekil-3.2. Kameralardan çekim yapılan görüntü sayısı.

Bununla birlikte Amped Authenticate yazılımının etkinliğinin test edilmesi amacıyla farklı kameralarla çekim yapılan referans videolarıyla kanıt videolarının kaynak analizine yönelik mukayeseleri yapılmıştır. Farklı kameralarla çekim yapılan görüntüler üzerinde şüpheli kamera tespitine yönelik yapılan çalışmalarda; beş adet cep telefonu ile bir adet fotoğraf makinasında çekim yapılan görüntüler kendi referans video modelleriyle, farklı kameradan çekilen görüntülerle kaynak analizine yönelik mukayeseleri yapılmıştır. Bu kapsamda, 26 adet deney yapılarak, yapılan deneyler neticesinde 26 adet analiz sonucu ortaya çıkmıştır (Şekil-3.3.).

DENEY SAYISI VE FİLTRE ANALİZ SAYILARI						
ÇEKİM YAPILAN KAMERA MARKA/MODELİ	DENEY VE FİLTRE ANALİZ SAYISI	NORMAL KOŞULLARA GÖRE YAPILAN DENEYLER	ETKİLEYEN KOŞULLARA GÖRE YAPILAN DENEYLER	SOSYAL MEDYADA PAYLAŞILAN GÖRÜNTÜLER ÜZERİNDE YAPILAN DENEYLER	FARKLI KAMERALARLA ÇEKİLEN GÖRÜNTÜLERİN BİRBİRLERİ İLE MUKAYESESİ İÇİN YAPILAN DENEYLER	GENEL TOPLAM
SAMSUNG J7	YAPILAN DENEY SAYISI	22	42	1	3	68
	FİLTRE ANALİZ SAYISI TOPLAMI	22	50	1	3	76
CANON EOS 70D FOTOĞRAF MAKİNASI	YAPILAN DENEY SAYISI	14	51	0	4	69
	FİLTRE ANALİZ SAYISI TOPLAMI	14	57	0	4	75
CANON LEGRIA HF106 HD VIDEO KAMERA	YAPILAN DENEY SAYISI	13	41	0	0	54
	FİLTRE ANALİZ SAYISI TOPLAMI	13	51	0	0	64
SAMSUNG GALAXY S	YAPILAN DENEY SAYISI	19	50	3	3	75
	FİLTRE ANALİZ SAYISI TOPLAMI	19	62	4	3	88
XIAOMI REDMI NOTE	YAPILAN DENEY SAYISI	35	58	3	6	102
	FİLTRE ANALİZ SAYISI TOPLAMI	35	72	4	6	117
XIAOMI REDMI NOTE	YAPILAN DENEY SAYISI	50	84	10	4	148
	FİLTRE ANALİZ SAYISI TOPLAMI	50	98	15	4	167
IPHONE 8 PLUS	YAPILAN DENEY SAYISI	7	64	7	6	84
	FİLTRE ANALİZ SAYISI TOPLAMI	7	75	7	6	95
TOPLAM		320	855	55	52	1282

Şekil-3.3. Deney ve filtre analiz sayısı.

Bazı sosyal medya uygulamalarında (Instagram ve Whatsapp) paylaşılan görüntüler üzerinde şüpheli kamera tespitine yönelik yapılan çalışmalarda; daha önce çekilen videolardan bazıları Whatsapp ve Instagram uygulamasından mesaj yoluyla ve Instagramdan reels olarak paylaşılarak bu kapsamda, beş adet cep telefonu ile 24 adet deney yapılmış ve yapılan deneyler sonucunda 31 adet analiz sonucu ortaya çıkmıştır (Ek-2).

Bu bölümde, şüpheli kamera tespitine yönelik tüm cihazlarla; normal koşullarda (herhangi bir müdahale olmadan), kaynak analizi sonucuna etki edebileceği değerlendirilen bazı faktörler doğrultusunda yapılan deneyler, Whatsapp ve Instagram uygulamalarında paylaşılan videoların kaynak analizine yönelik yapılan deneyler ve farklı kameralardan çekim yapılan videoların mukayeselerine yönelik yapılan deneyler ve deneylerin analiz sonuçlarından bahsedilmiştir. Ayrıca bu kısımda sadece Samsung marka J7 model cep telefonu ile yapılan deneyler ve deneylere ilişkin sonuçları gösteren tablolar eklenmiştir. Aynı deneyler ve cihazlara özel kaynak analizi sonuçlarına etki edebileceği değerlendirilen faktörlere göre deneyler diğer cihazlar içinde uygulanmış ve sonuçları analiz edilmiştir. Bu kapsamda, diğer cihazlardan normal koşullarda yapılan deneylerin sonuçlarına ilişkin tablolar Şekil-3.1.'de, kaynak analizi sonucuna etki edebileceği değerlendirilen bazı faktörlere göre diğer cihazlar için yapılan deneylere ilişkin tablo sonuçları Ek-1'de, Whatsapp ve Instagram uygulamalarında paylaşılan görüntülere ilişkin tablo sonuçları ise Ek-2'de gösterilmiştir.

3.1. Samsung Marka J7 Model Telefon Kamerası ile Çekilen Görüntü Kayıtları Üzerinde Şüpheli Kamera Tespitine Yönelik Yapılan Çalışmalar

3.1.1. Normal Koşullarda (Herhangi Bir Müdahale Olmadan) Yapılan Çekimler

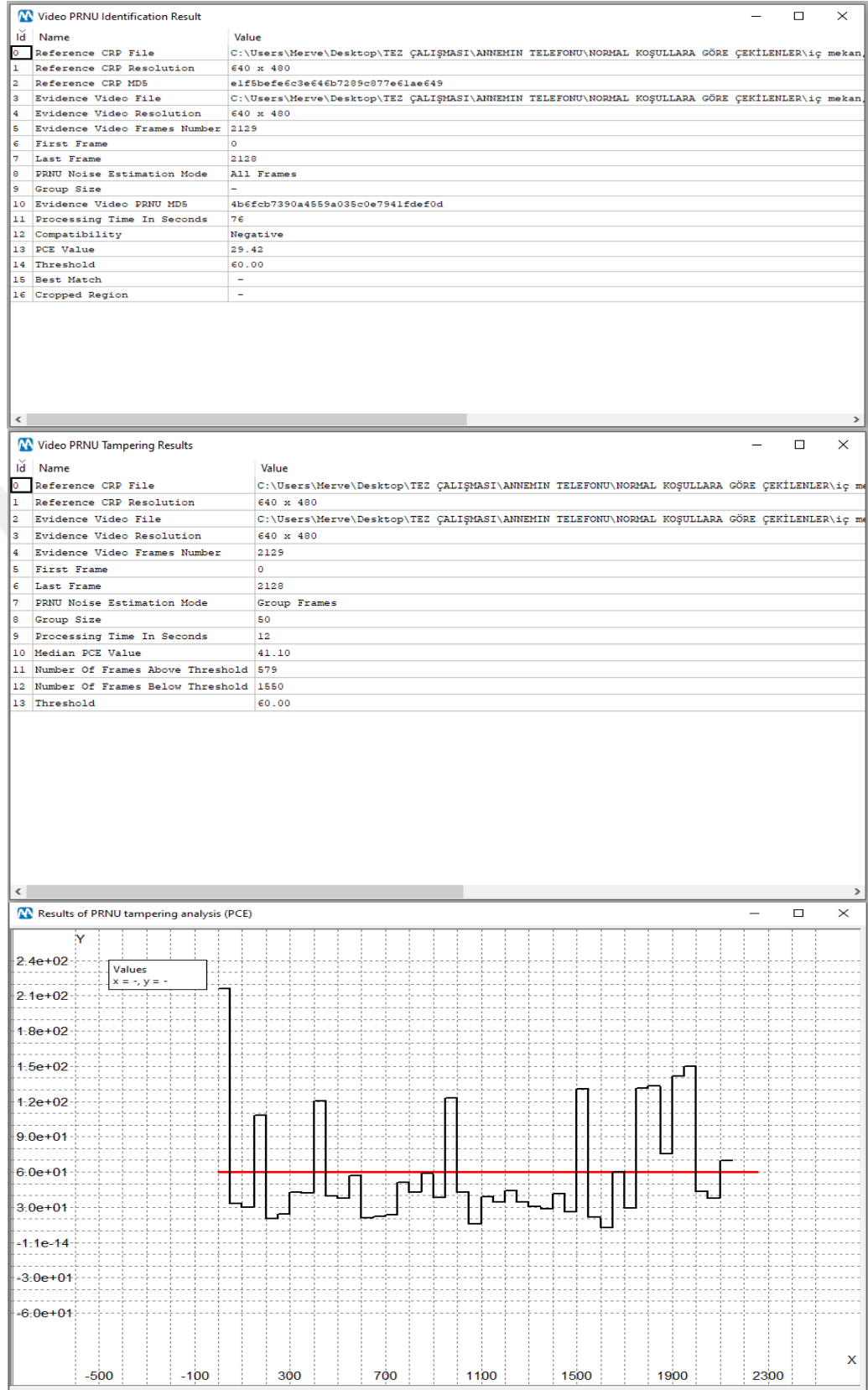
Samsung marka J7 model telefon kamerası ile iç ve dış ortamda, akşam ve gündüz koşullarında, karanlıkta, kameranin yatay ve dikey çekim konumlarında, 1280x720, 1920x1080 ve 3840x2160 çözünürlüklerinde, kameranin zoom özelliği kullanılarak, kamera hareket ettirilerek ve sabit tutularak el ile tripod kullanılmadan kanıt videoları ile referans videoları çekilmiştir. Çekimlerde iç ortamlarda duvar, dış ortamlarda gökyüzü referans olarak kullanılmıştır.

Yapılan deneyler neticesinde iç ortamda, akşam koşullarında, kamera hareket ettirilmeden (el ile çekilen) kamera yatay çekim konumunda ve 640x480 çözünürlüğündeki

kanıt videosunun analizi hariç olmak üzere diğer tüm videoların Amped Authenticate yazılımındaki kaynak analizi “Pozitif” sonuçlanmıştır. Yani kanıt olarak çekilen videolar referans video modelleri ile uyumluluk göstermiş ve aynı kamera sensörü tarafından çekildiği sonucuna ulaşılmıştır.

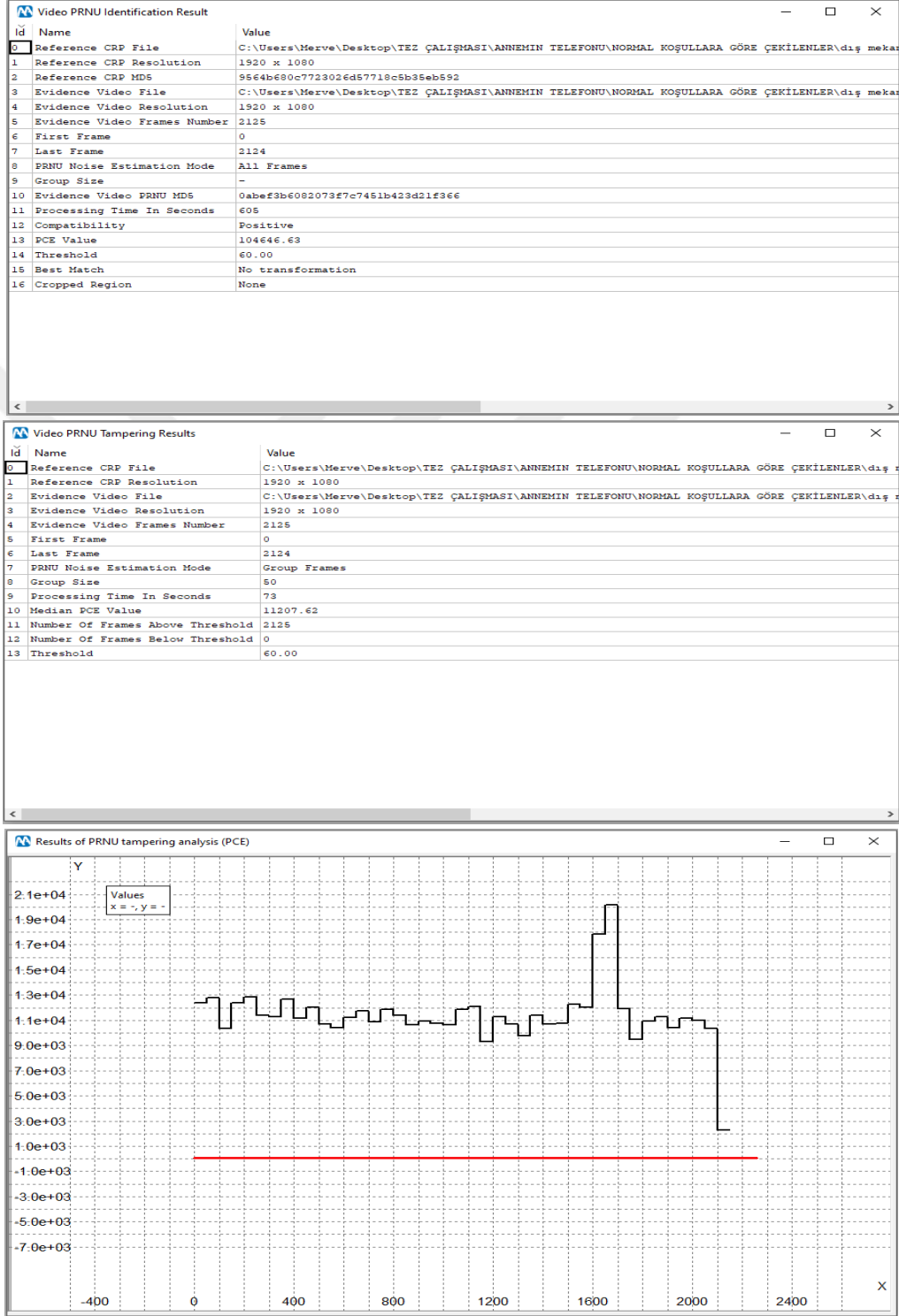
Uyumluluk göstermeyen, “Negatif” sonuçlanan video kaynak analiz sonucu ile “Pozitif” sonuçlanan kaynak analiz sonuçlarından birkaçı Şekil-3.1., Şekil-3.2. ve Şekil-3.3.’te gösterilmektedir.

- İç ortamda, akşam koşullarında, kamera hareket ettirilmeden (el ile çekilen) kamera yatay çekim konumunda ve 640x480 çözünürlüğündeki kanıt videosunun kaynak analizi sonucu Şekil-3.4.’te gösterilmektedir.



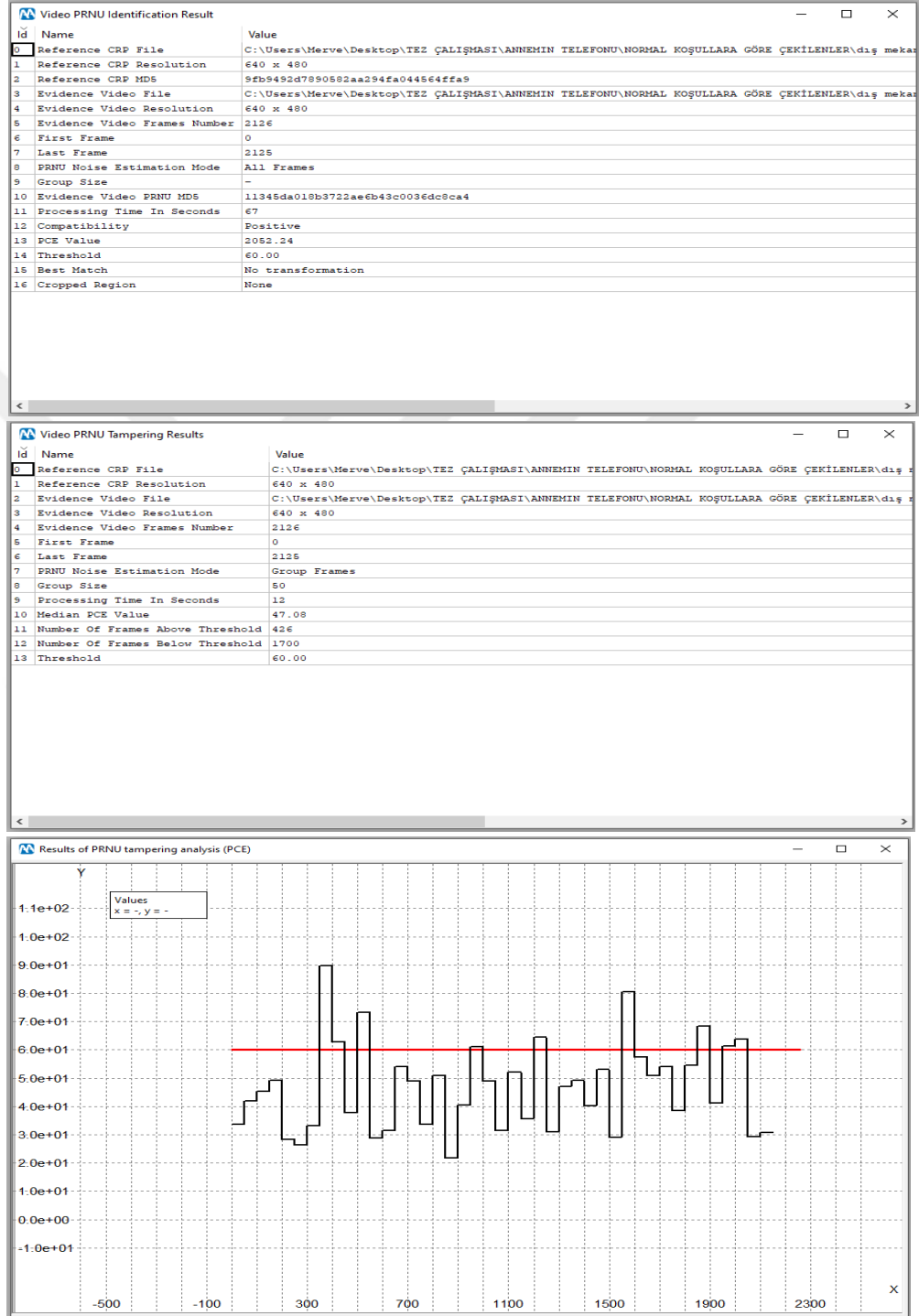
Şekil-3.4. Referans video modeli ile kanıt videosunun kaynak analizi mukayesesine yönelik analiz sonuçları.

- Dış ortamda, akşam koşullarında, kamera hareket ettirilmeden (el ile çekilen) kamera yatay çekim konumunda ve 1920x1080 çözünürlüğündeki kanıt videosunun kaynak analizi sonucu Şekil-3.5.'te gösterilmektedir.



Şekil-3.5. Referans video modeli ile kanıt videosunun kaynak analizi mukayesesine yönelik analiz sonuçları.

- Dış ortamda, gündüz koşullarında, kamera hareket ettirilerek, kamera yatay çekim konumunda ve 640x480 çözünürlüğündeki kanıt videosunun kaynak analizi sonucu Şekil-3.6.'da gösterilmektedir.



Şekil-3.6. Referans video modeli ile kanıt videosunun kaynak analizi mukayesesine yönelik analiz sonuçları.

3.1.2. Kaynak Analizi Sonucuna Etki Edebileceği Değerlendirilen Bazı Faktörlere Göre Yapılan Çekimler

3.1.2.1. Adobe Premiere Yazılımı Kullanılarak Samsung Marka J7 Model Telefon Kamerası ile Çekilen Görüntülerin Birbirlerinin İçine Eklenmesiyle Oluşturulan Yeni Videoların Kaynak Analizi

Bu deney ile amaçlanan; aynı ve farklı kameralardan çekimi yapılan kanıt videolarının Adobe Premiere yazılımında birbirleri içine eklenerek oluşturulan yeni videoların aynı sensörden çekilip çekilmediği sonucunu gösteren uygunluk (compatibility) denetiminde ortaya çıkan sonucu test etmekle birlikte “Video PRNU Identification Result” ile “Video PRNU Tampering Result” tablolarındaki tüm sonuçları analiz etmektir.

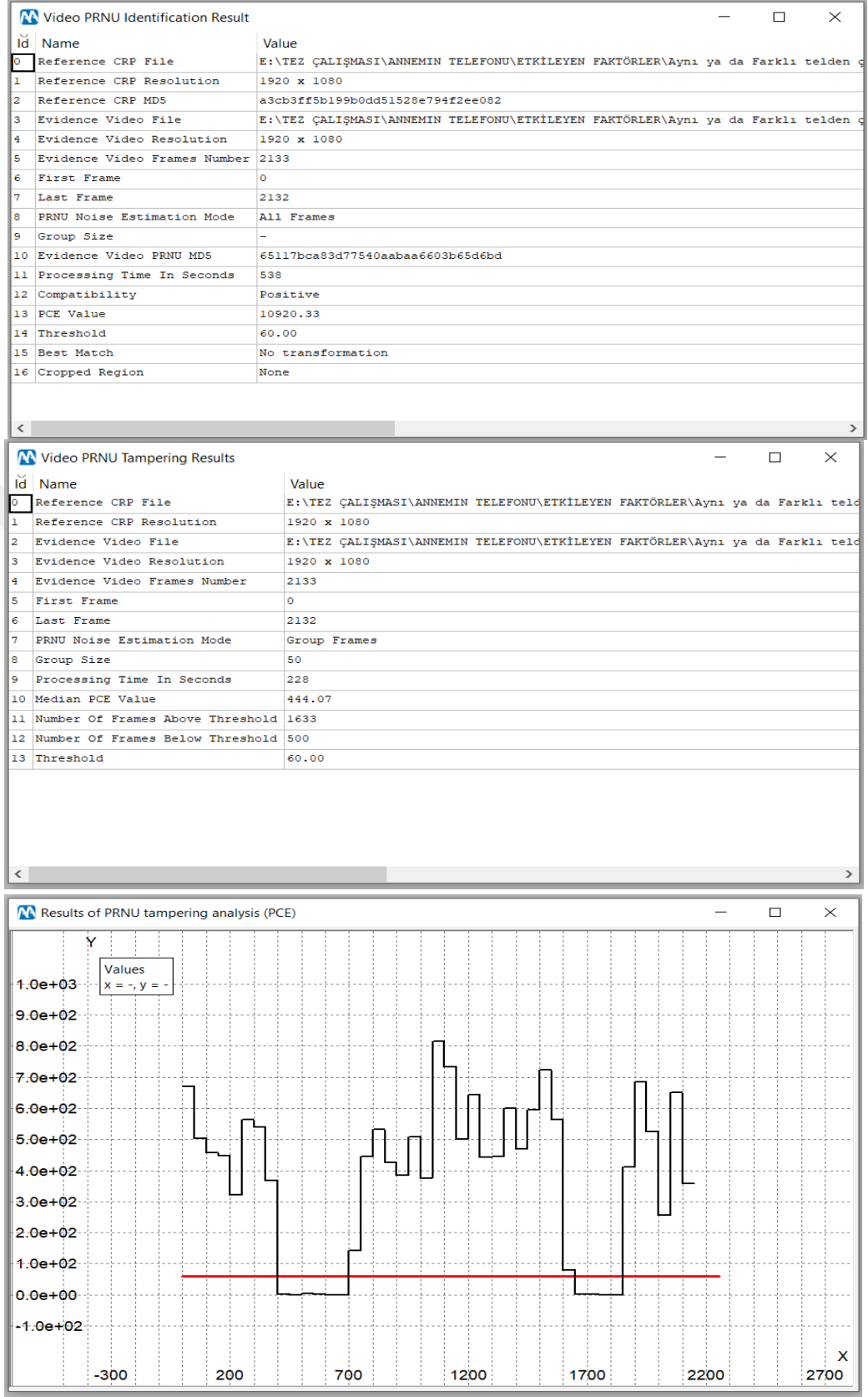
Bu kapsamda yapılan deneyler şu şekildedir:

- İç ve dış ortamda, gündüz koşullarında, kamera yatay ve dikey çekim konumunda, 1920x1080 çözünürlüğündeki iki ayrı video Adobe Premiere yazılımında birbirinin içine eklenerek 1920x1080 çözünürlüğünde yeni bir video oluşturuldu. Bu yeni video, orijinal iki referans video modeli (referans-1 ve referans-2) ile mukayese edildi. Her iki mukayese sonucunda kaynak analizi “Pozitif” olarak sonuçlandı. Yani Adobe Premiere’de birbiri içine eklenerek oluşturulan yeni videonun harici bu değişimden etkilenmediği, görüntülerin aynı sensör tarafından çekildiği sonucunu göstermektedir.

Referans-1: Dış ortamda, gündüz koşullarında, kamera yatay çekim konumunda çekilen, 1920x1080 çözünürlüğünde gökyüzü videosu.

Referans-2: İç ortamda, gündüz koşullarında, kamera dikey konumunda çekilen, 1920x1080 çözünürlüğünde duvar videosu.

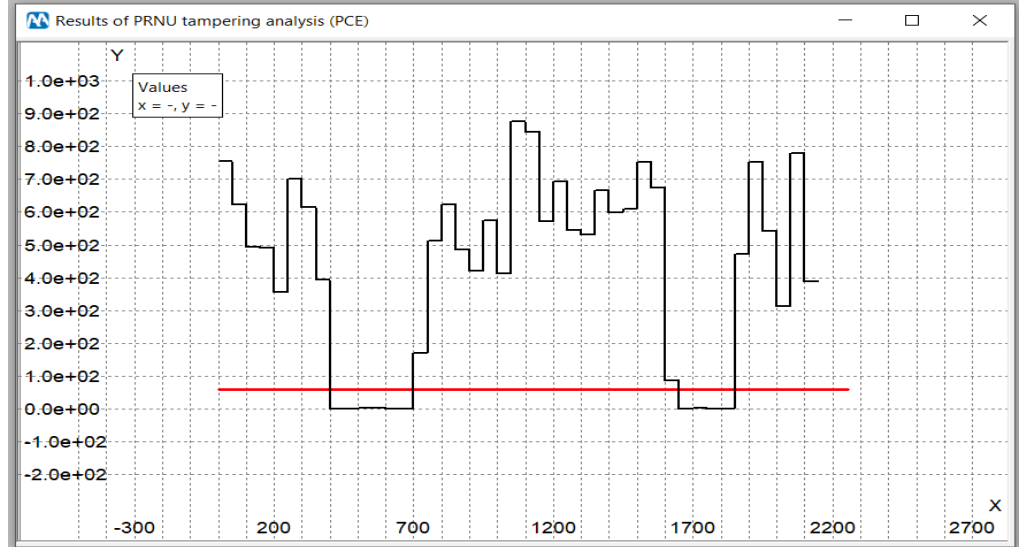
Analiz sonuçları Şekil-3.7. ve Şekil-3.8.’de gösterilmektedir.



Şekil-3.7. Referans-1 ile yeni oluşturulan videonun kaynak analizi mukayesesine yönelik analiz sonuçları.

Video PRNU Identification Result		
Id	Name	Value
0	Reference CRP File	E:\TEZ ÇALIŞMASI\ANNEMİN TELEFONU\ETKİLEYEN FAKTÖRLER\Aynı ya da Farklı telden g
1	Reference CRP Resolution	1920 x 1080
2	Reference CRP MD5	8b120bbd7586eea2488b80723765aaf0
3	Evidence Video File	E:\TEZ ÇALIŞMASI\ANNEMİN TELEFONU\ETKİLEYEN FAKTÖRLER\Aynı ya da Farklı telden g
4	Evidence Video Resolution	1920 x 1080
5	Evidence Video Frames Number	2133
6	First Frame	0
7	Last Frame	2132
8	PRNU Noise Estimation Mode	All Frames
9	Group Size	-
10	Evidence Video PRNU MD5	65117bca83d77540aaba6603b65d6bd
11	Processing Time In Seconds	437
12	Compatibility	Positive
13	PCE Value	13009.22
14	Threshold	60.00
15	Best Match	No transformation
16	Cropped Region	None

Video PRNU Tampering Results		
Id	Name	Value
0	Reference CRP File	E:\TEZ ÇALIŞMASI\ANNEMİN TELEFONU\ETKİLEYEN FAKTÖRLER\Aynı ya da Farklı teld
1	Reference CRP Resolution	1920 x 1080
2	Evidence Video File	E:\TEZ ÇALIŞMASI\ANNEMİN TELEFONU\ETKİLEYEN FAKTÖRLER\Aynı ya da Farklı teld
3	Evidence Video Resolution	1920 x 1080
4	Evidence Video Frames Number	2133
5	First Frame	0
6	Last Frame	2132
7	PRNU Noise Estimation Mode	Group Frames
8	Group Size	50
9	Processing Time In Seconds	54
10	Median PCE Value	494.04
11	Number Of Frames Above Threshold	1633
12	Number Of Frames Below Threshold	500
13	Threshold	60.00



Şekil-3.8. Referans-2 ile yeni oluşturulan videonun kaynak analizi mukayesesine yönelik analiz sonuçları.

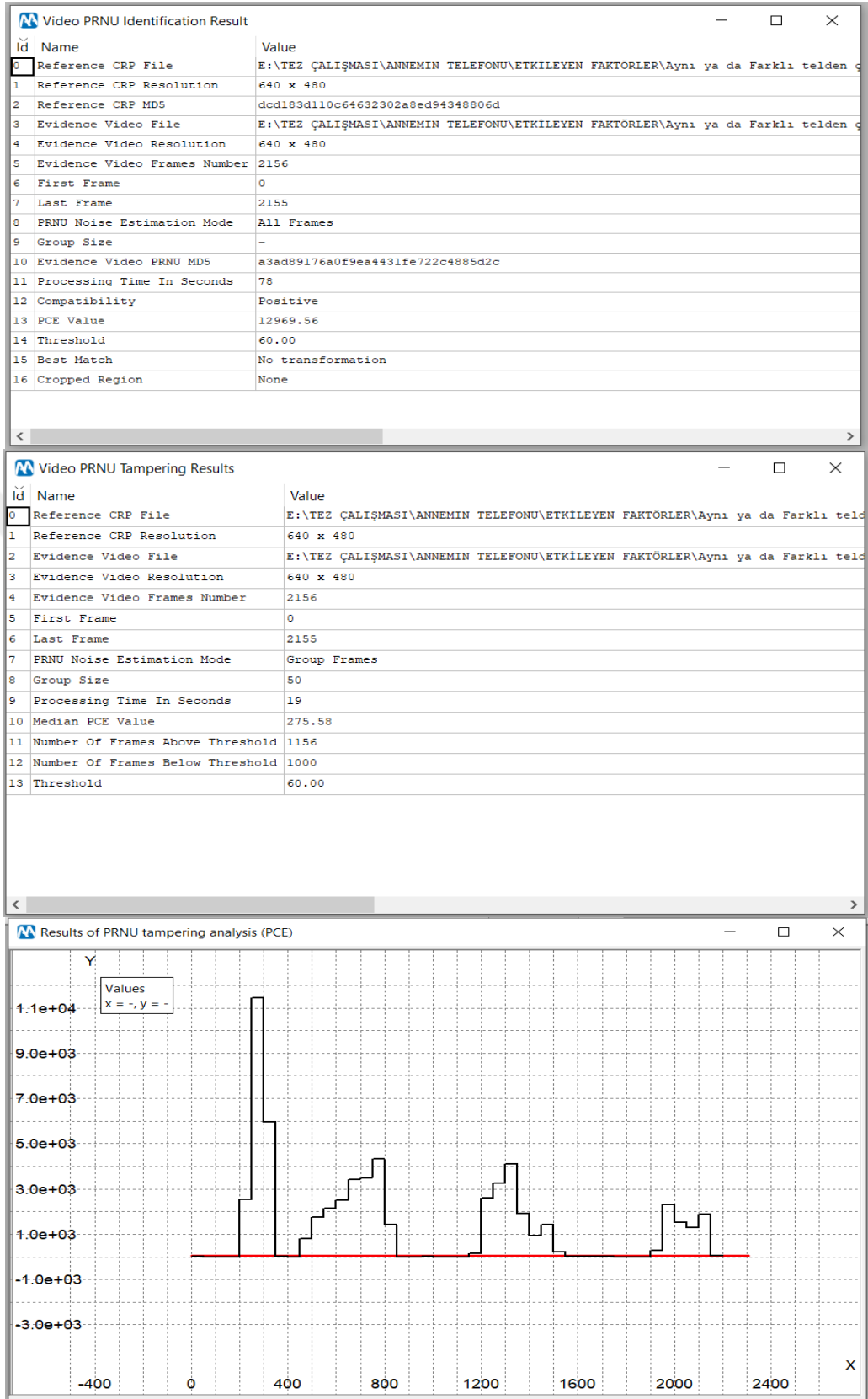
- Dış ortamda, gündüz ve akşam koşullarında, kamera hareket ettirilerek, yatay konumda çekilen, 640x480 ve 1280x720 çözünürlüğündeki iki ayrı video Adobe Premiere yazılımında birbiri içine eklenerek 640x480 ve 1920x1080 çözünürlüğünde iki ayrı video oluşturuldu.

- Birbiri içine eklenerek yeniden oluşturulan 640x480 çözünürlüğündeki video ile 640x480 çözünürlüğündeki referans video modelinin kamera uygunluk (compatibility) test sonucu “Pozitif” sonuçlanmıştır. Yani aynı kaynaktan çekilen 640x480 ile 1280x720 çözünürlüklerindeki videoların birleşimiyle oluşturulan 640x480 çözünürlüğündeki yeni video, 640x480 çözünürlüğündeki referans video modeli ile aynı sensörden çekildikleri sonucu ile Adobe Premierede yapılan bu harici müdahaleden etkilenmediği sonucunu göstermektedir.

Ayrıca aşağıda gösterilen “Video PRNU Tampering Result” tablosunda 60 eşiğinin altında kalan karelerin, birbiri içine eklenen videoların eklendikleri bölümlerin yaklaşık olarak kare değerlerini gösterdiği gözlemlenmiştir.

Referans video: Dış ortamda, akşam koşullarında, kamera hareket ettirilerek ve yatay çekim konumunda çekilen, 640x480 çözünürlüğündeki gökyüzü videosu.

Analiz sonuçları Şekil-3.9.’da gösterilmektedir.



Şekil-3.9. Referans video modeli ile kanıt videosunun kaynak analizi mukayesesine yönelik analiz sonuçları.

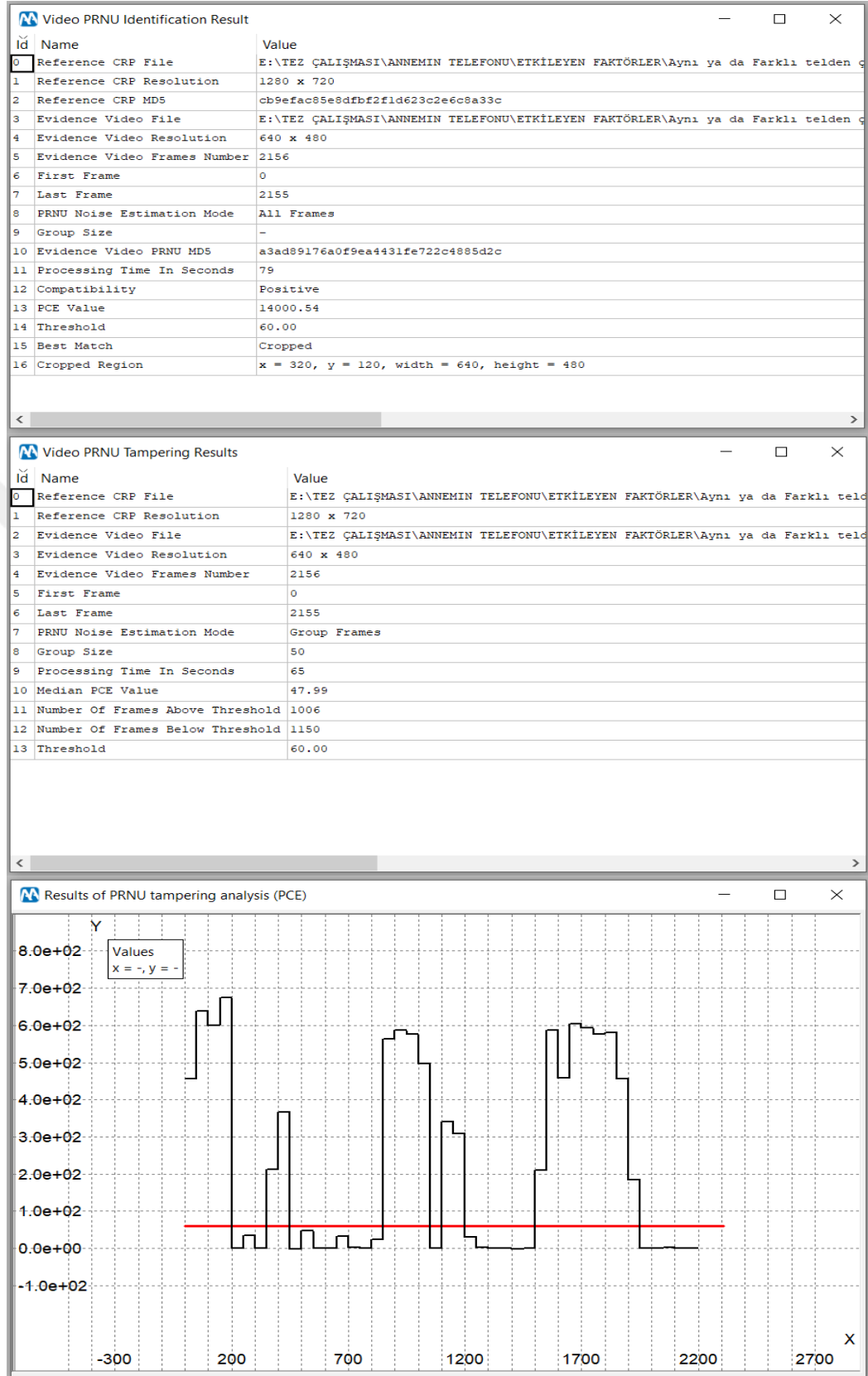
- Birbiri içine eklenerek yeniden oluşturulan 640x480 çözünürlüğündeki video ile 1280x720 çözünürlüğündeki referans video modelinin kamera uygunluk (compatibility) test sonucu “Pozitif” sonuçlanmıştır. Yani aynı kaynaktan çekilen 640x480 ile 1280x720 çözünürlüklerindeki videoların birleşimiyle oluşturulan 640x480 çözünürlüğündeki video, 1280x720 çözünürlüğündeki referans video ile aynı sensörden çekildikleri sonucu ile Adobe Premierde yapılan bu harici müdahaleden etkilenmediği sonucunu göstermektedir.

Ancak “Video PRNU Identification Result” tablosunun ‘Best Match’ bölümünde “Cropped” uyarısı vererek “Croppin Region” bölümünde de bu alana ait “x, y, width ve height” değerleri yer almaktadır. Bunun sebebinin ise, referans video çözünürlüğünün sonradan oluşturulan videonun çözünürlüğünden büyük olmasından kaynaklandığı değerlendirilmektedir.

Ayrıca “Video PRNU Tampering Result” tablosunda 60 eşiğinin altında kalan karelerin birbiri içine eklenen videoların eklendikleri bölümlerinin yaklaşık olarak kare değerlerini gösterdiği gözlemlenmiştir.

Referans video: Dış ortamda, gündüz koşullarında, kamera hareket ettirilerek ve yatay çekim konumda çekilen, 1280x720 çözünürlüğündeki gökyüzü videosu.

Analiz sonuçları Şekil-3.10.’da gösterilmektedir.



Şekil-3.10. Referans video modeli ile yeni oluşturulan videonun kaynak analizi mukayesesine yönelik analiz sonuçları.

- Birbiri içine eklenerek oluşturulan 1920x1080 çözünürlüğündeki video ile 640x480 çözünürlüğündeki referans video modelinin kamera uygunluk (compatibility) test sonucu “Negatif” sonuçlanmıştır. Yani aynı kaynaktan çekilen 640x480 ile 1280x720 çözünürlüklerindeki videoların birleşimiyle oluşturulan 1920x1080 çözünürlüğündeki video, yine aynı kaynaktan çekilen referans video modeli ile mukayesesi uyumsuz sonuçlanmıştır. Dolayısıyla kaynak analizi uygunluk sonucunun negatif çıkmasından kaynaklı olarak tüm kareler 60 eşişinin (Threshold Value) altında kalmıştır.

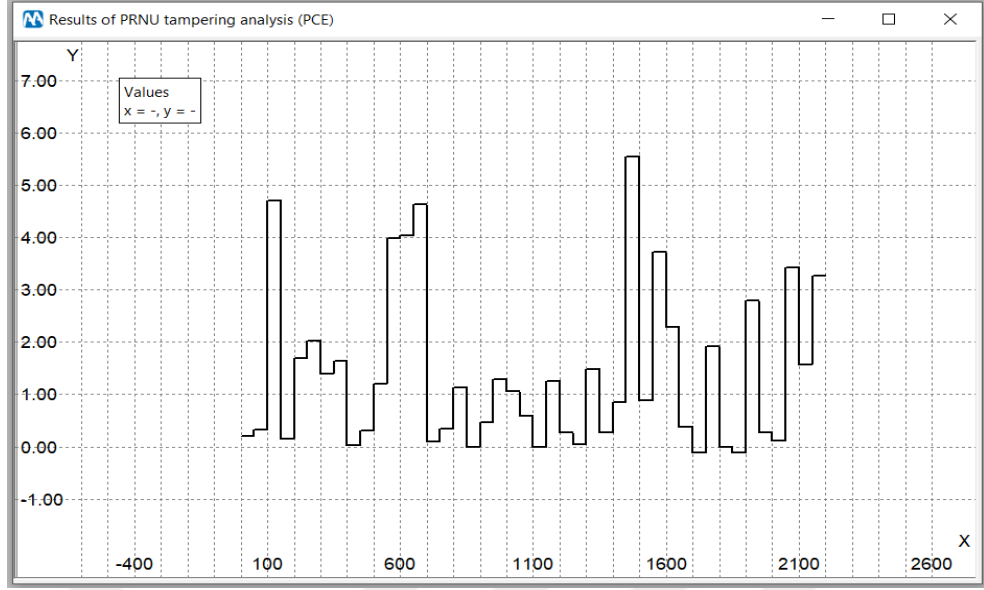
Referans video: Dış ortamda, akşam koşullarında, kamera hareket ettirilerek ve yatay çekim konumunda çekilen 640x480 çözünürlüğündeki gökyüzü videosu.

Analiz sonuçları Şekil-3.11. ve Şekil-3.12.’de gösterilmektedir.

Video PRNU Identification Result		
Id	Name	Value
0	Reference CRP File	E:\TEZ ÇALIŞMASI\ANNEMİN TELEFONU\ETKİLEYEN FAKTÖRLER\Aynı ya da Farklı telden c
1	Reference CRP Resolution	640 x 480
2	Reference CRP MD5	dcd183d110c64632302a8ed94348806d
3	Evidence Video File	E:\TEZ ÇALIŞMASI\ANNEMİN TELEFONU\ETKİLEYEN FAKTÖRLER\Aynı ya da Farklı telden c
4	Evidence Video Resolution	1920 x 1080
5	Evidence Video Frames Number	2153
6	First Frame	0
7	Last Frame	2152
8	PRNU Noise Estimation Mode	All Frames
9	Group Size	-
10	Evidence Video PRNU MD5	9413f127a49b529c8c5940d4dbac5c1f
11	Processing Time In Seconds	547
12	Compatibility	Negative
13	PCE Value	0.91
14	Threshold	60.00
15	Best Match	-
16	Cropped Region	-

Video PRNU Tampering Results		
Id	Name	Value
0	Reference CRP File	E:\TEZ ÇALIŞMASI\ANNEMİN TELEFONU\ETKİLEYEN FAKTÖRLER\Aynı ya da Farklı teld
1	Reference CRP Resolution	640 x 480
2	Evidence Video File	E:\TEZ ÇALIŞMASI\ANNEMİN TELEFONU\ETKİLEYEN FAKTÖRLER\Aynı ya da Farklı teld
3	Evidence Video Resolution	1920 x 1080
4	Evidence Video Frames Number	2153
5	First Frame	0
6	Last Frame	2152
7	PRNU Noise Estimation Mode	Group Frames
8	Group Size	50
9	Processing Time In Seconds	74
10	Median PCE Value	1.06
11	Number Of Frames Above Threshold	0
12	Number Of Frames Below Threshold	2153
13	Threshold	60.00

Şekil-3.11. Referans video modeli ile yeni oluşturulan videonun kaynak analizi mukayesesine yönelik analiz sonuçları.

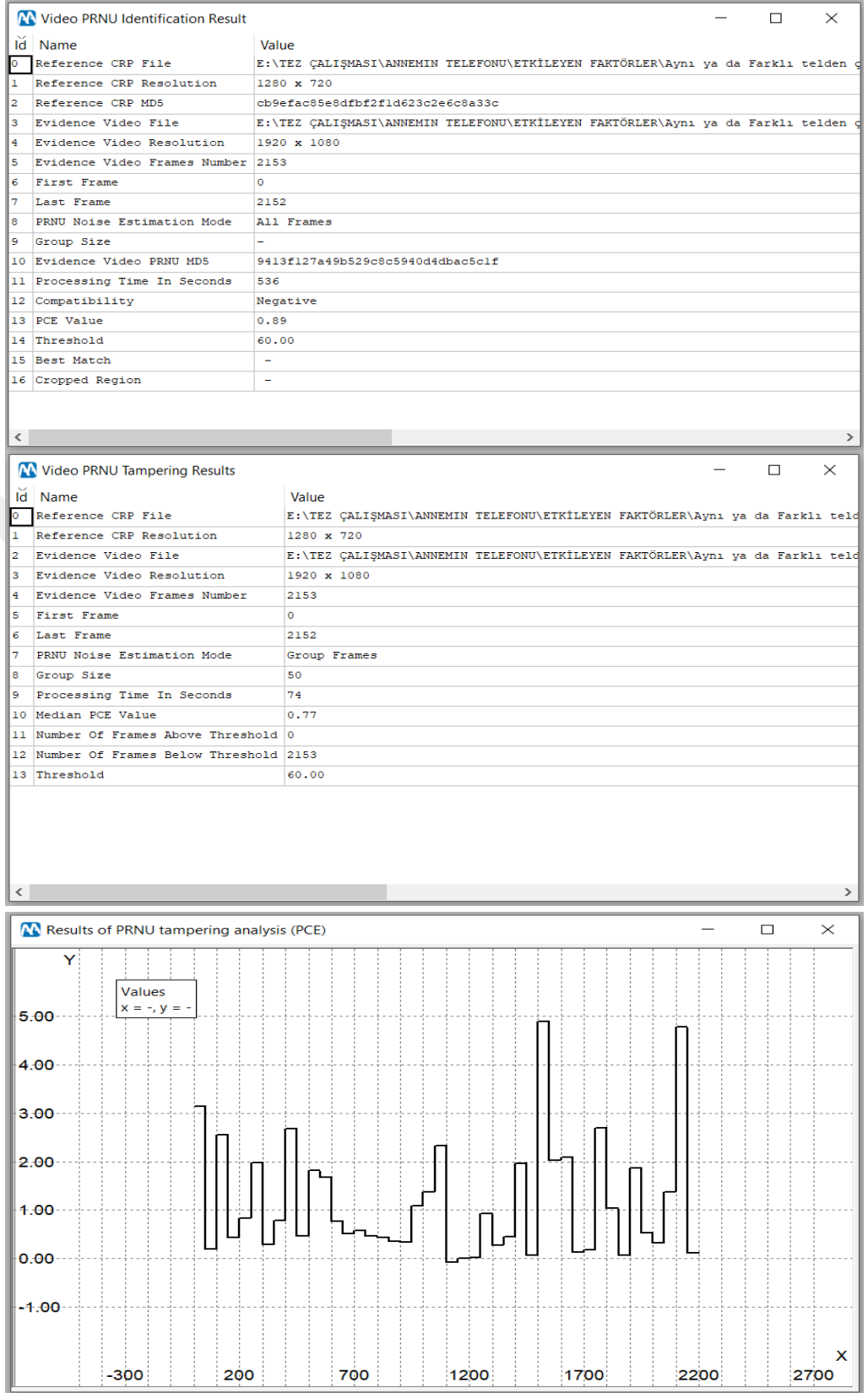


Şekil-3.12. Referans video modeli ile yeni oluşturulan videonun kaynak analizi mukayesesine yönelik analiz sonucu.

- Birbiri içine eklenerek yeniden oluşturulan 1920x1080 çözünürlüğündeki video ile 1280x720 çözünürlüğündeki referans video modelinin kaynak analizinde kamera uygunluk (compatibility) test sonucu “Negatif” sonuçlanmıştır. Yani aynı kaynaktan çekilen 640x480 ile 1280x720 çözünürlüklerindeki videoların birleşimiyle oluşturulan 1920x1080 çözünürlüğündeki video, 1280x720 çözünürlüğündeki referans video ile mukayesesini uyumsuz sonuçlanarak tüm kareler 60 eşliğinin (Threshold Value) altında kalmıştır.

Referans video: Dış ortamda, gündüz koşullarında, kamera hareket ettirilerek ve yatay çekim konumunda çekilen, 1280x720 çözünürlüğünde gökyüzü videosu.

Analiz sonuçları Şekil-3.13.’te gösterilmektedir.



Şekil-3.13. Referans video modeli ile yeni oluşturulan videonun kaynak analizi mukayesesine yönelik analiz sonuçları.

- Samsung marka J7 model cep telefonu ile iç ortamda, akşam koşullarında, kamera yatay çekim konumunda, 640x480 çözünürlüğünde çekim yapıp kamera uygunluk sonucu daha önce pozitif sonuçlanan kanıt videosu, Whatsapp ile başka bir telefona mesaj atılarak paylaşıldı. Paylaşılan bu videonun çeşitli bölümleri Adobe Premiere yazılımı ile orijinal kanıt videosuna eklenerek 640x480 çözünürlüğünde yeni bir video oluşturuldu. Oluşturulan bu video, orijinal referans video modeliyle mukayese edildi.

Whatsapta paylaşıldıktan sonra orijinal kanıt videosunun içine eklenerek oluşturulan 640x480 çözünürlüğündeki video ile 640x480 çözünürlüğündeki orijinal referans video modelinin kaynak analizinde, kamera uygunluk (compatibility) test sonucu “Pozitif” sonuçlanmıştır.

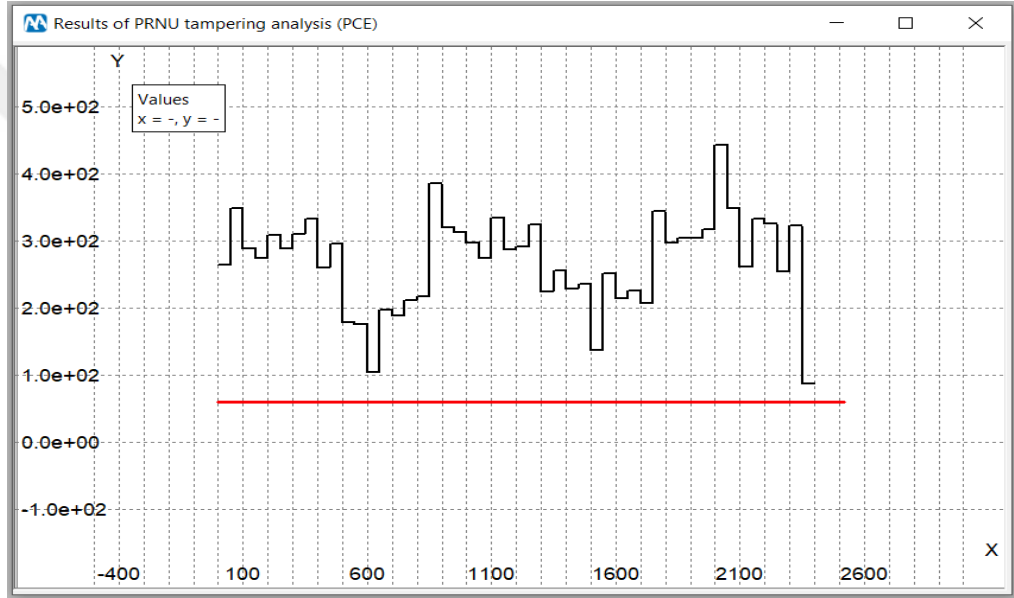
Referans video: İç ortamda, akşam koşullarında, kamera yatay çekim konumunda çekilen, 640x480 çözünürlüğündeki duvar videosu.

Analiz sonuçları Şekil-3.14. ve Şekil-3.15.’te gösterilmektedir.

Video PRNU Identification Result		
Id	Name	Value
0	Reference CRP File	E:\TEZ ÇALIŞMASI\ANNEMİN TELEFONU\ETKİLEYEN FAKTÖRLER\Aynı ya da Farklı telden g
1	Reference CRP Resolution	640 x 480
2	Reference CRP MD5	080c266de01c285clacd97206e2e3b4c
3	Evidence Video File	E:\TEZ ÇALIŞMASI\ANNEMİN TELEFONU\ETKİLEYEN FAKTÖRLER\Aynı ya da Farklı telden g
4	Evidence Video Resolution	640 x 480
5	Evidence Video Frames Number	2364
6	First Frame	0
7	Last Frame	2363
8	PRNU Noise Estimation Mode	All Frames
9	Group Size	-
10	Evidence Video PRNU MD5	ecb208c9e5f468c867f519ed15c81af5
11	Processing Time In Seconds	159
12	Compatibility	Positive
13	PCE Value	363.65
14	Threshold	60.00
15	Best Match	No transformation
16	Cropped Region	None

Şekil-3.14. Referans video modeli ile yeni oluşturulan videonun kaynak analizi mukayesesine yönelik analiz sonucu.

Video PRNU Tampering Results		
Id	Name	Value
0	Reference CRP File	E:\TEZ ÇALIŞMASI\ANNEMİN TELEFONU\ETKİLEYEN FAKTÖRLER\Aynı ya da Farklı telden
1	Reference CRP Resolution	640 x 480
2	Evidence Video File	E:\TEZ ÇALIŞMASI\ANNEMİN TELEFONU\ETKİLEYEN FAKTÖRLER\Aynı ya da Farklı telden
3	Evidence Video Resolution	640 x 480
4	Evidence Video Frames Number	2364
5	First Frame	0
6	Last Frame	2363
7	PRNU Noise Estimation Mode	Group Frames
8	Group Size	50
9	Processing Time In Seconds	43
10	Median PCE Value	288.12
11	Number Of Frames Above Threshold	2364
12	Number Of Frames Below Threshold	0
13	Threshold	60.00



Şekil-3.15. Referans video modeli ile yeni oluşturulan videonun kaynak analizi mukayesesine yönelik analiz sonuçları.

3.1.2.2. Adobe Premiere Yazılımı Kullanılarak Farklı Marka/Model Kamera Çekimlerinin Birbirlerinin İçine Eklenmesiyle Oluşturulan Yeni Videoların Kaynak Analizi

- Samsung marka J7 model cep telefonu ile dış ortamda, akşam koşullarında, kamera yatay konumda ve hareket ettirilerek çekilen 1920x1080 çözünürlüğündeki kanıt videosu ile Canon EOS 70D fotoğraf makinası ile dış ortamda, akşam koşullarında, kamera yatay konumda, tripodla çekilen 1920x1080 çözünürlüğündeki kanıt videosu, Adobe Premiere yazılımı kullanılarak biri diğerinin içine belirli bölümlerinden kesilerek eklendi. Bu ekleme

sonucunda 1920x1080 çözünürlüğünde *.mp4 ve *.m4v uzantılı iki adet video oluşturuldu. Oluşturulan bu videolar, orijinal referans video modelleriyle ayrı ayrı mukayese edildi.

- Birbiri içine eklenerek yeniden oluşturulan farklı uzantılardaki (*.mp4 ve *.m4v) bu videoların Samsung marka J7 model cep telefonu ve Canon Eos 70D fotoğraf makinası ile çekilen referans video modelleriyle mukayesesinde, kaynak analizi uygunluk sonucu “Pozitif” sonuçlanmıştır.

Ayrıca Amped Authenticatede, “Results of PRNU Tampering Analysis (PCE)” tablosunda yer alan 60 threshold değerinin altında ve üstünde kalan (kırmızı çizginin altında ve üstünde kalan) karelerin, iç içe eklenerek oluşturulan videoların her kameranın kendi referans video modeline denk gelen bölümlerini gösteren karelerin yaklaşık olarak değeri olduğu Amped Five yazılımında video kareleri incelenerek gözlemlenmiştir.

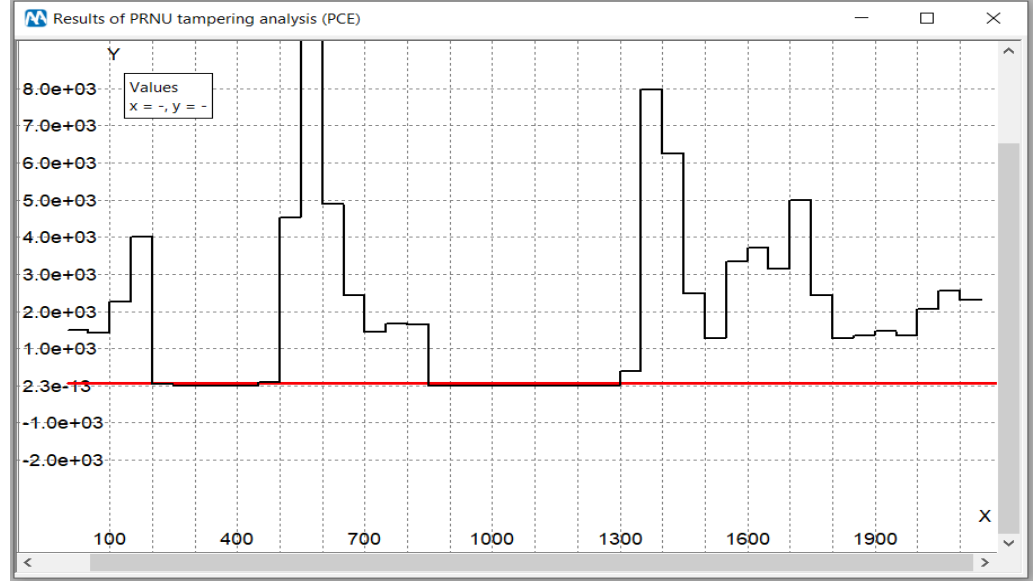
Referans-1: Samsung marka J7 model cep telefonu ile dış ortamda, akşam koşullarında çekimi yapılan 1920x1080 çözünürlüğünde gökyüzü videosu.

Referans-2: Canon Eos 70D fotoğraf makinası ile dış ortamda, akşam koşullarında çekimi yapılan 1920x1080 çözünürlüğünde gökyüzü videosu.

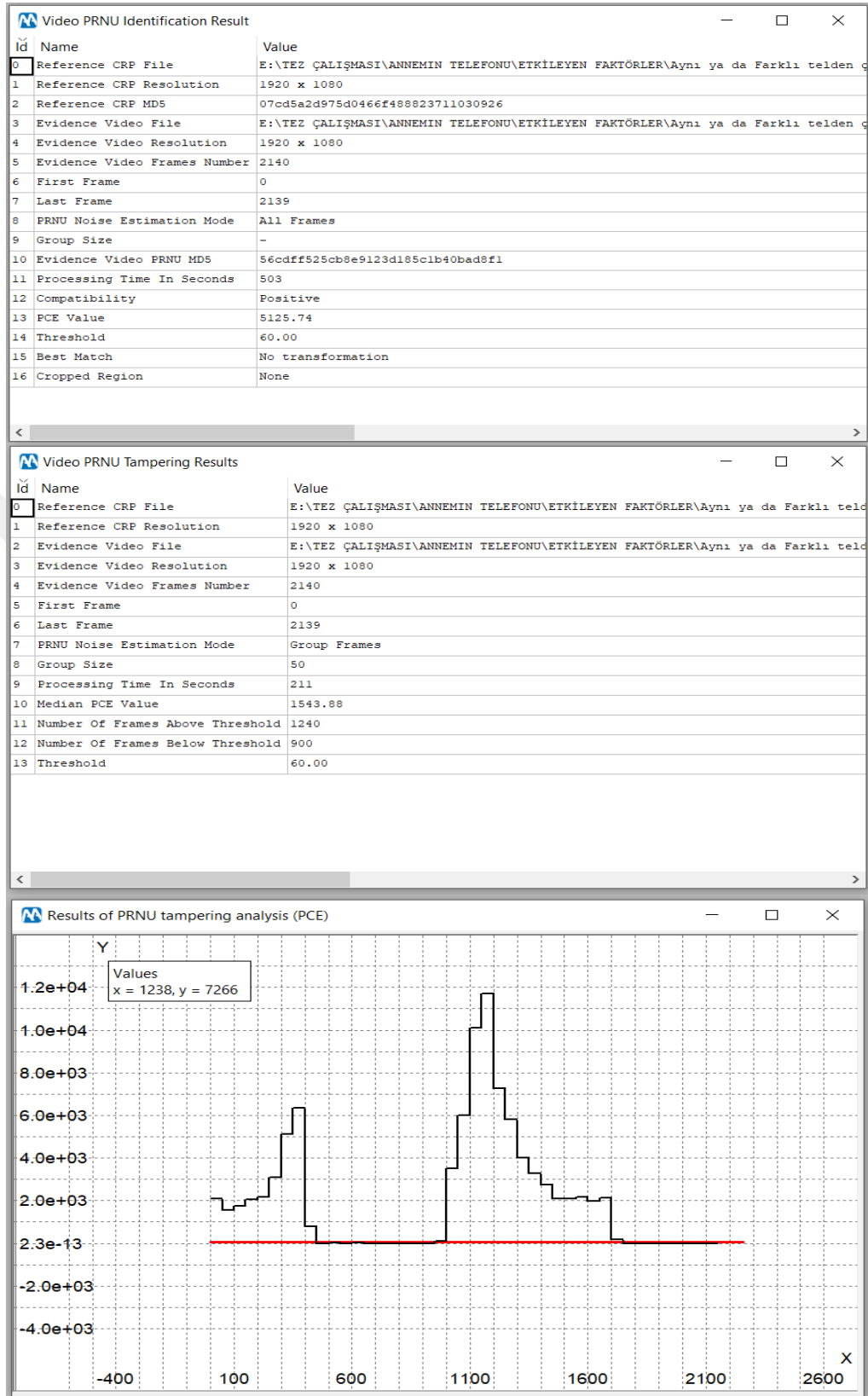
Analiz sonuçları Şekil-3.16.- Şekil-3.19.’da gösterilmektedir.

Video PRNU Identification Result		
Id	Name	Value
0	Reference CRP File	E:\TEZ ÇALIŞMASI\ANNEMİN TELEFONU\ETKİLEYEN FAKTÖRLER\Aynı ya da Farklı telden g
1	Reference CRP Resolution	1920 x 1080
2	Reference CRP MD5	07cd5a2d975d0466f488823711030926
3	Evidence Video File	E:\TEZ ÇALIŞMASI\ANNEMİN TELEFONU\ETKİLEYEN FAKTÖRLER\Aynı ya da Farklı telden g
4	Evidence Video Resolution	1920 x 1080
5	Evidence Video Frames Number	2140
6	First Frame	0
7	Last Frame	2139
8	PRNU Noise Estimation Mode	All Frames
9	Group Size	-
10	Evidence Video PRNU MD5	1e78645b6e06e13c3d25679cdf5ac9a3
11	Processing Time In Seconds	577
12	Compatibility	Positive
13	PCE Value	3613.25
14	Threshold	60.00
15	Best Match	No transformation
16	Cropped Region	None

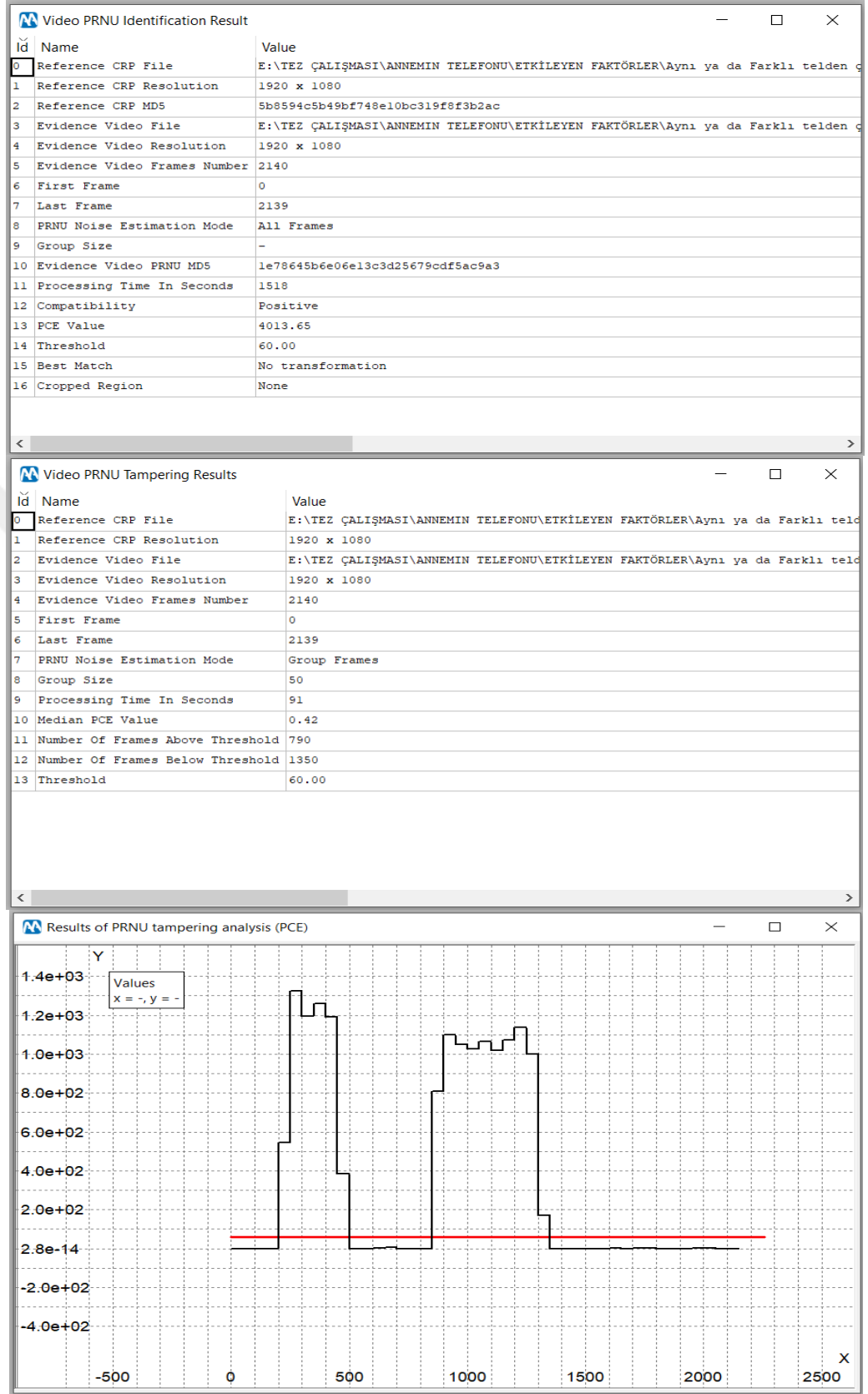
Video PRNU Tampering Results		
Id	Name	Value
0	Reference CRP File	E:\TEZ ÇALIŞMASI\ANNEMİN TELEFONU\ETKİLEYEN FAKTÖRLER\Aynı ya da Farklı teld
1	Reference CRP Resolution	1920 x 1080
2	Evidence Video File	E:\TEZ ÇALIŞMASI\ANNEMİN TELEFONU\ETKİLEYEN FAKTÖRLER\Aynı ya da Farklı teld
3	Evidence Video Resolution	1920 x 1080
4	Evidence Video Frames Number	2140
5	First Frame	0
6	Last Frame	2139
7	PRNU Noise Estimation Mode	Group Frames
8	Group Size	50
9	Processing Time In Seconds	59
10	Median PCE Value	1447.71
11	Number Of Frames Above Threshold	1440
12	Number Of Frames Below Threshold	700
13	Threshold	60.00



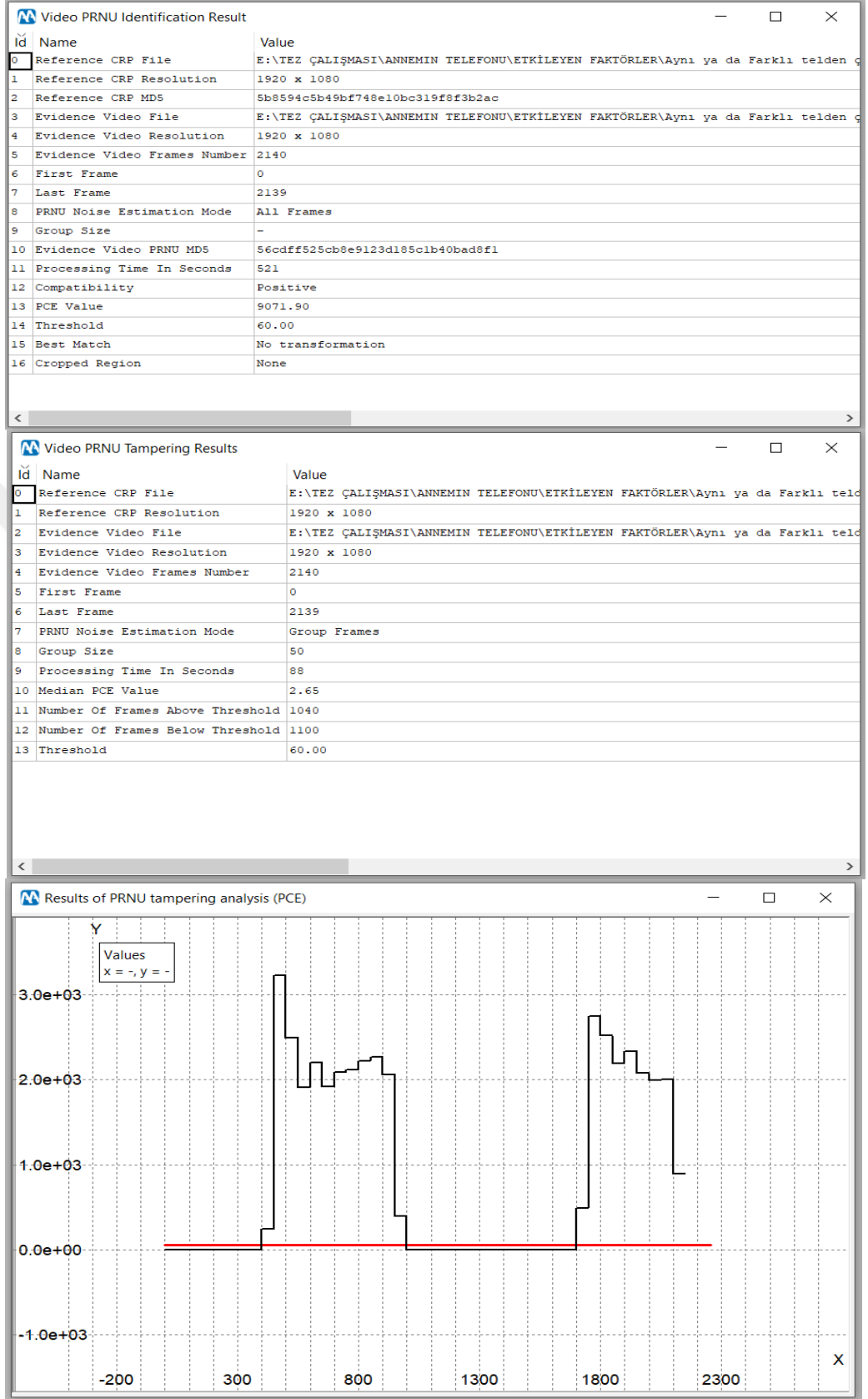
Şekil-3.16. Referans-1 ile *.mp4 uzantılı yeni oluşturulan videonun kaynak analizi mukayesesine yönelik analiz sonuçları.



Şekil-3.17. Referans-1 ile *.m4v uzantılı yeni oluşturulan videonun kaynak analizi mukayesesine yönelik analiz sonuçları.



Şekil-3.18. Referans-2 ile *.mp4 uzantılı yeni oluşturulan videonun kaynak analizi mukayesesine yönelik analiz sonuçları.



Şekil-3.19. Referans-2 ile *.m4v uzantılı yeni oluşturulan videonun kaynak analizi mukayesesine yönelik analiz sonuçları.

3.1.2.3. Adobe Premiere Yazılımı Kullanılarak Samsung Marka J7 Model Telefon Kamerası ile Çekilen Görüntünün Belirli Bölüm/Bölümlerinden Kırılmasıyla Oluşturulan Yeni Videonun Kaynak Analizi

Videonun kırılarak tekrar kaynak analizi uygunluk denetimine tabi tutulması şeklinde yapılan deneydeki amaç, daha önce kaynak analizi uygunluk sonucu pozitif olan görüntünün, bir yazılım müdahalesiyle kırılması sonucunda oluşacak yeni videonun Amped Authenticate yazılımı ile kaynak analizi sonuçlarını inceleyerek müdahaleden etkilenip etkilenmediğini test etmektir.

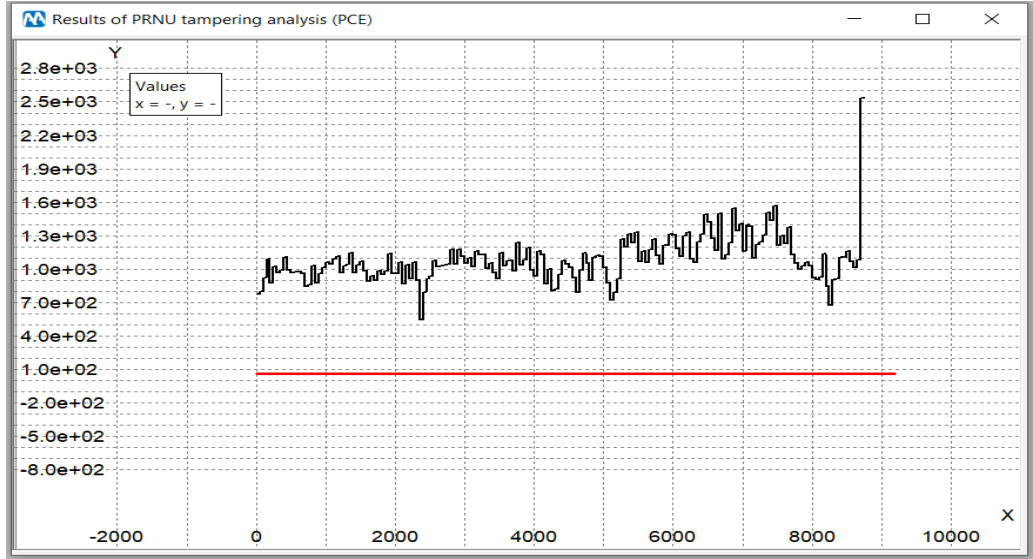
Samsung marka J7 model cep telefonu ile dış ortamda, gündüz koşullarında, yatay çekim konumunda, 1920x1080 çözünürlüğünde çekimi yapılan 07.01 dakika olan kanıt videosu, Adobe Premiere yazılımında kırılarak süresi 04.51 dakika olarak kısaltılıp 1920x1080 çözünürlüğünde yeniden oluşturuldu. Oluşturulan bu video ile referans video modeli mukayesesinde kaynak analizi “Pozitif” sonuçlanmıştır. Yani bu yazılım ile yapılan müdahalenin (videonun kırılmasının) cihaz analizi sonucunu olumsuz yönde etkilemediği tespit edilmiştir.

Referans video: Dış ortamda, gündüz koşullarında, yatay çekim konumunda, 1920x1080 çözünürlüğünde çekim yapılan gökyüzü videosu.

Analiz sonuçları Şekil-3.20.’de gösterilmektedir.

Video PRNU Identification Result		
Id	Name	Value
0	Reference CRP File	E:\TEZ ÇALIŞMASI\ANNEMİN TELEFONU,,\ETKİLEYEN FAKTÖRLER\'best match\' ve \'croppin
1	Reference CRP Resolution	1920 x 1080
2	Reference CRP MD5	f7dc8e9f544ba94d8cfd9884057d0082
3	Evidence Video File	E:\TEZ ÇALIŞMASI\ANNEMİN TELEFONU,,\ETKİLEYEN FAKTÖRLER\'best match\' ve \'croppin
4	Evidence Video Resolution	1920 x 1080
5	Evidence Video Frames Number	8732
6	First Frame	0
7	Last Frame	8731
8	PRNU Noise Estimation Mode	All Frames
9	Group Size	-
10	Evidence Video PRNU MD5	7077ae4a55d1da0c52c272fe6ea03aae
11	Processing Time In Seconds	1935
12	Compatibility	Positive
13	PCE Value	1440.53
14	Threshold	60.00
15	Best Match	No transformation
16	Cropped Region	None

Video PRNU Tampering Results		
Id	Name	Value
0	Reference CRP File	E:\TEZ ÇALIŞMASI\ANNEMİN TELEFONU,,\ETKİLEYEN FAKTÖRLER\'best match\' ve \'cro
1	Reference CRP Resolution	1920 x 1080
2	Evidence Video File	E:\TEZ ÇALIŞMASI\ANNEMİN TELEFONU,,\ETKİLEYEN FAKTÖRLER\'best match\' ve \'cro
3	Evidence Video Resolution	1920 x 1080
4	Evidence Video Frames Number	8732
5	First Frame	0
6	Last Frame	8731
7	PRNU Noise Estimation Mode	Group Frames
8	Group Size	50
9	Processing Time In Seconds	292
10	Median PCE Value	1057.56
11	Number Of Frames Above Threshold	8732
12	Number Of Frames Below Threshold	0
13	Threshold	60.00



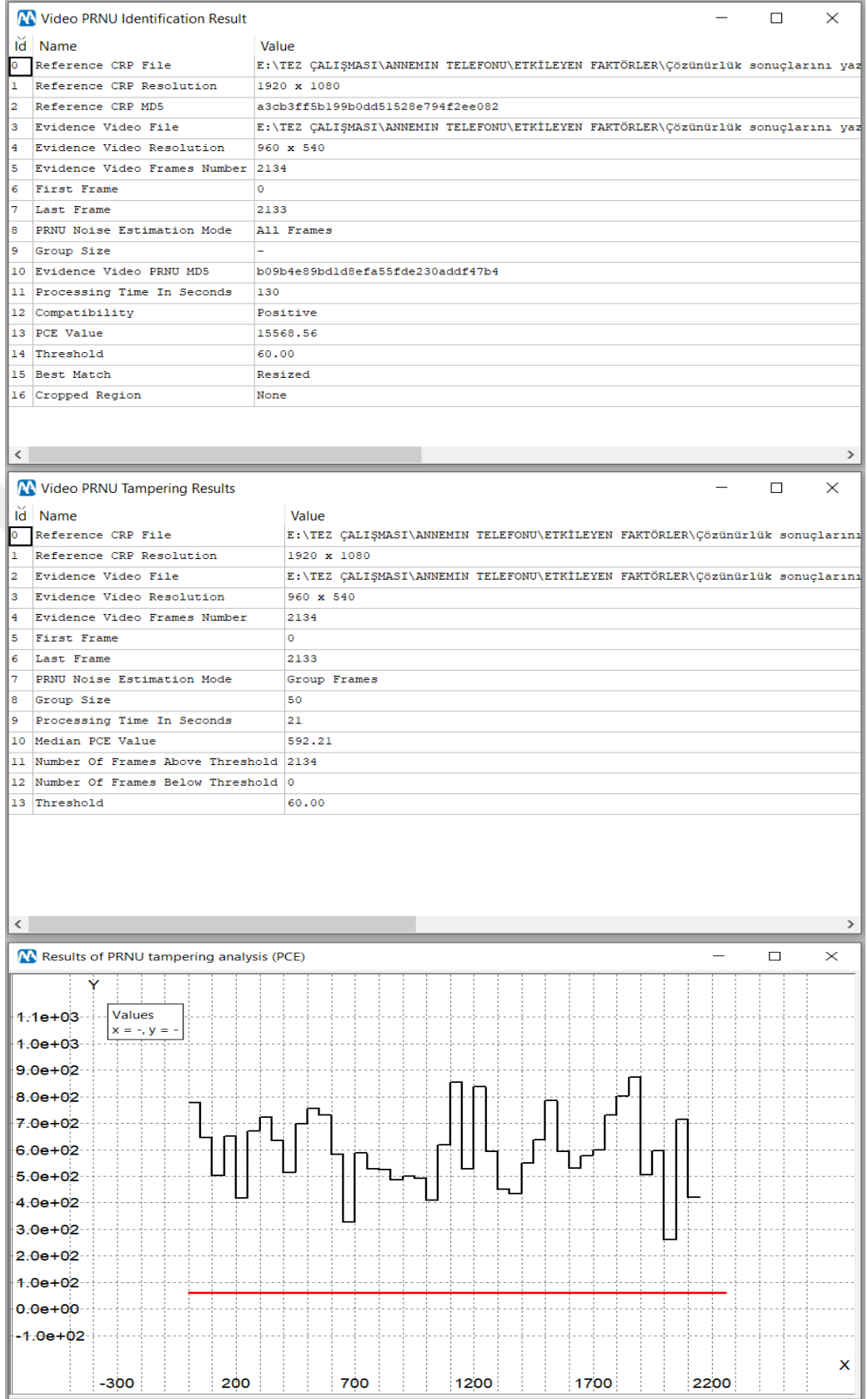
Şekil-3.20. Kırpılarak yeniden oluşturulan videonun kaynak analizi mukayyesine yönelik analiz sonuçları.

3.1.2.4. Çözünürlük

Bu deney ile daha önce aynı kaynaktan çekim yapılan ve kaynak analizi pozitif olarak sonuçlanan farklı çözünürlükteki bazı videolar ile çözünürlükleri bir yazılım (Amped Five) müdahalesi ile düşürülen ve yükseltileen bazı videoların, Amped Authenticate’de cihaz analizine yönelik ortaya çıkan sonuçları ile çözünürlük değişiminin kaynak analizine olan etkisini incelemek amaçlanmıştır.

Bu kapsamda yapılan deneyler şu şekildedir:

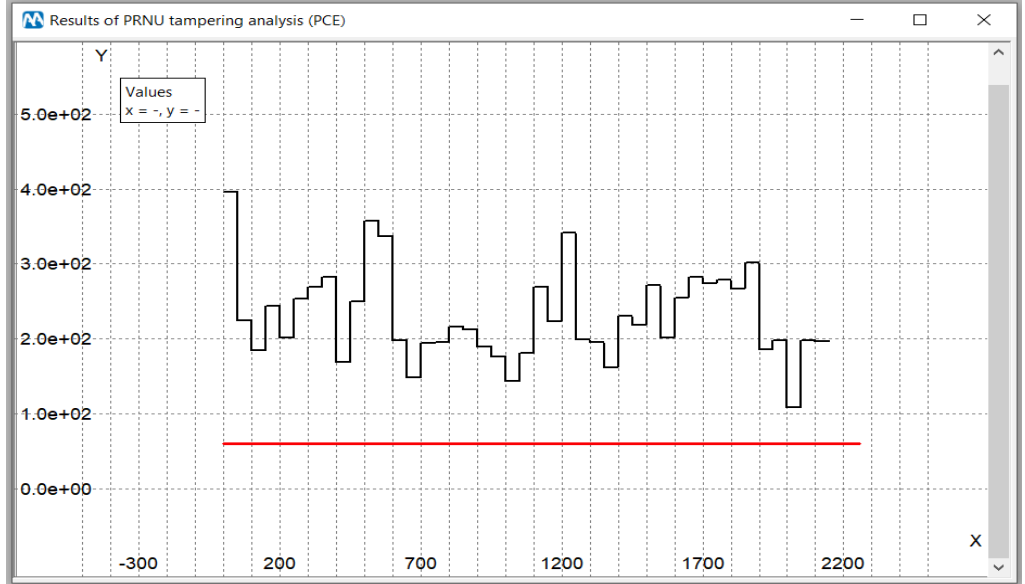
- Dış ortamda, gündüz koşullarında, yatay çekim konumunda, 1920x1080 çözünürlüğünde çekim yapılan görüntünün önce referans video çözünürlüğü daha sonra da kanıt video çözünürlüğü Amped Five yazılımında 960x540 çözünürlüğüne düşürülerek yeniden oluşturuldu. Çözünürlüğü düşürülen referans ile orijinal 1920x1080 çözünürlüğündeki kanıt videosu ve çözünürlüğü düşürülen kanıt ile orijinal 1920x1080 çözünürlüğündeki referans videosu Authenticate’de mukayese edildi. Mukayese neticesinde kaynak analizi uygunluk sonuçları “Pozitif” olarak sonuçlandı. Ayrıca videoların orijinal çekim çözünürlükleri yazılım vasıtasıyla daha sonradan değiştirildiği için yeniden boyutlandırıldığı anlamına gelen “Resized” uyarısını verdi (Şekil-3.21. ve Şekil-3.22.).



Şekil-3.21. Çözünürlüğü düşürülen kanıt videosunun kaynak analizi mukayesesine yönelik analiz sonuçları.

Video PRNU Identification Result		
Id	Name	Value
0	Reference CRP File	E:\TEZ ÇALIŞMASI\ANNEMİN TELEFONU\ETKİLEYEN FAKTÖRLER\Çözünürlük sonuçlarını yaz
1	Reference CRP Resolution	960 x 540
2	Reference CRP MD5	8c694aef9752879e1c4252f693b2e618
3	Evidence Video File	E:\TEZ ÇALIŞMASI\ANNEMİN TELEFONU\ETKİLEYEN FAKTÖRLER\Çözünürlük sonuçlarını yaz
4	Evidence Video Resolution	1920 x 1080
5	Evidence Video Frames Number	2134
6	First Frame	0
7	Last Frame	2133
8	PRNU Noise Estimation Mode	All Frames
9	Group Size	-
10	Evidence Video PRNU MD5	7562fa97b2623731e15b4730ded0bda5
11	Processing Time In Seconds	512
12	Compatibility	Positive
13	PCE Value	8396.80
14	Threshold	60.00
15	Best Match	Resized
16	Cropped Region	None

Video PRNU Tampering Results		
Id	Name	Value
0	Reference CRP File	E:\TEZ ÇALIŞMASI\ANNEMİN TELEFONU\ETKİLEYEN FAKTÖRLER\Çözünürlük sonuçlarını yaz
1	Reference CRP Resolution	960 x 540
2	Evidence Video File	E:\TEZ ÇALIŞMASI\ANNEMİN TELEFONU\ETKİLEYEN FAKTÖRLER\Çözünürlük sonuçlarını yaz
3	Evidence Video Resolution	1920 x 1080
4	Evidence Video Frames Number	2134
5	First Frame	0
6	Last Frame	2133
7	PRNU Noise Estimation Mode	Group Frames
8	Group Size	50
9	Processing Time In Seconds	76
10	Median PCE Value	215.85
11	Number Of Frames Above Threshold	2134
12	Number Of Frames Below Threshold	0
13	Threshold	60.00



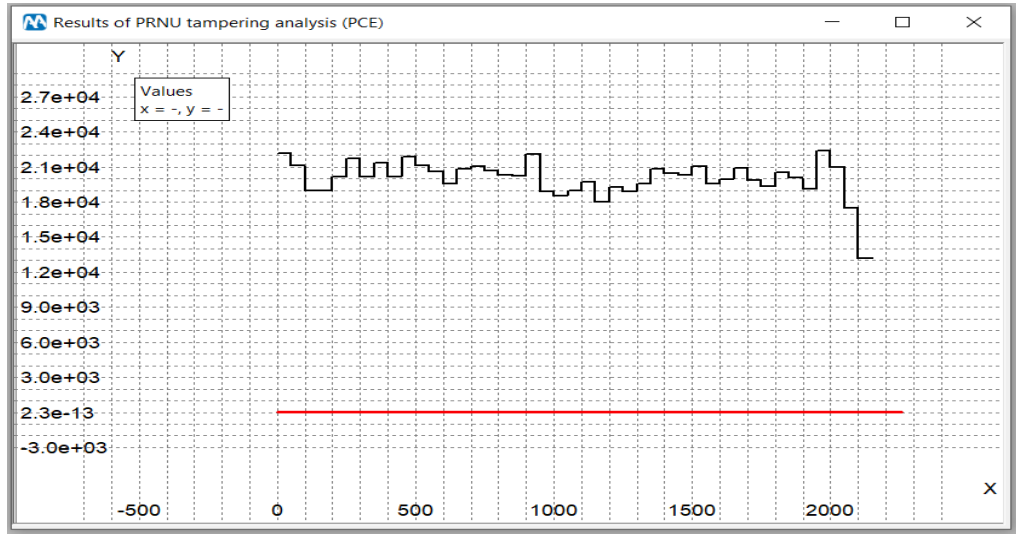
Şekil-3.22. Çözünürlüğü düşürülen referans videosunun kaynak analizi mukayesesine yönelik analiz sonuçları.

- İç ortamda, gündüz koşullarında, yatay çekim konumunda, 1920x1080 çözünürlüğünde çekim yapılan görüntünün önce referans video çözünürlüğü daha sonra da kanıt video çözünürlüğü Amped Five yazılımında 3840x2160 çözünürlüğüne yükseltilerek yeniden oluşturuldu. Çözünürlüğü yükseltile referans ile orijinal 1920x1080 çözünürlüğündeki kanıt videosu ile çözünürlüğü yükseltile kanıt ile orijinal 1920x1080 çözünürlüğündeki referans videosu Authenticate’de mukayese edildi. Mukayese neticesinde kaynak analizi uygunluk sonuçları “Pozitif” olarak sonuçlandı. Ayrıca videoların orijinal çekim çözünürlükleri yazılım vasıtasıyla daha sonradan değiştirildiği için yeniden ölçeklendirildiği anlamına gelen “Resized” uyarısını da verdiği görüldü (Şekil-3.23.- Şekil-3.26.).

Video PRNU Identification Result		
Id	Name	Value
0	Reference CRP File	E:\TEZ ÇALIŞMASI\ANNEMİN TELEFONU\ETKİLEYEN FAKTÖRLER\Çözünürlük sonuçlarını yaz
1	Reference CRP Resolution	1920 x 1080
2	Reference CRP MD5	8d44dfe55fa4e26e1295ffdddc651c56
3	Evidence Video File	E:\TEZ ÇALIŞMASI\ANNEMİN TELEFONU\ETKİLEYEN FAKTÖRLER\Çözünürlük sonuçlarını yaz
4	Evidence Video Resolution	3840 x 2160
5	Evidence Video Frames Number	2136
6	First Frame	0
7	Last Frame	2135
8	PRNU Noise Estimation Mode	All Frames
9	Group Size	-
10	Evidence Video PRNU MD5	6dbde8b5bdlb00d603a50050f8120b21
11	Processing Time In Seconds	2417
12	Compatibility	Positive
13	PCE Value	220600.66
14	Threshold	60.00
15	Best Match	Resized
16	Cropped Region	None

Video PRNU Tampering Results		
Id	Name	Value
0	Reference CRP File	E:\TEZ ÇALIŞMASI\ANNEMİN TELEFONU\ETKİLEYEN FAKTÖRLER\Çözünürlük sonuçlarını yaz
1	Reference CRP Resolution	1920 x 1080
2	Evidence Video File	E:\TEZ ÇALIŞMASI\ANNEMİN TELEFONU\ETKİLEYEN FAKTÖRLER\Çözünürlük sonuçlarını yaz
3	Evidence Video Resolution	3840 x 2160
4	Evidence Video Frames Number	2136
5	First Frame	0
6	Last Frame	2135
7	PRNU Noise Estimation Mode	Group Frames
8	Group Size	50
9	Processing Time In Seconds	188
10	Median PCE Value	20186.26
11	Number Of Frames Above Threshold	2136
12	Number Of Frames Below Threshold	0
13	Threshold	60.00

Şekil-3.23. Çözünürlüğü yükseltile kanıt videosunun kaynak analizi mukayesesine yönelik analiz sonuçları.

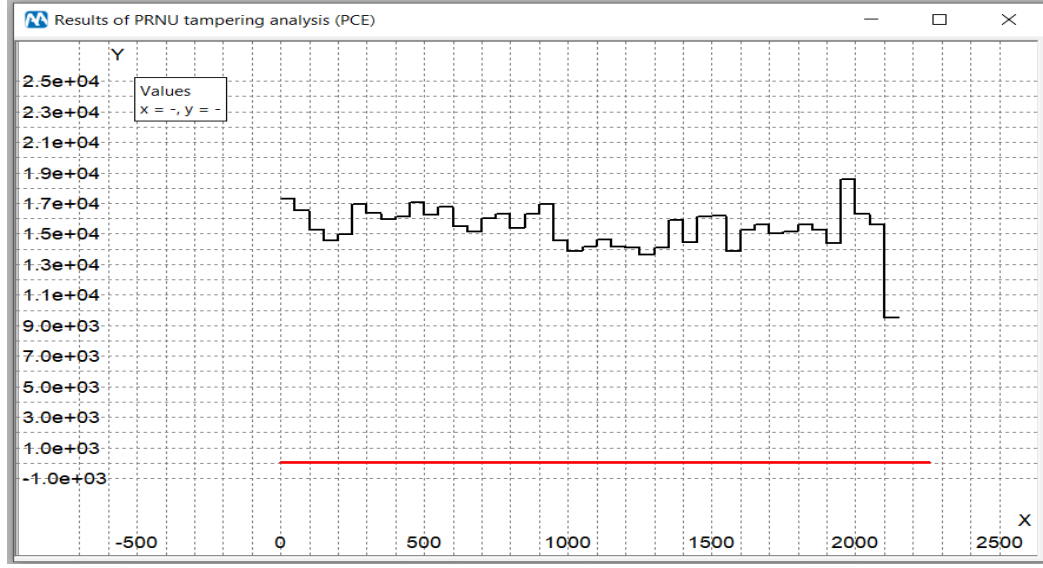


Şekil-3.24. Çözünürlüğü yükseltlen kanıt videosunun kaynak analizi mukayesesine yönelik analiz sonucu.

Video PRNU Identification Result		
Id	Name	Value
0	Reference CRP File	E:\TEZ ÇALIŞMASI\ANNEMİN TELEFONU\ETKİLEYEN FAKTÖRLER\Çözünürlük sonuçlarını yaz
1	Reference CRP Resolution	3840 x 2160
2	Reference CRP MD5	ea27d3f3bba3ab101650ca487a260e8e
3	Evidence Video File	E:\TEZ ÇALIŞMASI\ANNEMİN TELEFONU\ETKİLEYEN FAKTÖRLER\Çözünürlük sonuçlarını yaz
4	Evidence Video Resolution	1920 x 1080
5	Evidence Video Frames Number	2136
6	First Frame	0
7	Last Frame	2135
8	PRNU Noise Estimation Mode	All Frames
9	Group Size	-
10	Evidence Video PRNU MD5	cfa215a544dc6244673bf87489acc2e3
11	Processing Time In Seconds	1139
12	Compatibility	Positive
13	PCE Value	228335.79
14	Threshold	60.00
15	Best Match	Resized
16	Cropped Region	None

Video PRNU Tampering Results		
Id	Name	Value
0	Reference CRP File	E:\TEZ ÇALIŞMASI\ANNEMİN TELEFONU\ETKİLEYEN FAKTÖRLER\Çözünürlük sonuçlarını yaz
1	Reference CRP Resolution	3840 x 2160
2	Evidence Video File	E:\TEZ ÇALIŞMASI\ANNEMİN TELEFONU\ETKİLEYEN FAKTÖRLER\Çözünürlük sonuçlarını yaz
3	Evidence Video Resolution	1920 x 1080
4	Evidence Video Frames Number	2136
5	First Frame	0
6	Last Frame	2135
7	PRNU Noise Estimation Mode	Group Frames
8	Group Size	50
9	Processing Time In Seconds	89
10	Median PCE Value	15515.13
11	Number Of Frames Above Threshold	2136
12	Number Of Frames Below Threshold	0
13	Threshold	60.00

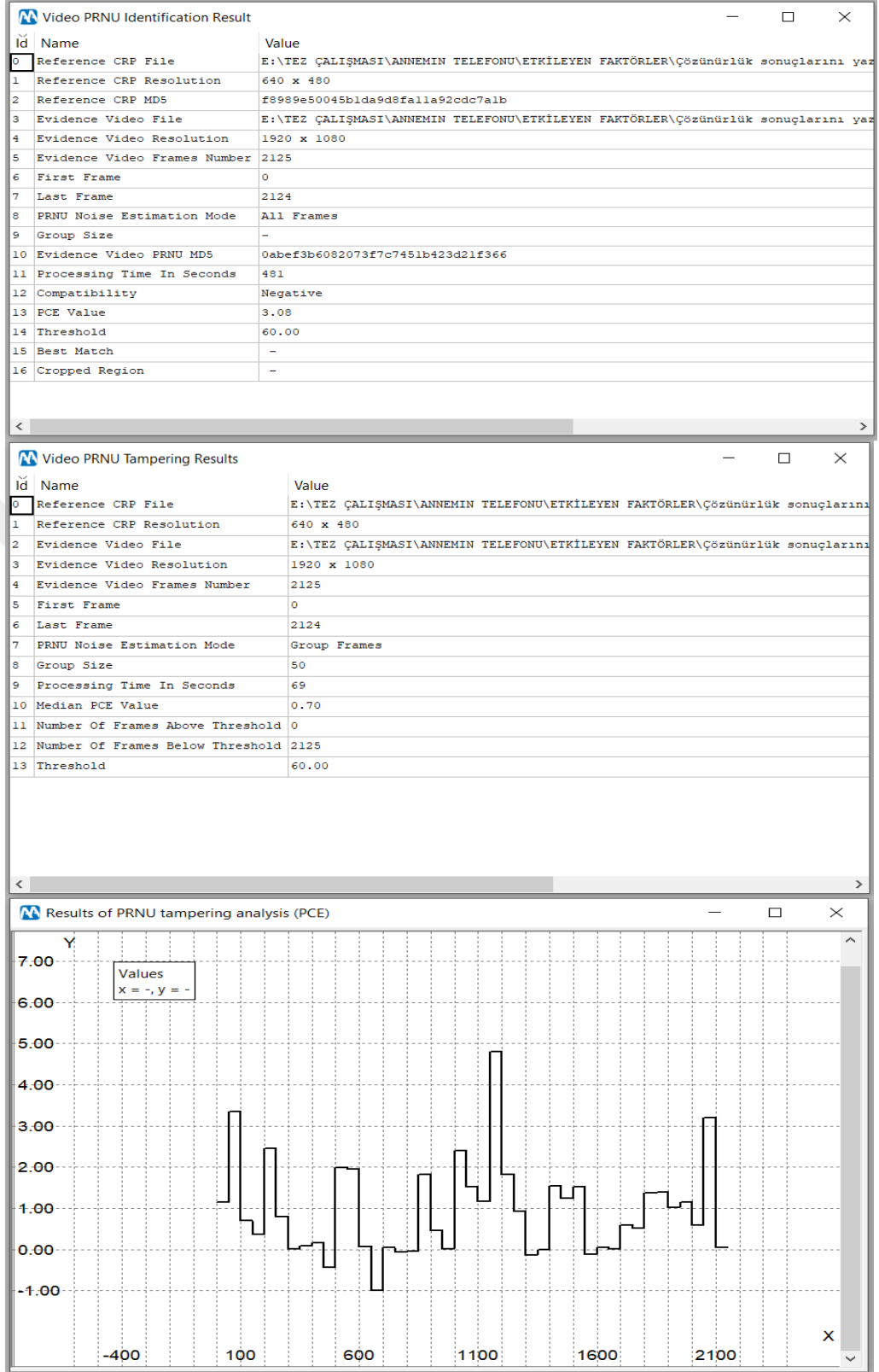
Şekil-3.25. Çözünürlüğü yükseltlen referans videonun kaynak analizi mukayesesine yönelik analiz sonuçları.



Şekil-3.26. Çözünürlüğü yükseltlen referans videonun kaynak analizi mukayesesine yönelik analiz sonucu.

- Yazılım müdahalesi olmadan orijinal kamera çekiminde aynı ve farklı ortam/koşullarda çekimi yapılan, farklı çözünürlüklerdeki birkaç videonun kaynak analizine yönelik mukayeseleri yapıldı.

- İlk deneyde, dış ortamda, akşam koşullarında, yatay çekim konumunda, 1920x1080 çözünürlüğünde çekilen kanıt videosu ile dış ortamda, akşam koşullarında, yatay çekim konumunda, 640x480 çözünürlüğünde çekilen gökyüzü referans videosu mukayese edildi ve kaynak analizi sonucu “Negatif” sonuçlandı (Şekil-3.27.)



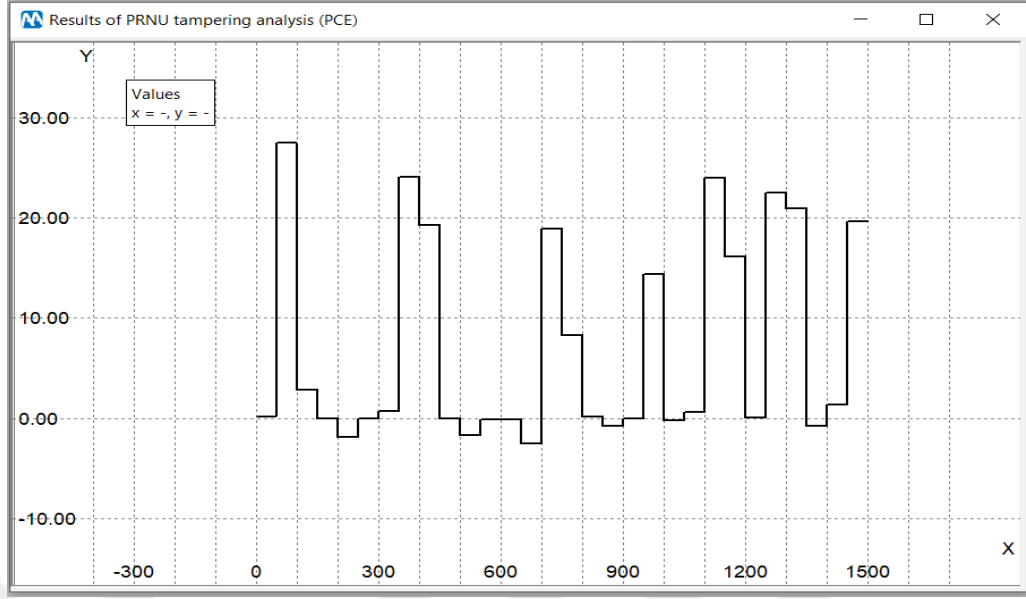
Şekil-3.27. Dış ortamda, akşam koşullarında çekilen 640x480 çözünürlüğündeki referans ile 1920x1080 çözünürlüğündeki kanıt videosunun kaynak analizi mukayesesine yönelik analiz sonuçları.

- Sonrasında, dış ortamda, akşam koşullarında, yatay çekim konumunda, 640x480 çözünürlüğünde çekim yapılan kanıt videosu ile dış ortamda, gündüz koşullarında, yatay çekim konumunda çekim yapılan 1920x1080 çözünürlüğünde gökyüzü referans videosu mukayese edildi ve kaynak analizi sonucu “Negatif” sonuçlandı. Ayrıca analiz sonucunda, 2132 kare sayısına sahip olan kanıt videosunun “Video PRNU Tampering Results” tablosunda 1482 karesinin 60 threshold değerinin altında kaldığı, geriye kalan 650 karesinin tabloda yer almadığı görüldü (Şekil-3.28. ve Şekil-3.29.).

Video PRNU Identification Result		
Id	Name	Value
0	Reference CRP File	E:\TEZ ÇALIŞMASI\ANNEMİN TELEFONU\ETKİLEYEN FAKTÖRLER\Çözünürlük sonuçlarını yaz
1	Reference CRP Resolution	1920 x 1080
2	Reference CRP MD5	a3cb3ff5b199b0dd51528e794f2ee082
3	Evidence Video File	E:\TEZ ÇALIŞMASI\ANNEMİN TELEFONU\ETKİLEYEN FAKTÖRLER\Çözünürlük sonuçlarını yaz
4	Evidence Video Resolution	640 x 480
5	Evidence Video Frames Number	2132
6	First Frame	0
7	Last Frame	2131
8	PRNU Noise Estimation Mode	All Frames
9	Group Size	-
10	Evidence Video PRNU MD5	5c8891d00970143969966b398a446f68
11	Processing Time In Seconds	54
12	Compatibility	Negative
13	PCE Value	-0.02
14	Threshold	60.00
15	Best Match	-
16	Cropped Region	-

Video PRNU Tampering Results		
Id	Name	Value
0	Reference CRP File	E:\TEZ ÇALIŞMASI\ANNEMİN TELEFONU\ETKİLEYEN FAKTÖRLER\Çözünürlük sonuçlarını yaz
1	Reference CRP Resolution	1920 x 1080
2	Evidence Video File	E:\TEZ ÇALIŞMASI\ANNEMİN TELEFONU\ETKİLEYEN FAKTÖRLER\Çözünürlük sonuçlarını yaz
3	Evidence Video Resolution	640 x 480
4	Evidence Video Frames Number	2132
5	First Frame	0
6	Last Frame	2131
7	PRNU Noise Estimation Mode	Group Frames
8	Group Size	50
9	Processing Time In Seconds	11
10	Median PCE Value	0.58
11	Number Of Frames Above Threshold	0
12	Number Of Frames Below Threshold	1482
13	Threshold	60.00

Şekil-3.28. Dış ortamda, akşam koşullarında çekilen 640x480 çözünürlüğündeki kanıt ile dış ortamda, gündüz koşullarında 1920x1080 çözünürlüğündeki referans videosunun kaynak analizi mukayesesine yönelik analiz sonuçları.



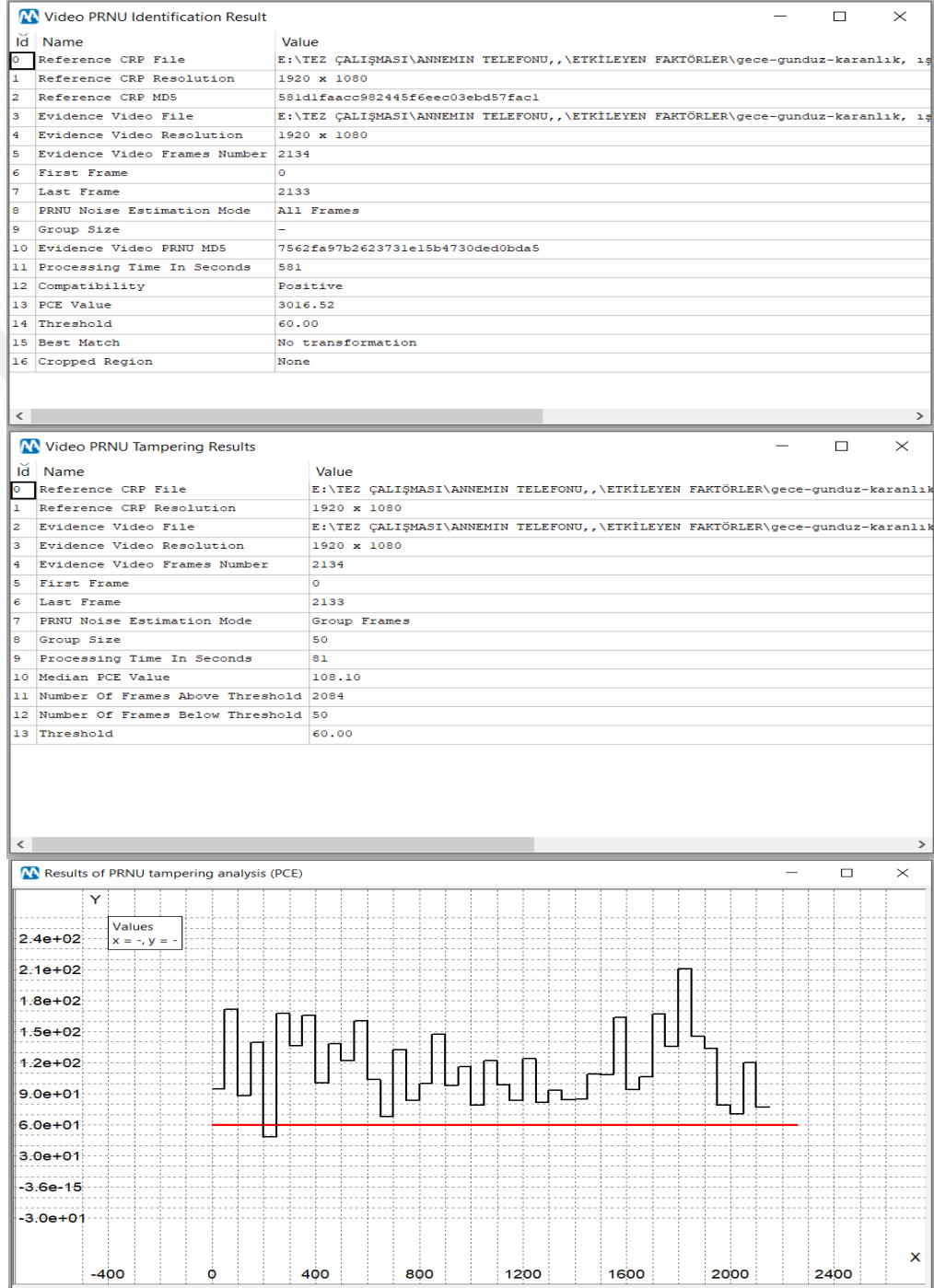
Şekil-3.29. Dış ortamda, akşam koşullarında çekilen 640x480 çözünürlüğündeki kanıt ile dış ortamda, gündüz koşullarında 1920x1080 çözünürlüğündeki referans videosunun kaynak analizi mukayesesine yönelik analiz sonucu.

Ayrıca Samsung marka J7 model cep telefonunda, 1920x1080 çözünürlükte çekilen ve Amped Five ile 960x540 çözünürlüğüne düşürülen videonun, çözünürlüğü değiştirilmeden önceki PCE değeri 71910.47 iken, çözünürlüğü düşürüldükten sonra 8396.80 ve 15568.56 olarak azalmıştır. Yani her iki durumda da sonuçlar pozitif olsa dahi çözünürlüğün düşürülmesi PCE değerini azalttığı görülmüştür. Ayrıca yine 1920x1080 çözünürlükte çekilen ve Amped Five ile 3840x2160 çözünürlüğüne yükseltile videonun, çözünürlüğü değiştirilmeden önceki PCE değeri 189508.01 iken, çözünürlüğü yükseltildikten sonra 220600.66 ve 228335.79 olarak yükselmiştir.

3.1.2.5. Işık Koşulları

Bu aşamadaki yapılan deneylerde amaçlanan, Samsung marka J7 model cep telefonu ile akşam, gündüz ve karanlık ortamlarda yapılan çekimlerin yani farklı ışık koşullarının, kamera sensör gürültüsünü, PRNU analizini etkileyip etkilemediğini incelemek ve Amped Authenticate yazılımının bu deneyler karşısındaki sonuçlarını analiz etmektir. Bu kapsamda yapılan deneyler şu şekildedir:

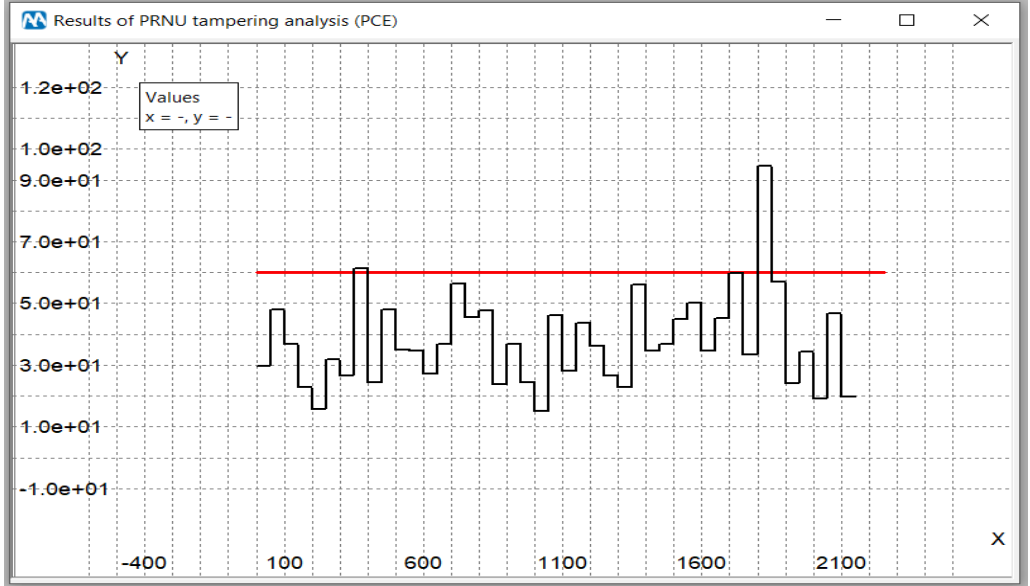
• Akşam ve karanlık koşullarda çekilen, 1920x1080 çözünürlüğündeki referans videolar ile gündüz koşullarında çekilen, 1920x1080 çözünürlüğündeki kanıt videosu mukayese edilmiştir. Mukayese neticesinde her iki referans video modeli ile kanıt videosunun mukayesesi “Pozitif” olarak sonuçlanmıştır (Şekil-3.30. ve Şekil-3.31.).



Şekil-3.30. Akşam koşullarında çekilen referans videosu ile gündüz koşullarında çekilen kanıt videosunun kaynak analizi mukayesesine yönelik analiz sonuçları.

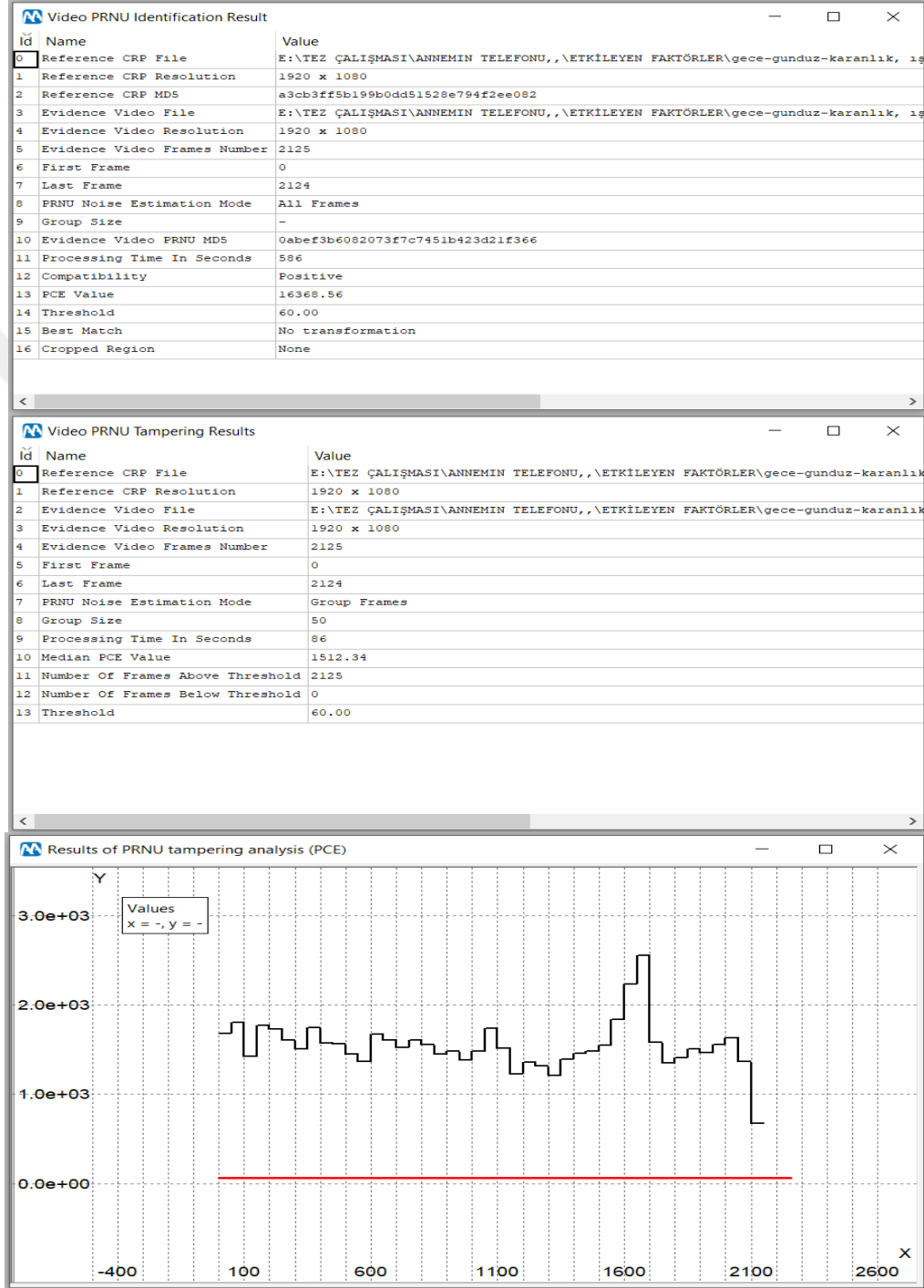
Id	Name	Value
0	Reference CRP File	E:\TEZ ÇALIŞMASI\ANNEMİN TELEFONU\ETKİLEYEN FAKTÖRLER\gece-gunduz-karanlık, ışık
1	Reference CRP Resolution	1920 x 1080
2	Reference CRP MD5	a98c9aab80c0121c55ee4e5845b2937d
3	Evidence Video File	E:\TEZ ÇALIŞMASI\ANNEMİN TELEFONU\ETKİLEYEN FAKTÖRLER\gece-gunduz-karanlık, ışık
4	Evidence Video Resolution	1920 x 1080
5	Evidence Video Frames Number	2134
6	First Frame	0
7	Last Frame	2133
8	PRNU Noise Estimation Mode	All Frames
9	Group Size	-
10	Evidence Video PRNU MD5	7562fa97b2623731e15b4730ded0bda5
11	Processing Time In Seconds	500
12	Compatibility	Positive
13	PCE Value	1159.42
14	Threshold	60.00
15	Best Match	No transformation
16	Cropped Region	None

Id	Name	Value
0	Reference CRP File	E:\TEZ ÇALIŞMASI\ANNEMİN TELEFONU\ETKİLEYEN FAKTÖRLER\gece-gunduz-karanlık,
1	Reference CRP Resolution	1920 x 1080
2	Evidence Video File	E:\TEZ ÇALIŞMASI\ANNEMİN TELEFONU\ETKİLEYEN FAKTÖRLER\gece-gunduz-karanlık,
3	Evidence Video Resolution	1920 x 1080
4	Evidence Video Frames Number	2134
5	First Frame	0
6	Last Frame	2133
7	PRNU Noise Estimation Mode	Group Frames
8	Group Size	50
9	Processing Time In Seconds	82
10	Median PCE Value	35.03
11	Number Of Frames Above Threshold	84
12	Number Of Frames Below Threshold	2050
13	Threshold	60.00

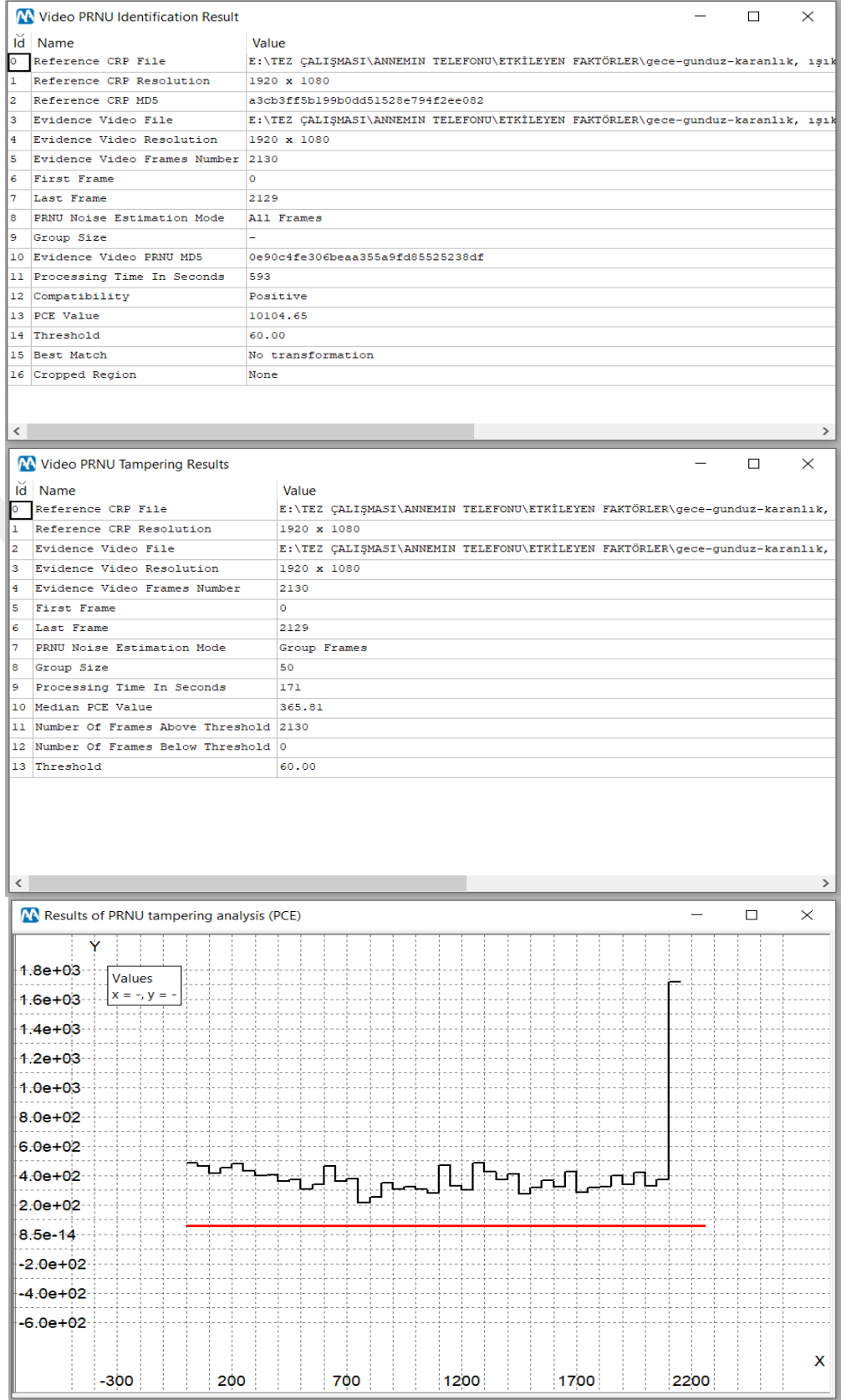


Şekil-3.31. Karanlık ortamda çekilen referans videosu ile gündüz koşullarında çekilen kanıt videosunun kaynak analizi mukayesesine yönelik analiz sonuçları.

- Akşam ve karanlık koşullarda çekilen, 1920x1080 çözünürlüğündeki kanıt videoları ile gündüz koşullarında çekilen, 1920x1080 çözünürlüğündeki referans videosu mukayese edilmiştir. Mukayese neticesinde her iki kanıt videoları ile referans videosunun mukayesesi “Pozitif” olarak sonuçlanmıştır (Şekil-3.32. ve Şekil-3.33.).



Şekil-3.32. Akşam koşullarında çekilen kanıt videosu ile gündüz koşullarında çekilen referans videosunun kaynak analizi mukayesesine yönelik analiz sonuçları.



Şekil-3.33. Karanlık ortamda çekilen kanıt videosu ile gündüz koşullarında çekilen referans videosunun kaynak analizi mukayesesine yönelik analiz sonuçları.

Dolayısıyla bu kamera modeli için, referans ve kanıt videolarının birbirinden farklı ışık koşullarında çekilmesi PRNU analizini olumsuz yönde etkilemediği görülmüştür.

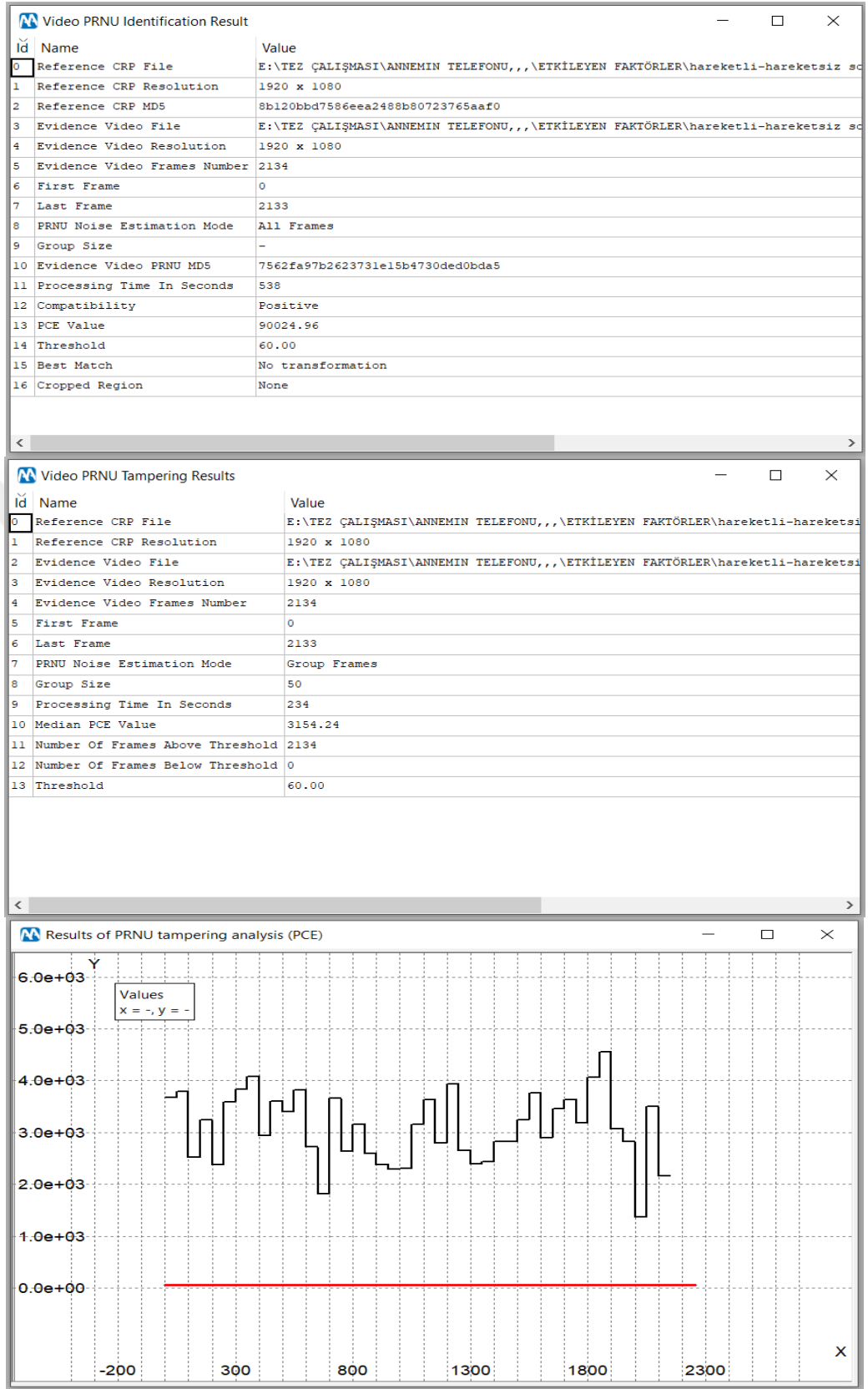
3.1.2.6. Hareketli/Hareketsiz Kamera Çekimi

Bu aşamada yapılan deneylerle amaçlanan: çekim yapılırken kameranın hareketli ya da hareketsiz olmasının kamera sensör gürültüsünü, kaynak analizine yönelik yapılan mukayesede aynı sensörden çekilip çekilmediği sonucunu gösteren uygunluk (*compatibility*) denetimi sonucunu test etmekle birlikte “Video PRNU Identification Result” ile “Video PRNU Tampering Result” tablolarındaki tüm sonuçları analiz etmektir. Bu kapsamda yapılan deneyler şu şekildedir:

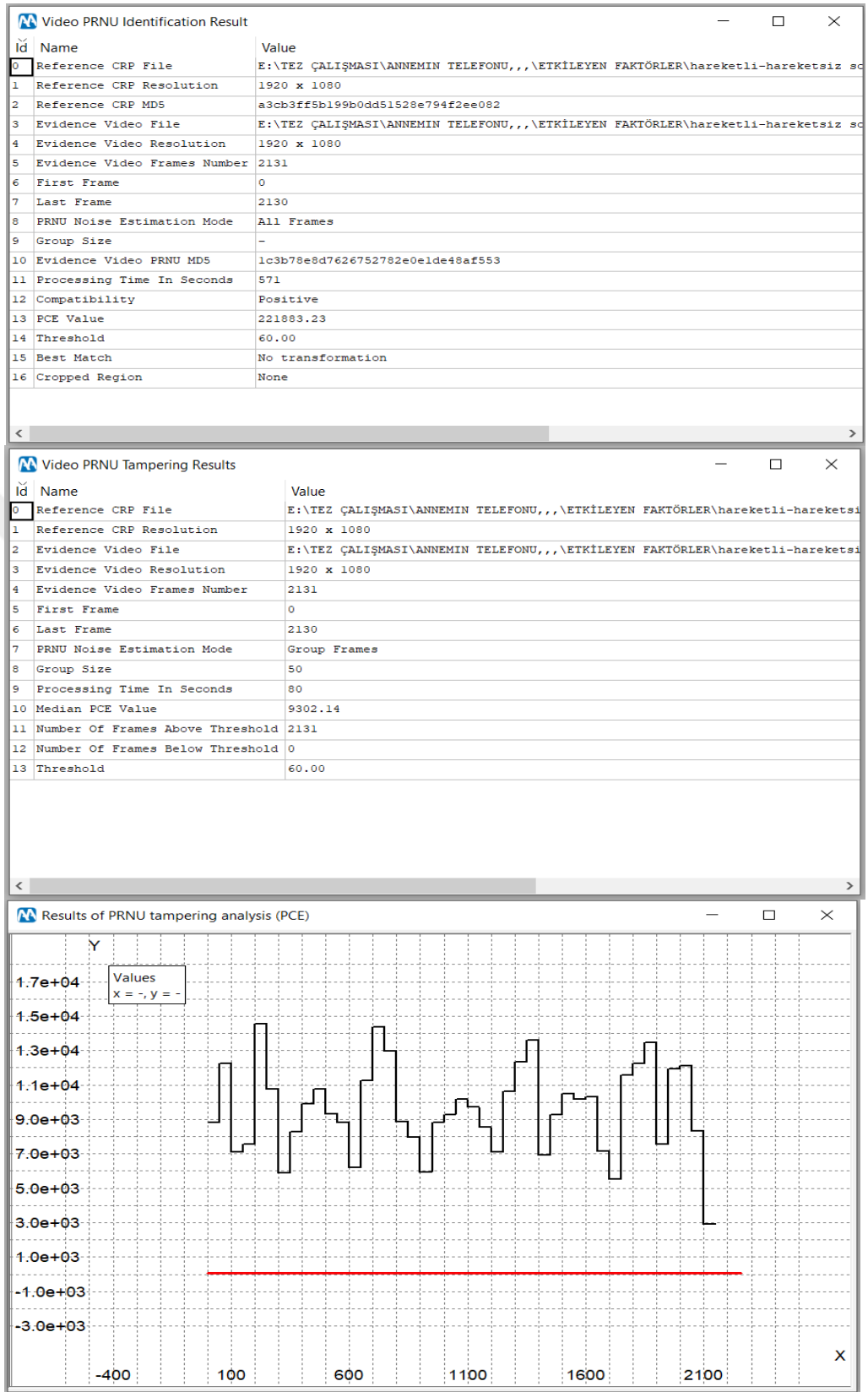
- Öncelikle cep telefonu yavaş hareket ettirilerek (el ile) referans videosu ve hareket ettirilmeden (el ile) kanıt videosu, 1920x1080 çözünürlüğünde çekilerek mukayese edilmiştir.
- Daha sonra cep telefonu yavaş hareket ettirilerek kanıt videosu (el ile) ve hareket ettirilmeden (el ile) referans videosu, 1920x1080 çözünürlüğünde çekilerek mukayese edilmiştir.

Yapılan her iki deney neticesinde, görüntülerin kaynak analizi uygunluk sonucu “Pozitif” sonuçlanmıştır. Dolayısıyla kameranın çekim esnasında hareketli ya da hareketsiz olması Samsung marka J7 model cep telefonu için kaynak analizi sonucunu olumsuz yönde etkilemediği tespit edilmiştir.

Analiz sonuçları Şekil-3.34. ve Şekil-3.35.’te gösterilmiştir.



Şekil-3.34. Kamera hareket ettirilerek çekilen referans videosu ile hareketsiz çekilen kanıt videosunun kaynak analizi mukayesesine yönelik analiz sonuçları.



Şekil-3.35. Kamera hareket ettirilerek çekilen kanıt videosu ile hareketsiz çekilen referans videosunun kaynak analizi mukayyesine yönelik analiz sonuçları.

3.1.2.7. İç Mekan/ Dış Mekan Çekimi

Bu aşamada yapılan deneylerle amaçlanan: çekimlerin iç (kapalı) bir ortamda yapılması ile dış (açık) ortamda yapılmasının kamera sensör gürültüsünü, kaynak analizine yönelik yapılan mukayesede aynı sensörden çekilip çekilmediği sonucunu gösteren uygunluk (compatibility) denetimi sonucunu test etmekle birlikte “Video PRNU Identification Result” ile “Video PRNU Tampering Result” tablolarındaki tüm sonuçları analiz etmektir.

Bu deneyde, hem referans hem de kanıt videolarının çekimleri dış ve iç ortamda yapılarak birbirleri ile mukayese edilmiştir. Öncelikle dış ortamda çekilen referans video ile iç ortamda çekilen kanıt videosu, Amped Authenticate yazılımında karşılaştırılmıştır. Daha sonra referans videosu iç ortamda, kanıt videosu dış ortamda çekilen görüntülerin mukayesesi yapılmıştır.

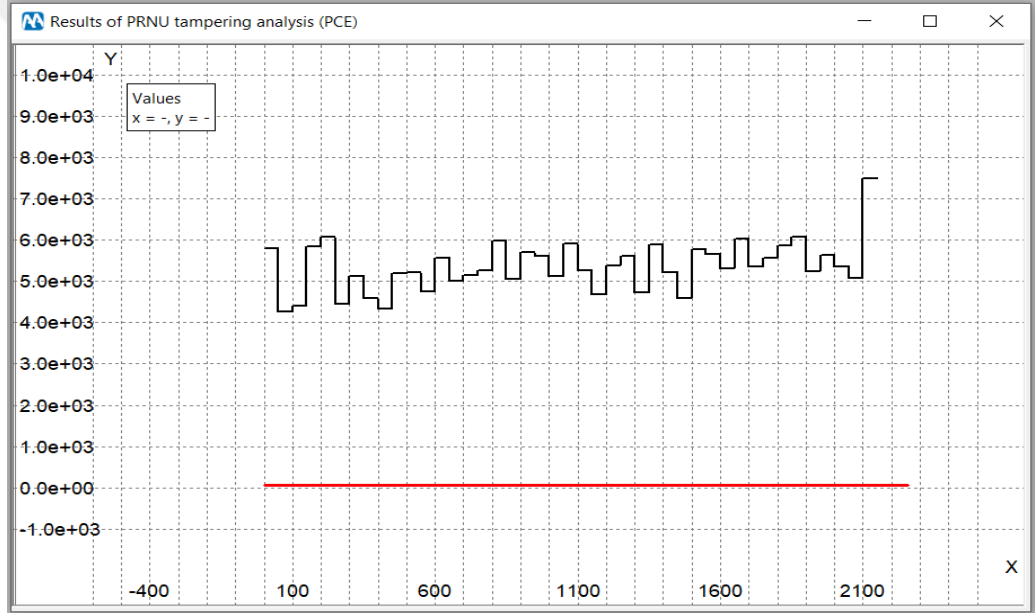
Yapılan deneyler neticesinde; her iki ortamda da mukayeseleri yapılan kanıt videolarının farklı ortamda çekilen referans video modelleriyle kaynak analizi uygunluk sonucu “Pozitif” olarak sonuçlanmıştır. Dolayısıyla iç mekanda ya da dış mekanda yapılan çekimlerin PRNU’yu olumsuz yönde etkilemediği ve bu görüntülerin aynı kamera sensörü tarafından çekildiği anlaşılmaktadır.

Analiz sonuçları Şekil-3.36.- Şekil-3.38.’de gösterilmiştir.

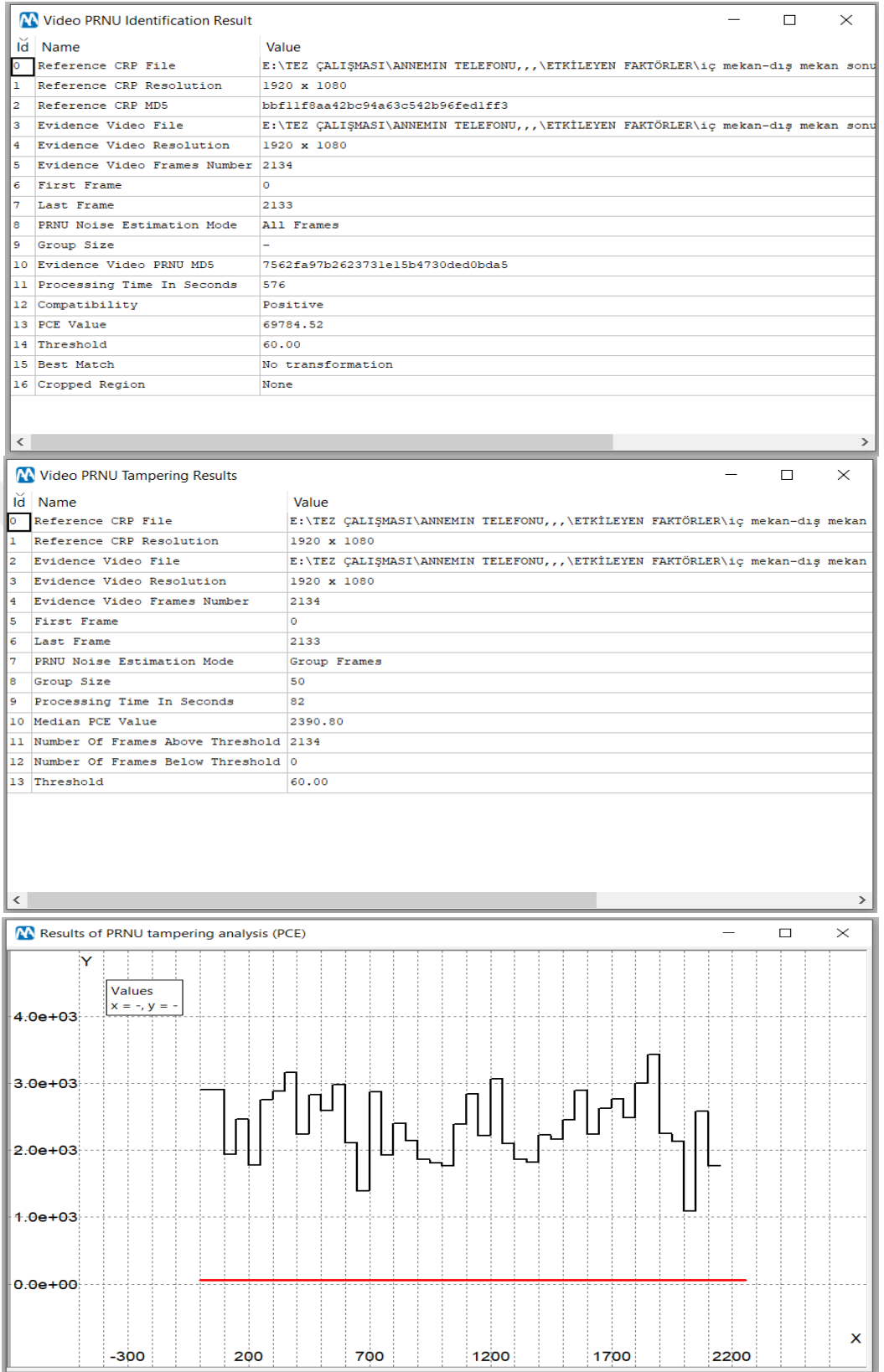
Video PRNU Identification Result		
Id	Name	Value
0	Reference CRP File	E:\TEZ ÇALIŞMASI\ANNEMİN TELEFONU,,\ETKİLEYEN FAKTÖRLER\iç mekan-dış mekan sonu
1	Reference CRP Resolution	1920 x 1080
2	Reference CRP MD5	a3cb3ff5b199b0dd51528e794f2ee082
3	Evidence Video File	E:\TEZ ÇALIŞMASI\ANNEMİN TELEFONU,,\ETKİLEYEN FAKTÖRLER\iç mekan-dış mekan sonu
4	Evidence Video Resolution	1920 x 1080
5	Evidence Video Frames Number	2148
6	First Frame	0
7	Last Frame	2147
8	PRNU Noise Estimation Mode	All Frames
9	Group Size	-
10	Evidence Video PRNU MD5	9c98ccbf0eb6666859a5e4757dd7c5f
11	Processing Time In Seconds	525
12	Compatibility	Positive
13	PCE Value	178800.03
14	Threshold	60.00
15	Best Match	No transformation
16	Cropped Region	None

Şekil-3.36. Dış ortamda çekilen referans videosu ile iç ortamda çekilen kanıt videosunun kaynak analizi mukayesesine yönelik analiz sonucu.

Video PRNU Tampering Results		
Id	Name	Value
0	Reference CRP File	E:\TEZ ÇALIŞMASI\ANNEMİN TELEFONU,,,ETKİLEYEN FAKTÖRLER\iç mekan-dış mekan
1	Reference CRP Resolution	1920 x 1080
2	Evidence Video File	E:\TEZ ÇALIŞMASI\ANNEMİN TELEFONU,,,ETKİLEYEN FAKTÖRLER\iç mekan-dış mekan
3	Evidence Video Resolution	1920 x 1080
4	Evidence Video Frames Number	2148
5	First Frame	0
6	Last Frame	2147
7	PRNU Noise Estimation Mode	Group Frames
8	Group Size	50
9	Processing Time In Seconds	92
10	Median PCE Value	5300.51
11	Number Of Frames Above Threshold	2148
12	Number Of Frames Below Threshold	0
13	Threshold	60.00



Şekil-3.37.Dış ortamda çekilen referans videosu ile iç ortamda çekilen kanıt videosunun kaynak analizi mukayesesine yönelik analiz sonuçları.



Şekil-3.38. İç ortamda çekilen referans videosu ile dış ortamda çekilen kanıt videosunun kaynak analizi mukayesesine yönelik analiz sonuçları.

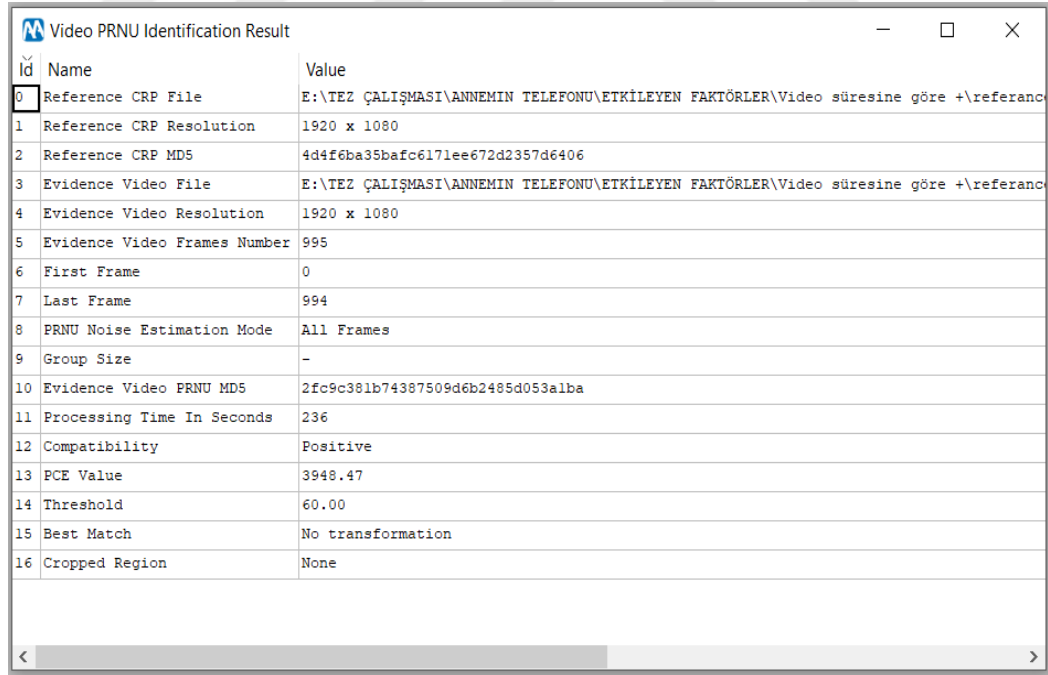
3.1.2.8. Video Sürelerine Göre Çekimler

Bu aşamada yapılan deneyler ile amaçlanan, referans ve kanıt videolarının sürelerinin 1 dakikadan az, fazla ve birbirlerinden farklı olması durumunda kaynak analizi uygunluk sonucunun olumsuz yönde etkilenip etkilenmediğini tespit etmektir.

Deneyler, referans ve kanıt videoları 1 dakika, 1 dakikadan az ve fazla olmak üzere dış ortamda, gün ışığında, 1920x1080 çözünürlüğünde ve tripod kullanılarak yapılmıştır.

Yapılan deneyler sonucunda, birbirinden farklı sürelerdeki referans ve kanıt videolarının kaynak analizine yönelik mukayeseleri “Pozitif” olarak sonuçlanmıştır. Dolayısıyla bu kamera sensörü için, referans ve kanıt videosunun 1 dakikadan az ve fazla olmasının ve birbirlerinden farklı sürelerde olmasının mukayeseyi ve PRNU’yu olumsuz yönde etkilemediği görülmüştür.

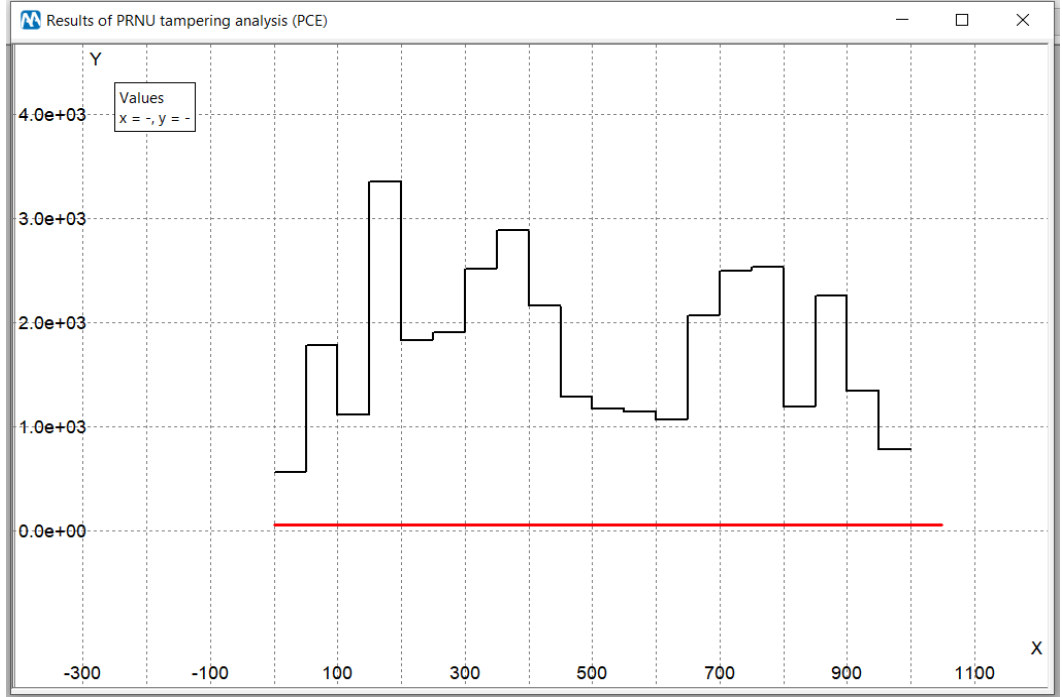
Analiz sonuçları Şekil-3.39.- Şekil-3.42.’de gösterilmiştir.



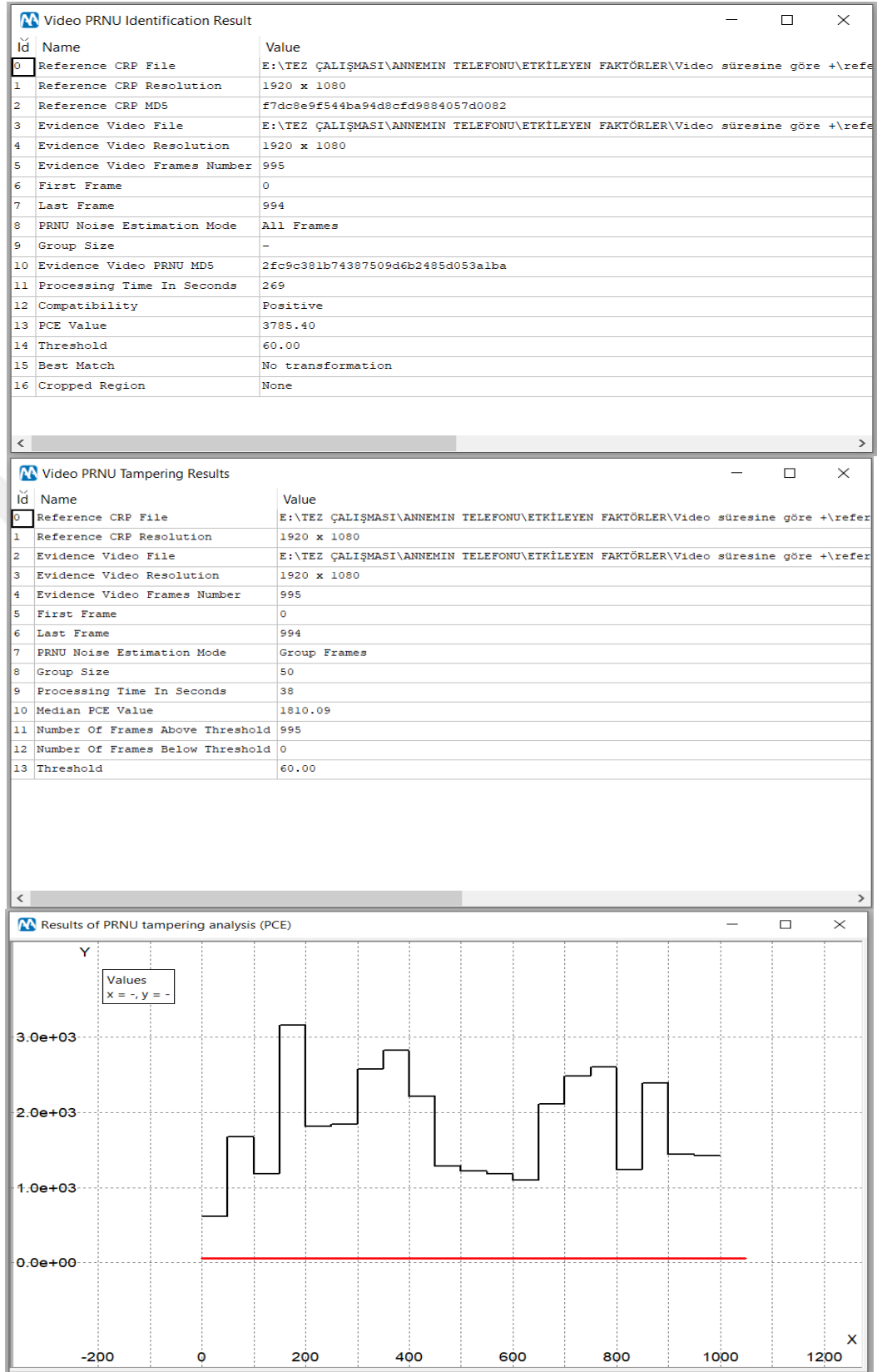
Id	Name	Value
0	Reference CRP File	E:\TEZ ÇALIŞMASI\ANNEMİN TELEFONU\ETKİLEYEN FAKTÖRLER\Video süresine göre +\referanc
1	Reference CRP Resolution	1920 x 1080
2	Reference CRP MD5	4d4f6ba35bafc6171ee672d2357d6406
3	Evidence Video File	E:\TEZ ÇALIŞMASI\ANNEMİN TELEFONU\ETKİLEYEN FAKTÖRLER\Video süresine göre +\referanc
4	Evidence Video Resolution	1920 x 1080
5	Evidence Video Frames Number	995
6	First Frame	0
7	Last Frame	994
8	PRNU Noise Estimation Mode	All Frames
9	Group Size	-
10	Evidence Video PRNU MD5	2fc9c381b74387509d6b2485d053alba
11	Processing Time In Seconds	236
12	Compatibility	Positive
13	PCE Value	3948.47
14	Threshold	60.00
15	Best Match	No transformation
16	Cropped Region	None

Şekil-3.39. 0.32 saniye olan referans video ile 0.33 saniye olan kanıt videosunun kaynak analizi mukayesesine yönelik analiz sonucu.

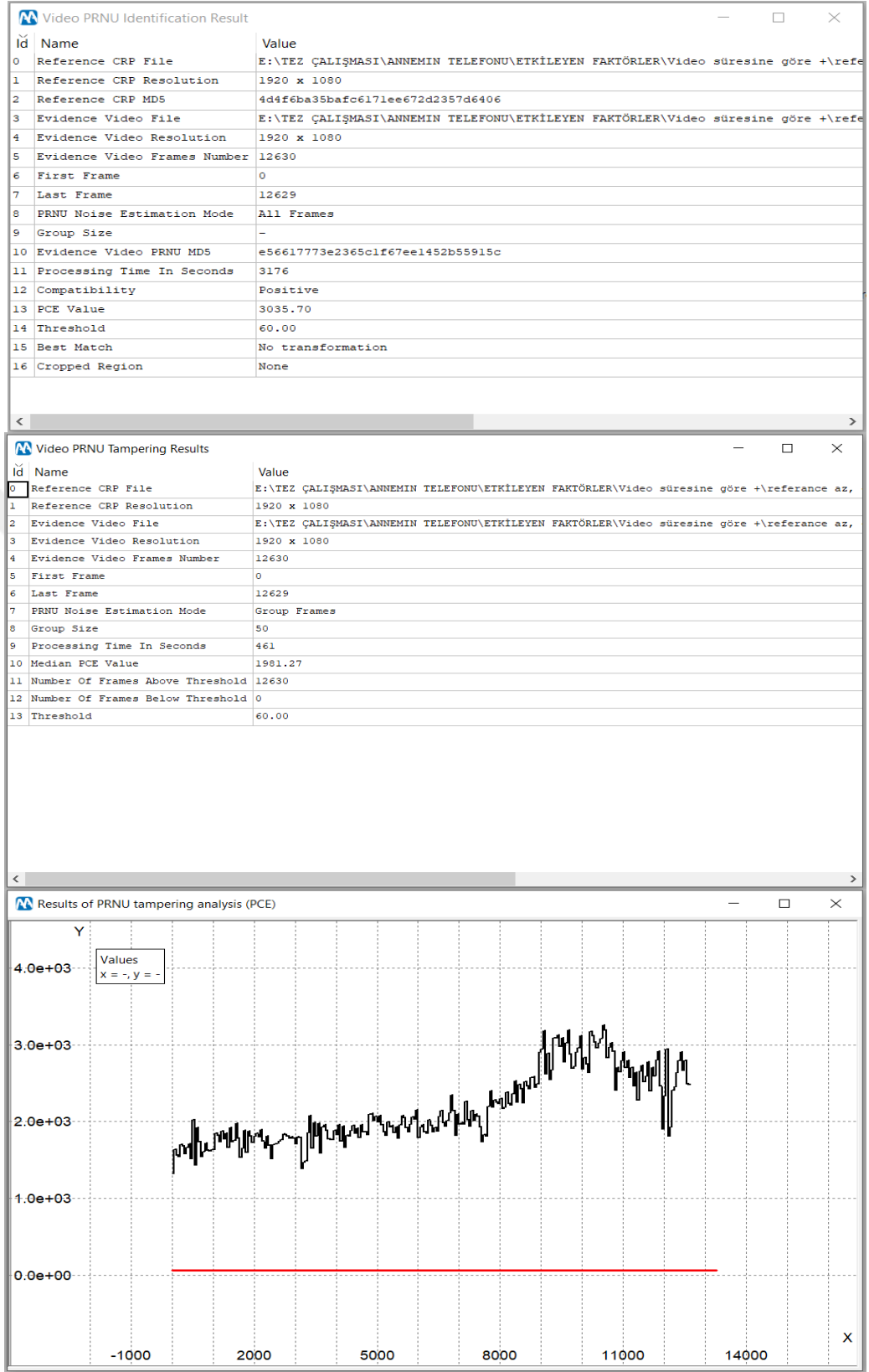
Video PRNU Tampering Results		
Id	Name	Value
0	Reference CRP File	E:\TEZ ÇALIŞMASI\ANNEMİN TELEFONU\ETKİLEYEN FAKTÖRLER\Video süresine göre +\referan
1	Reference CRP Resolution	1920 x 1080
2	Evidence Video File	E:\TEZ ÇALIŞMASI\ANNEMİN TELEFONU\ETKİLEYEN FAKTÖRLER\Video süresine göre +\referan
3	Evidence Video Resolution	1920 x 1080
4	Evidence Video Frames Number	995
5	First Frame	0
6	Last Frame	994
7	PRNU Noise Estimation Mode	Group Frames
8	Group Size	50
9	Processing Time In Seconds	28
10	Median PCE Value	1831.12
11	Number Of Frames Above Threshold	995
12	Number Of Frames Below Threshold	0
13	Threshold	60.00



Şekil-3.40. 0.32 saniye olan referans video ile 0.33 saniye olan kanıt videosunun kaynak analizi mukayesesine yönelik analiz sonuçları.



Şekil-3.41. 04.34 dakika olan referans video ile 0.33 saniye olan kanıt videosunun kaynak analizi mukayesesine yönelik analiz sonuçları.



Şekil-3.42. 0.32 saniye olan referans video ile 07.01 dakika olan kanıt videosunun kaynak analizi mukayesesine yönelik analiz sonuçları.

3.1.2.9. Yatay/Dikey Çekim

Bu aşamada kamera optik eksenini yatay ve dikey konumda iken videolar çekilmiştir. Bu deney ile amaçlanan, referans ve kanıt videolarının kameraların yatay ve dikey çekim konumlarında çekilerek ve sonradan bir yazılım vasıtasıyla çekim konumlarının değiştirilmesi (rotate) neticesinde birbirlerinin aksi konumlarında olan videoların, Amped Authenticate yazılımında kaynak analizi uyumluluk sonucunu test etmek ve farklı çekim konumlarının PRNU analizini olumsuz yönde etkileyip etkilemediğini incelemektir.

Bu deneyde, hem referans hem de kanıt videoları yatay ve dikey çekim konumlarında, 1280x720 ile 1920x1080 çözünürlüklerinde çekilen ve kaynak analiz sonuçları “Pozitif” olan görüntüler arasından seçilerek mukayese edilmiştir. Ayrıca 1920x1080 ve 1280x720 çözünürlüğündeki iki kanıt videosunun çekim konumu Amped Five yazılımında “Rotate” filtresi kullanılarak değiştirilmiştir.

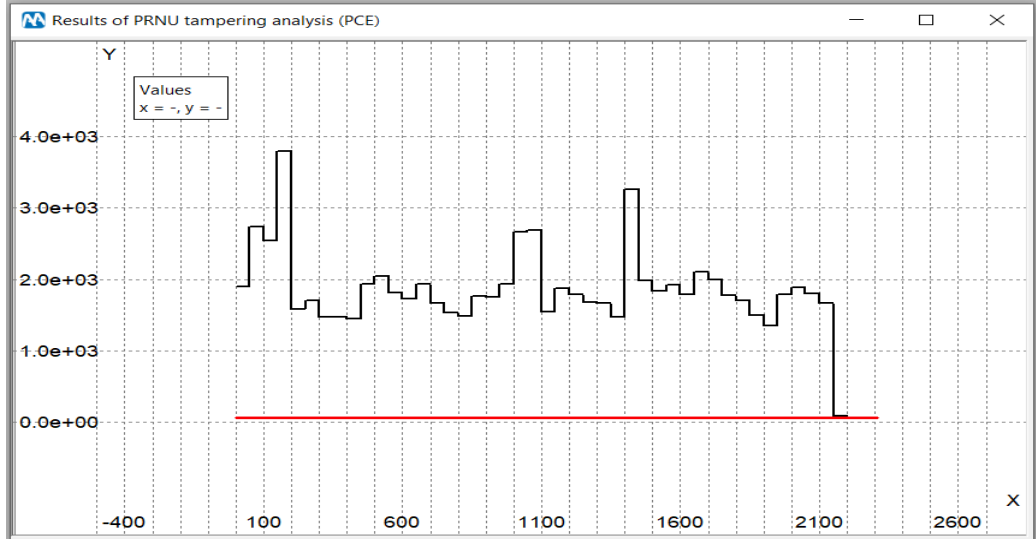
Yapılan deneyler neticesinde; referansı dikey, kanıtı yatay, referansı yatay, kanıtı dikey çekim konumunda olan, 1920x1080 ve 1280x720 çözünürlüğündeki videoların kaynak analizi mukayesesi “Pozitif” sonuçlanmıştır. Amped Five yazılımı ile konumları “Rotate” filtresi kullanılarak değiştirilen kanıt videoları, kendi aksi konumundaki referans videolarıyla mukayeseleri de “Pozitif” sonuçlanmıştır. Ayrıca konumları sonradan yazılım vasıtasıyla değiştirilmelerinden (rotate) kaynaklı olarak Authenticate analizinde “Rotate” sonucu da görülmüştür.

Dolayısıyla referans videosu ile kanıt videosunun çekim konumlarının birbirlerinin aksi şekilde olması ya da Amped Five’da çekim konumlarının sonradan değiştirilmesi kaynak analizi uygunluk sonucunu, PRNU’yu olumsuz yönde etkilemediği görülmüştür.

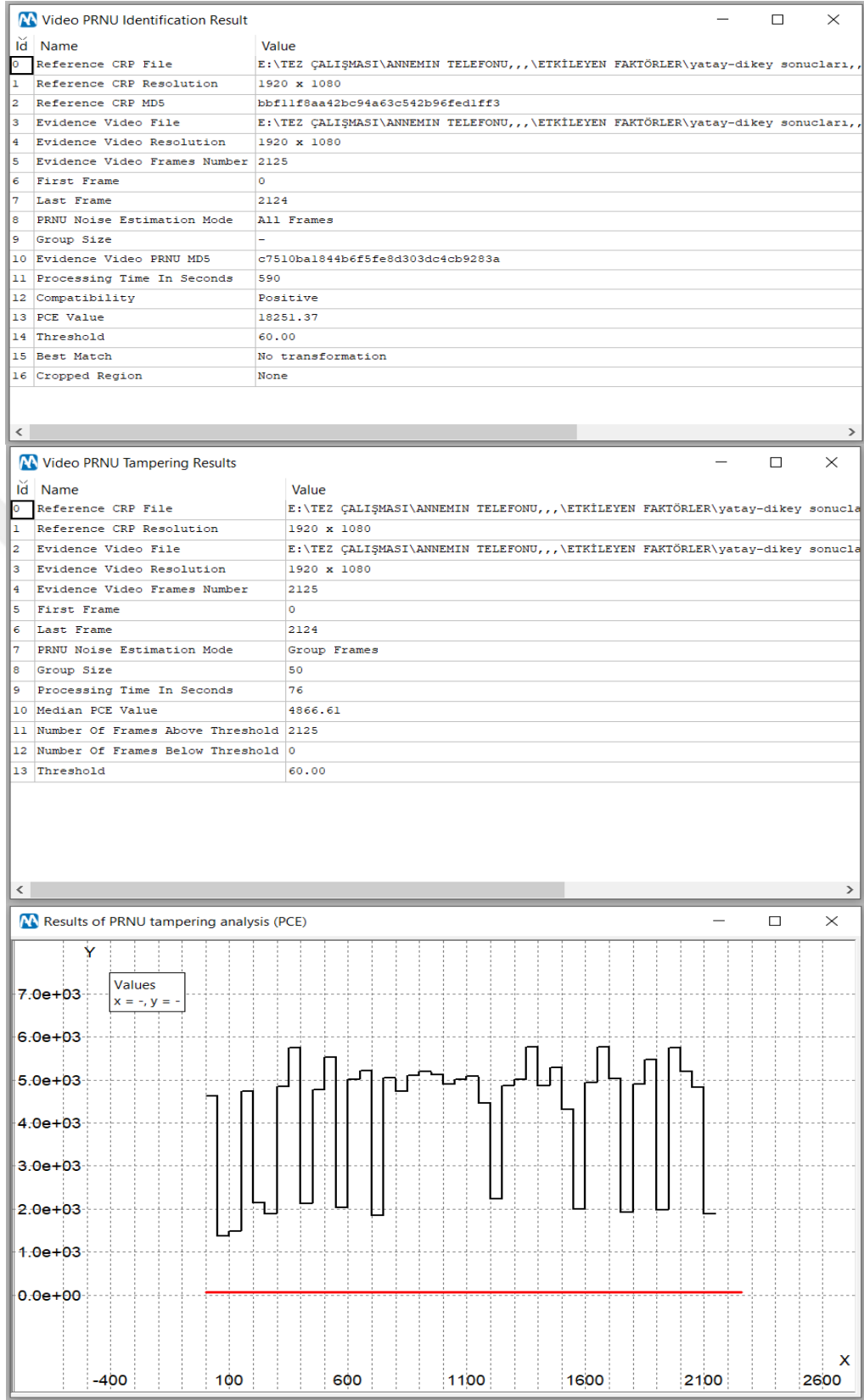
Analiz sonuçları Şekil-3.43.- Şekil-3.45.’te gösterilmiştir.

Video PRNU Identification Result		
Id	Name	Value
0	Reference CRP File	E:\TEZ ÇALIŞMASI\ANNEMİN TELEFONU,,,ETKİLEYEN FAKTÖRLER\yatay-dikey sonuçları,,
1	Reference CRP Resolution	1280 x 720
2	Reference CRP MD5	5a40569a4337370be7969d78be14a558
3	Evidence Video File	E:\TEZ ÇALIŞMASI\ANNEMİN TELEFONU,,,ETKİLEYEN FAKTÖRLER\yatay-dikey sonuçları,,
4	Evidence Video Resolution	1280 x 720
5	Evidence Video Frames Number	2157
6	First Frame	0
7	Last Frame	2156
8	PRNU Noise Estimation Mode	All Frames
9	Group Size	-
10	Evidence Video PRNU MD5	f2fe20a6d66543d6773f5a086b1aebd0
11	Processing Time In Seconds	213
12	Compatibility	Positive
13	PCE Value	87856.67
14	Threshold	60.00
15	Best Match	No transformation
16	Cropped Region	None

Video PRNU Tampering Results		
Id	Name	Value
0	Reference CRP File	E:\TEZ ÇALIŞMASI\ANNEMİN TELEFONU,,,ETKİLEYEN FAKTÖRLER\yatay-dikey sonuçları,,
1	Reference CRP Resolution	1280 x 720
2	Evidence Video File	E:\TEZ ÇALIŞMASI\ANNEMİN TELEFONU,,,ETKİLEYEN FAKTÖRLER\yatay-dikey sonuçları,,
3	Evidence Video Resolution	1280 x 720
4	Evidence Video Frames Number	2157
5	First Frame	0
6	Last Frame	2156
7	PRNU Noise Estimation Mode	Group Frames
8	Group Size	50
9	Processing Time In Seconds	30
10	Median PCE Value	1789.32
11	Number Of Frames Above Threshold	2157
12	Number Of Frames Below Threshold	0
13	Threshold	60.00



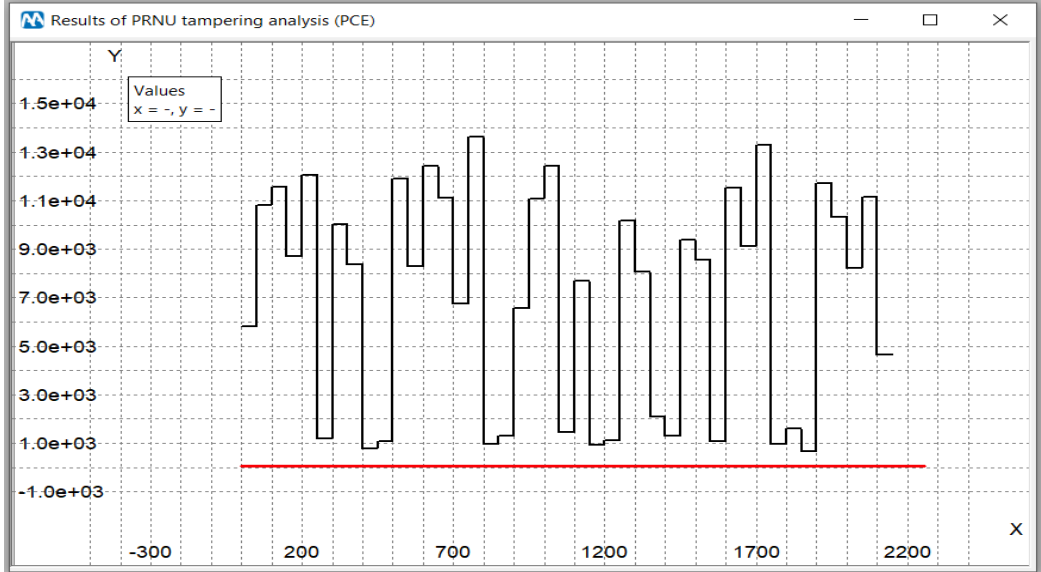
Şekil-3.43. Referansı dikey, kanıt videosu yatay çekim konumunda olan 1280x720 çözünürlüğündeki videoların kaynak analizi mukayesesine yönelik analiz sonuçları.



Şekil-3.44. Referansı yatay, kanıt videosu dikey çekim konumunda olan 1920x1080 çözünürlüğündeki videoların kaynak analizi mukayesesine yönelik analiz sonuçları.

Id	Name	Value
0	Reference CRP File	E:\TEZ ÇALIŞMASI\ANNEMİN TELEFONU,,,ETKİLEYEN FAKTÖRLER\yatay-dikey sonuçları,,
1	Reference CRP Resolution	1920 x 1080
2	Reference CRP MD5	fb45305b5c82bf6e64b464e51b4112c
3	Evidence Video File	E:\TEZ ÇALIŞMASI\ANNEMİN TELEFONU,,,ETKİLEYEN FAKTÖRLER\yatay-dikey sonuçları,,
4	Evidence Video Resolution	1920 x 1080
5	Evidence Video Frames Number	2131
6	First Frame	0
7	Last Frame	2130
8	PRNU Noise Estimation Mode	All Frames
9	Group Size	-
10	Evidence Video PRNU MD5	56e97f53ff26bc676e6e6ffbf9cefa8e
11	Processing Time In Seconds	479
12	Compatibility	Positive
13	PCE Value	33433.74
14	Threshold	60.00
15	Best Match	Rotated
16	Cropped Region	None

Id	Name	Value
0	Reference CRP File	E:\TEZ ÇALIŞMASI\ANNEMİN TELEFONU,,,ETKİLEYEN FAKTÖRLER\yatay-dikey sonuçları,,
1	Reference CRP Resolution	1920 x 1080
2	Evidence Video File	E:\TEZ ÇALIŞMASI\ANNEMİN TELEFONU,,,ETKİLEYEN FAKTÖRLER\yatay-dikey sonuçları,,
3	Evidence Video Resolution	1920 x 1080
4	Evidence Video Frames Number	2131
5	First Frame	0
6	Last Frame	2130
7	PRNU Noise Estimation Mode	Group Frames
8	Group Size	50
9	Processing Time In Seconds	208
10	Median PCE Value	8301.40
11	Number Of Frames Above Threshold	2131
12	Number Of Frames Below Threshold	0
13	Threshold	60.00



Şekil-3.45. Amped Five’da çekim konumu yatay olarak değiştirilen kanıt videosu ile dikey konumda olan referans videosunun kaynak analizi mukayesesine yönelik analiz sonuçları.

3.1.2.10. Optik Zoom

Bu aşamada yapılan deneyler ile amaçlanan, çekim esnasında kameranın zoom özelliği kullanılarak zoomlama yapılması kaynak analizi uygunluk sonucunu, PRNU'yu olumsuz yönde etkileyip etkilemediğini test etmektir.

Deneyde, Samsung marka J7 model cep telefonu ile kameranın optik zoom özelliği kullanılarak, el ile dış mekanda, akşam koşullarında, kamera hareket ettirilmeden, yatay çekim konumunda, 1920x1080 ve 1280x720 çözünürlüklerinde videolar çekilmiştir. Bu videoların kaynak analizine yönelik mukayese sonucu “Pozitif” olarak sonuçlanmakla birlikte 60 threshold değerinin altında ve üstünde karelerin yer aldığı görülmüştür.

Yapılan analiz neticesinde ise “Results of PRNU Tampering Analysis (PCE)” tablosunda gösterilen 60 threshold değerinin altında ve üstünde kalan (kırmızı çizginin altında ve üstünde kalan) karelerin, yakınlaştırma yapılan bölümleri gösteren karelerin yaklaşık olarak değeri olduğu Amped Five yazılımında kareleri incelenerek gözlemlenmiştir. Daha sonra tripodsuz çekilen bu deney, tripod ile çekilmesinin PRNU analizine etkisi olup olmadığını test etmek adına tripod kullanılarak yapılmıştır.

Samsung marka J7 model cep telefonu ile kameranın optik zoom özelliği kullanılarak, tripod ile, dış mekanda, akşam koşullarında, kamera yatay çekim konumunda, 1920x1080 ve 1280x720 çözünürlüklerinde videolar çekildi. Bu videoların kaynak analizine yönelik mukayese sonucu “Pozitif” olarak sonuçlanmakla birlikte 60 threshold değerinin altında ve üstünde karelerin kaldığı görülmüştür.

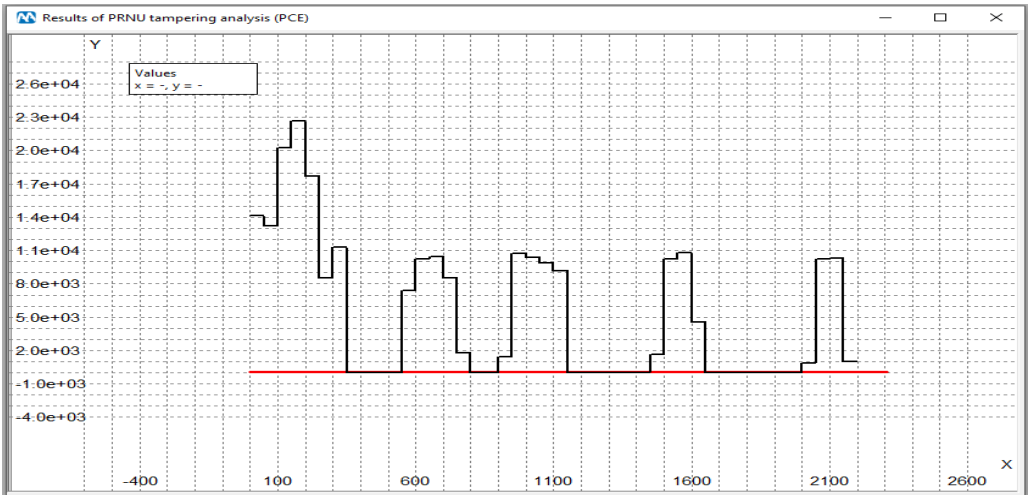
Yapılan analiz neticesinde ise “Results of PRNU Tampering Analysis (PCE)” tablosunda gösterilen 60 threshold değerinin altında ve üstünde kalan (kırmızı çizginin altında ve üstünde kalan) karelerin, zoomlama yapılan bölümleri gösteren karelerin yaklaşık olarak değeri olduğu Amped Five yazılımında kareleri incelenerek gözlemlenmiştir.

Dolayısıyla zoom özelliği kullanılarak çekilen videoların tripod kullanılarak yeniden çekilmesi, kaynak analizi uygunluk sonucunu olumlu ya da olumsuz yönde etkilemediği tespit edilmiştir.

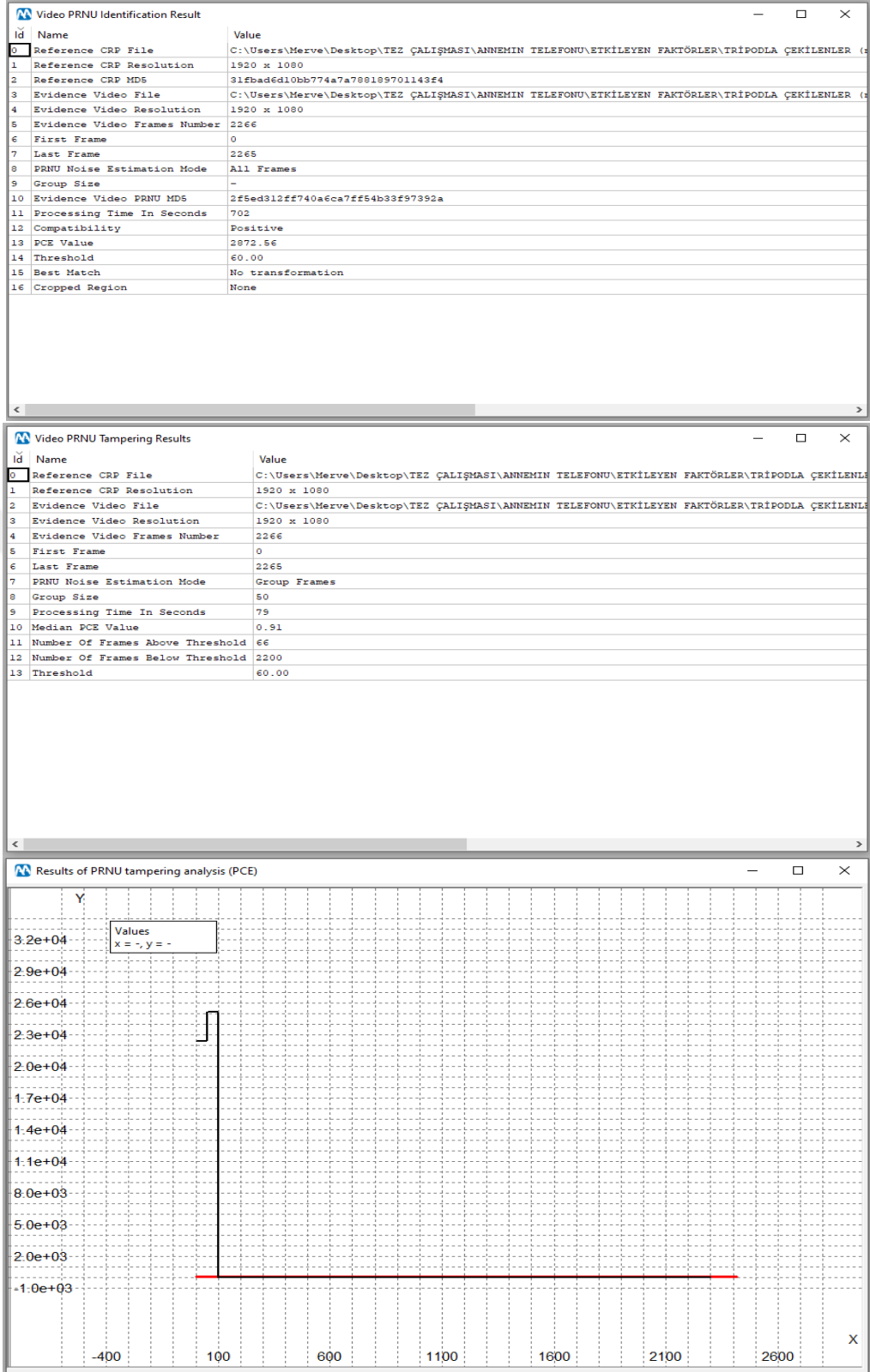
Analiz sonuçları Şekil-3.46. ve Şekil-3.47.’de gösterilmiştir.

Video PRNU Identification Result		
Id	Name	Value
0	Reference CRP File	C:\Users\Merve\Desktop\TEZ ÇALIŞMASI\ANNEMİN TELEFONU\NORMAL KOŞULLARA GÖRE ÇEKİLENLER\diş meka
1	Reference CRP Resolution	1280 x 720
2	Reference CRP MDS	4f4875155492be5aa575fe65e64e3439
3	Evidence Video File	C:\Users\Merve\Desktop\TEZ ÇALIŞMASI\ANNEMİN TELEFONU\NORMAL KOŞULLARA GÖRE ÇEKİLENLER\diş meka
4	Evidence Video Resolution	1280 x 720
5	Evidence Video Frames Number	2169
6	First Frame	0
7	Last Frame	2168
8	PRNU Noise Estimation Mode	All Frames
9	Group Size	-
10	Evidence Video PRNU MDS	222c2a6c0d146f6d82f38fbf00654b15
11	Processing Time In Seconds	282
12	Compatibility	Positive
13	PCE Value	49639.04
14	Threshold	60.00
15	Best Match	No transformation
16	Cropped Region	None

Video PRNU Tampering Results		
Id	Name	Value
0	Reference CRP File	C:\Users\Merve\Desktop\TEZ ÇALIŞMASI\ANNEMİN TELEFONU\NORMAL KOŞULLARA GÖRE ÇEKİLENLER\diş m
1	Reference CRP Resolution	1280 x 720
2	Evidence Video File	C:\Users\Merve\Desktop\TEZ ÇALIŞMASI\ANNEMİN TELEFONU\NORMAL KOŞULLARA GÖRE ÇEKİLENLER\diş m
3	Evidence Video Resolution	1280 x 720
4	Evidence Video Frames Number	2169
5	First Frame	0
6	Last Frame	2168
7	PRNU Noise Estimation Mode	Group Frames
8	Group Size	50
9	Processing Time In Seconds	40
10	Median PCE Value	1612.70
11	Number Of Frames Above Threshold	1219
12	Number Of Frames Below Threshold	950
13	Threshold	60.00



Şekil-3.46. Tripod kullanılmadan, zoom yapılarak çekilen, 1280x720 çözünürlüğündeki kanıt videosu ile zoom yapılmadan çekilen referans video modelinin kaynak analizi mukayasesine yönelik analiz sonuçları.

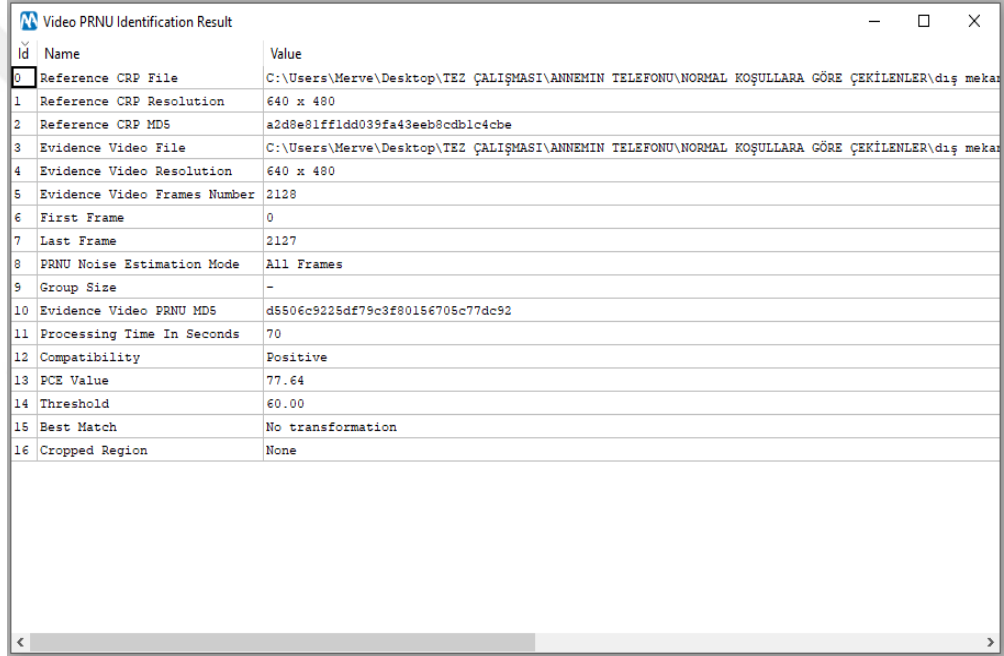


Şekil-3.47. Tripod kullanılarak ve zoom yapılarak çekilen, 1920x1080 çözünürlüğündeki kanıt videosu ile zoom yapılmadan çekilen referans video modelinin kaynak analizi mukayesesine yönelik analiz sonuçları.

3.1.2.11. Tripod ile Çekim

Bu kamera ile tripodsuz çekim yapılarak sonucu pozitif iken 60 eşığının altında ve üstünde kareleri kalan, negatif sonuçlanan ve zoom yapılarak çekilen birkaç video, kaynak analizi sonucuna tripodun etkisi olup olmadığı görebilmek için tripod kullanılarak çekilmiş ve Authenticate’de analiz edilmiştir. Yapılan deneyler neticesinde,

- Tripod kullanılmadan dış ortamda, gündüz koşullarında, 640x480 çözünürlüğünde çekimi yapılan ve “Pozitif” sonuçlanan video, tripod kullanılarak tekrar çekildiğinde kaynak analizi, “Negatif” sonuçlanmıştır (Şekil-3.48.- Şekil-3.53.).



Id	Name	Value
0	Reference CRP File	C:\Users\Merve\Desktop\TEZ ÇALIŞMASI\ANNEMİN TELEFONU\NORMAL KOŞULLARA GÖRE ÇEKİLENLER\dış meka
1	Reference CRP Resolution	640 x 480
2	Reference CRP MD5	a2d8e81ff1dd039fa43eeb8cdb1c4cbe
3	Evidence Video File	C:\Users\Merve\Desktop\TEZ ÇALIŞMASI\ANNEMİN TELEFONU\NORMAL KOŞULLARA GÖRE ÇEKİLENLER\dış meka
4	Evidence Video Resolution	640 x 480
5	Evidence Video Frames Number	2128
6	First Frame	0
7	Last Frame	2127
8	PRNU Noise Estimation Mode	All Frames
9	Group Size	-
10	Evidence Video PRNU MD5	d5506c9225df79c3f80156705c77dc92
11	Processing Time In Seconds	70
12	Compatibility	Positive
13	PCE Value	77.64
14	Threshold	60.00
15	Best Match	No transformation
16	Cropped Region	None

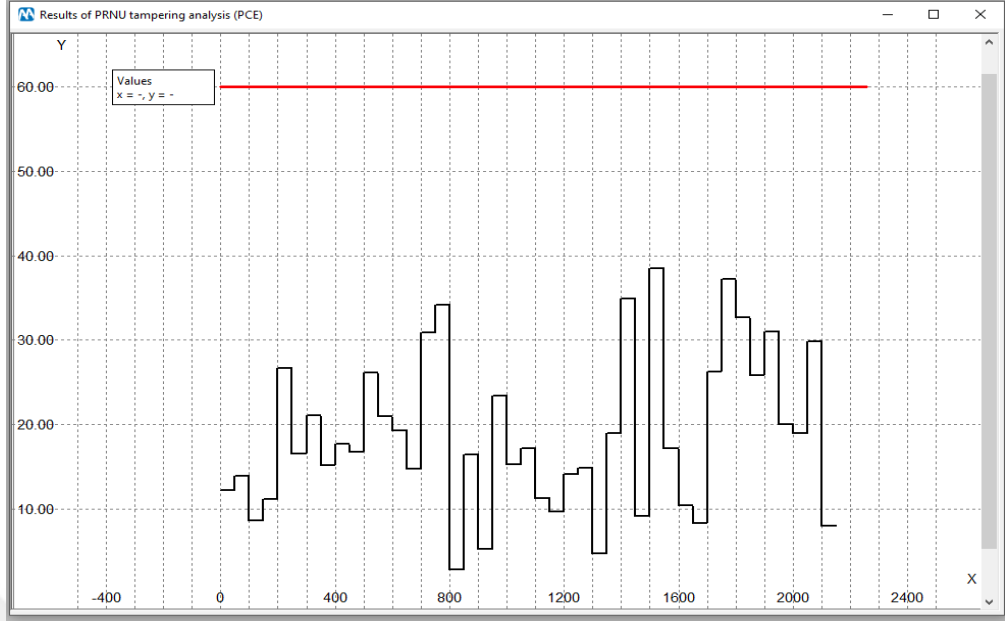
Şekil-3.48. Tripodsuz çekim sonucu.

Video PRNU Identification Result		
Id	Name	Value
0	Reference CRP File	E:\TEZ ÇALIŞMASI\ANNEMİN TELEFONU\ETKİLEYEN FAKTÖRLER\TRİPODLA ÇEKİLENLER (negativeler
1	Reference CRP Resolution	640 x 480
2	Reference CRP MD5	a39005388eaffcfa2209ddac5f3d0e09
3	Evidence Video File	E:\TEZ ÇALIŞMASI\ANNEMİN TELEFONU\ETKİLEYEN FAKTÖRLER\TRİPODLA ÇEKİLENLER (negativeler
4	Evidence Video Resolution	640 x 480
5	Evidence Video Frames Number	2271
6	First Frame	0
7	Last Frame	2270
8	PRNU Noise Estimation Mode	All Frames
9	Group Size	-
10	Evidence Video PRNU MD5	195a51202950783c2c6f0925390a70ae
11	Processing Time In Seconds	68
12	Compatibility	Negative
13	PCE Value	12.55
14	Threshold	60.00
15	Best Match	-
16	Cropped Region	-

Şekil-3.49. Tripodlu çekim sonucu.

Video PRNU Tampering Results		
Id	Name	Value
0	Reference CRP File	C:\Users\Merve\Desktop\TEZ ÇALIŞMASI\ANNEMİN TELEFONU\NORMAL KOŞULLARA GÖRE ÇEKİLENLER\diş t
1	Reference CRP Resolution	640 x 480
2	Evidence Video File	C:\Users\Merve\Desktop\TEZ ÇALIŞMASI\ANNEMİN TELEFONU\NORMAL KOŞULLARA GÖRE ÇEKİLENLER\diş t
3	Evidence Video Resolution	640 x 480
4	Evidence Video Frames Number	2128
5	First Frame	0
6	Last Frame	2127
7	PRNU Noise Estimation Mode	Group Frames
8	Group Size	50
9	Processing Time In Seconds	11
10	Median PCE Value	17.14
11	Number Of Frames Above Threshold	0
12	Number Of Frames Below Threshold	2128
13	Threshold	60.00

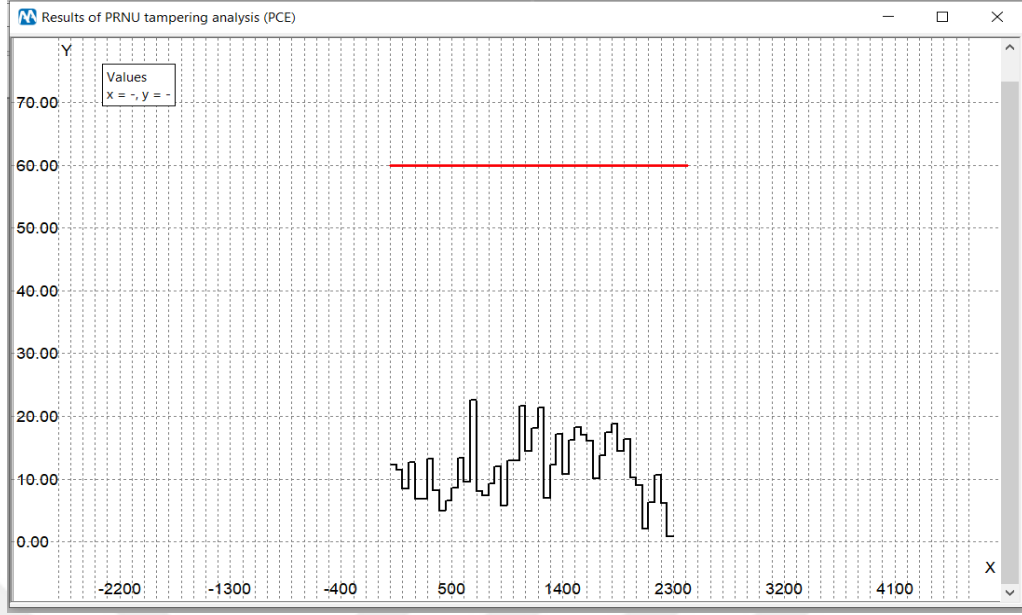
Şekil-3.50. Tripodsuz çekim sonucu.



Şekil-3.51. Tripodsuz çekim sonucu.

Video PRNU Tampering Results		
Id	Name	Value
0	Reference CRP File	E:\TEZ ÇALIŞMASI\ANNEMİN TELEFONU\ETKİLEYEN FAKTÖRLER\TRİPODLA ÇEKİLENLER (negativel
1	Reference CRP Resolution	640 x 480
2	Evidence Video File	E:\TEZ ÇALIŞMASI\ANNEMİN TELEFONU\ETKİLEYEN FAKTÖRLER\TRİPODLA ÇEKİLENLER (negativel
3	Evidence Video Resolution	640 x 480
4	Evidence Video Frames Number	2271
5	First Frame	0
6	Last Frame	2270
7	PRNU Noise Estimation Mode	Group Frames
8	Group Size	50
9	Processing Time In Seconds	11
10	Median PCE Value	11.97
11	Number Of Frames Above Threshold	0
12	Number Of Frames Below Threshold	2271
13	Threshold	60.00

Şekil-3.52. Tripodlu çekim sonucu.



Şekil-3.53. Tripodlu çekim sonucu.

Ayrıca daha önce tripod kullanılmadan iç ortamda, akşam koşullarında, 640x480 çözünürlüğünde çekimi yapılan ve “Negatif” sonuçlanan video ise, tripod kullanılarak tekrar çekildiğinde kaynak analizi, “Pozitif” olarak sonuçlanmıştır (Şekil-3.54.- Şekil-3.59.).

Video PRNU Identification Result		
Id	Name	Value
0	Reference CRP File	C:\Users\Merve\Desktop\TEZ ÇALIŞMASI\ANNEMİN TELEFONU\NORMAL KOŞULLARA GÖRE ÇEKİLENLER\iç mekan,
1	Reference CRP Resolution	640 x 480
2	Reference CRP MD5	elf5befe6c3e646b7289c877e61ae649
3	Evidence Video File	C:\Users\Merve\Desktop\TEZ ÇALIŞMASI\ANNEMİN TELEFONU\NORMAL KOŞULLARA GÖRE ÇEKİLENLER\iç mekan,
4	Evidence Video Resolution	640 x 480
5	Evidence Video Frames Number	2129
6	First Frame	0
7	Last Frame	2128
8	PRNU Noise Estimation Mode	All Frames
9	Group Size	-
10	Evidence Video PRNU MD5	4b6fcb7390a4559a035c0e7941fdef0d
11	Processing Time In Seconds	76
12	Compatibility	Negative
13	PCE Value	29.42
14	Threshold	60.00
15	Best Match	-
16	Cropped Region	-

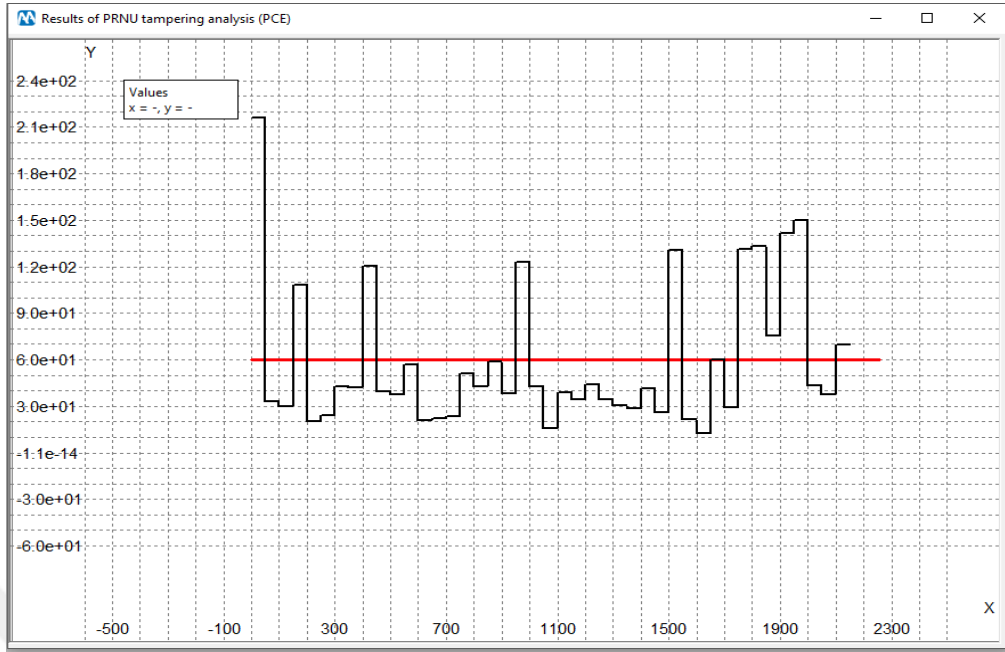
Şekil-3.54. Tripodsuz çekim sonucu.

Video PRNU Identification Result		
Id	Name	Value
0	Reference CRP File	E:\TEZ ÇALIŞMASI\ANNEMİN TELEFONU\ETKİLEYEN FAKTÖRLER\TRİPODLA ÇEKİLENLER (negat
1	Reference CRP Resolution	640 x 480
2	Reference CRP MD5	080c266de01c285clacd97206e2e3b4c
3	Evidence Video File	E:\TEZ ÇALIŞMASI\ANNEMİN TELEFONU\ETKİLEYEN FAKTÖRLER\TRİPODLA ÇEKİLENLER (negat
4	Evidence Video Resolution	640 x 480
5	Evidence Video Frames Number	2363
6	First Frame	0
7	Last Frame	2362
8	PRNU Noise Estimation Mode	All Frames
9	Group Size	-
10	Evidence Video PRNU MD5	70384a828292386b6b0ca0abcf5dd217
11	Processing Time In Seconds	62
12	Compatibility	Positive
13	PCE Value	409.87
14	Threshold	60.00
15	Best Match	No transformation
16	Cropped Region	None

Şekil-3.55. Tripodlu çekim sonucu.

Video PRNU Tampering Results		
Id	Name	Value
0	Reference CRP File	C:\Users\Merve\Desktop\TEZ ÇALIŞMASI\ANNEMİN TELEFONU\NORMAL KOŞULLARA GÖRE ÇEKİLENLER\iç me
1	Reference CRP Resolution	640 x 480
2	Evidence Video File	C:\Users\Merve\Desktop\TEZ ÇALIŞMASI\ANNEMİN TELEFONU\NORMAL KOŞULLARA GÖRE ÇEKİLENLER\iç me
3	Evidence Video Resolution	640 x 480
4	Evidence Video Frames Number	2129
5	First Frame	0
6	Last Frame	2128
7	PRNU Noise Estimation Mode	Group Frames
8	Group Size	50
9	Processing Time In Seconds	12
10	Median PCE Value	41.10
11	Number Of Frames Above Threshold	579
12	Number Of Frames Below Threshold	1550
13	Threshold	60.00

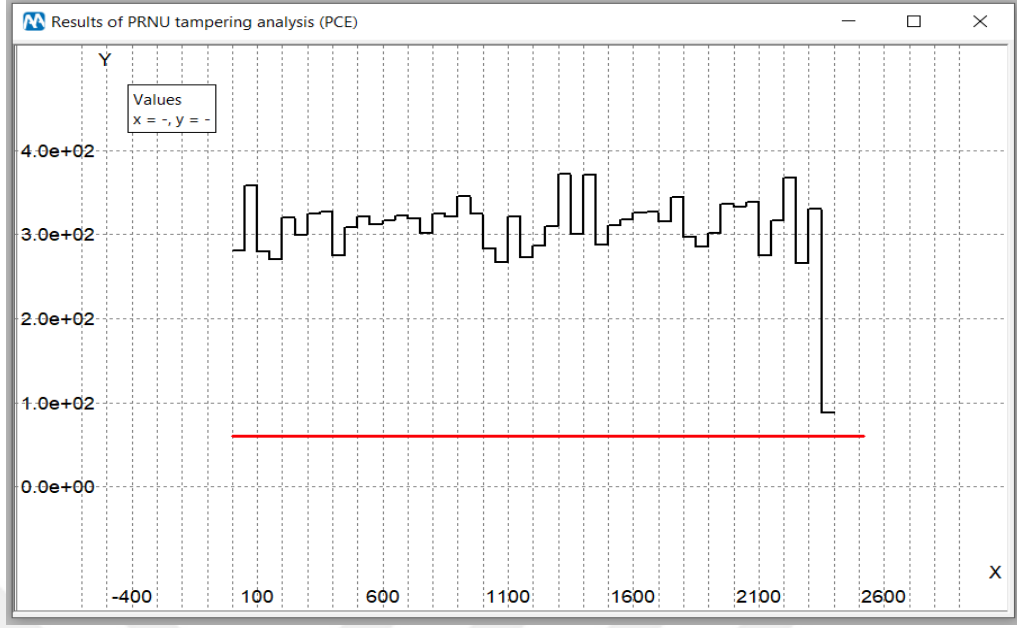
Şekil-3.56. Tripodsuz çekim sonucu.



Şekil-3.57. Tripodsuz çekim sonucu.

Id	Name	Value
0	Reference CRP File	E:\TEZ ÇALIŞMASI\ANNEMİN TELEFONU\ETKİLEYEN FAKTÖRLER\TRİPODLA ÇEKİLENLER (p
1	Reference CRP Resolution	640 x 480
2	Evidence Video File	E:\TEZ ÇALIŞMASI\ANNEMİN TELEFONU\ETKİLEYEN FAKTÖRLER\TRİPODLA ÇEKİLENLER (p
3	Evidence Video Resolution	640 x 480
4	Evidence Video Frames Number	2363
5	First Frame	0
6	Last Frame	2362
7	PRNU Noise Estimation Mode	Group Frames
8	Group Size	50
9	Processing Time In Seconds	10
10	Median PCE Value	316.82
11	Number Of Frames Above Threshold	2363
12	Number Of Frames Below Threshold	0
13	Threshold	60.00

Şekil-3.58. Tripodlu çekim sonucu.

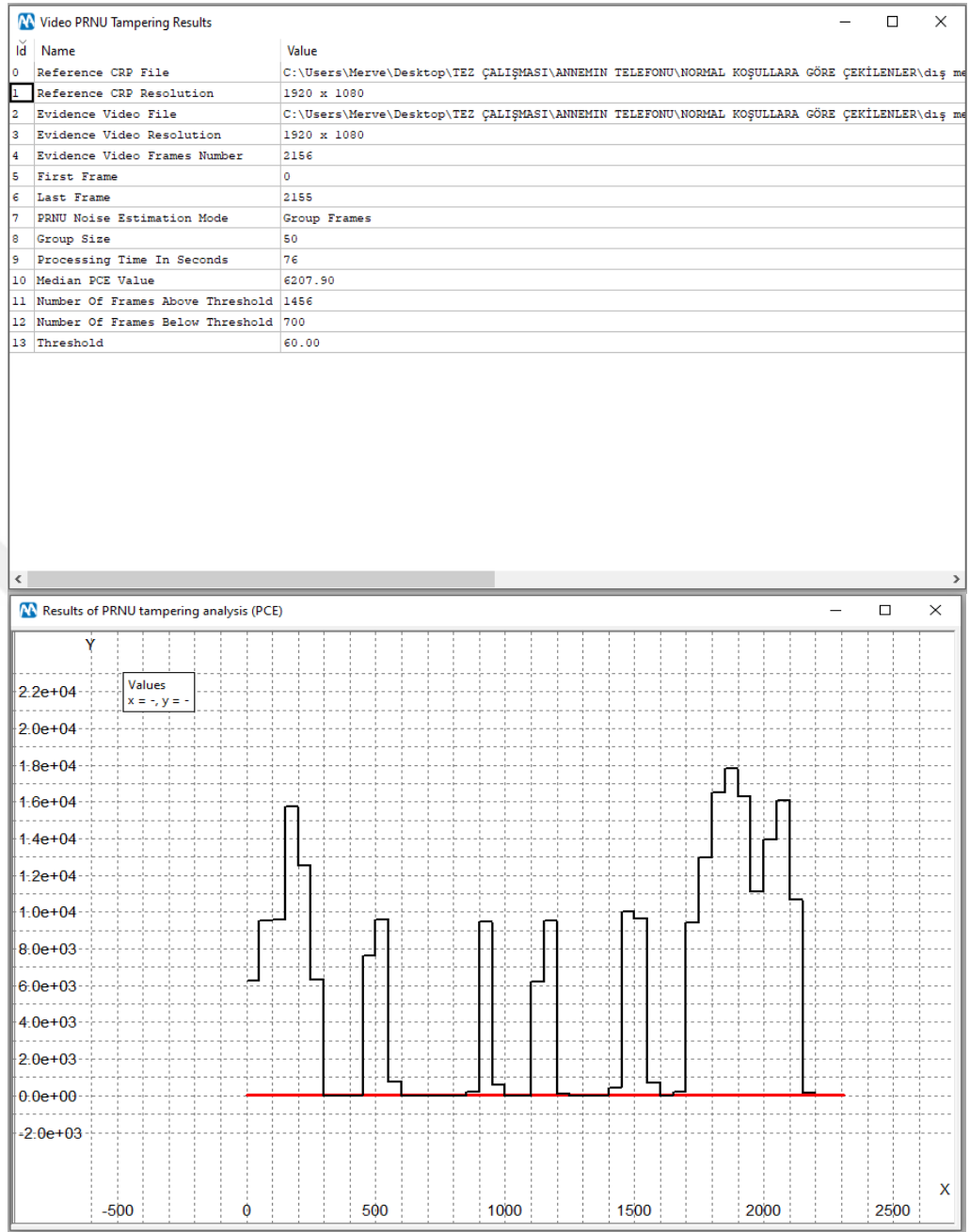


Şekil-3.59. Tripodlu çekim sonucu.

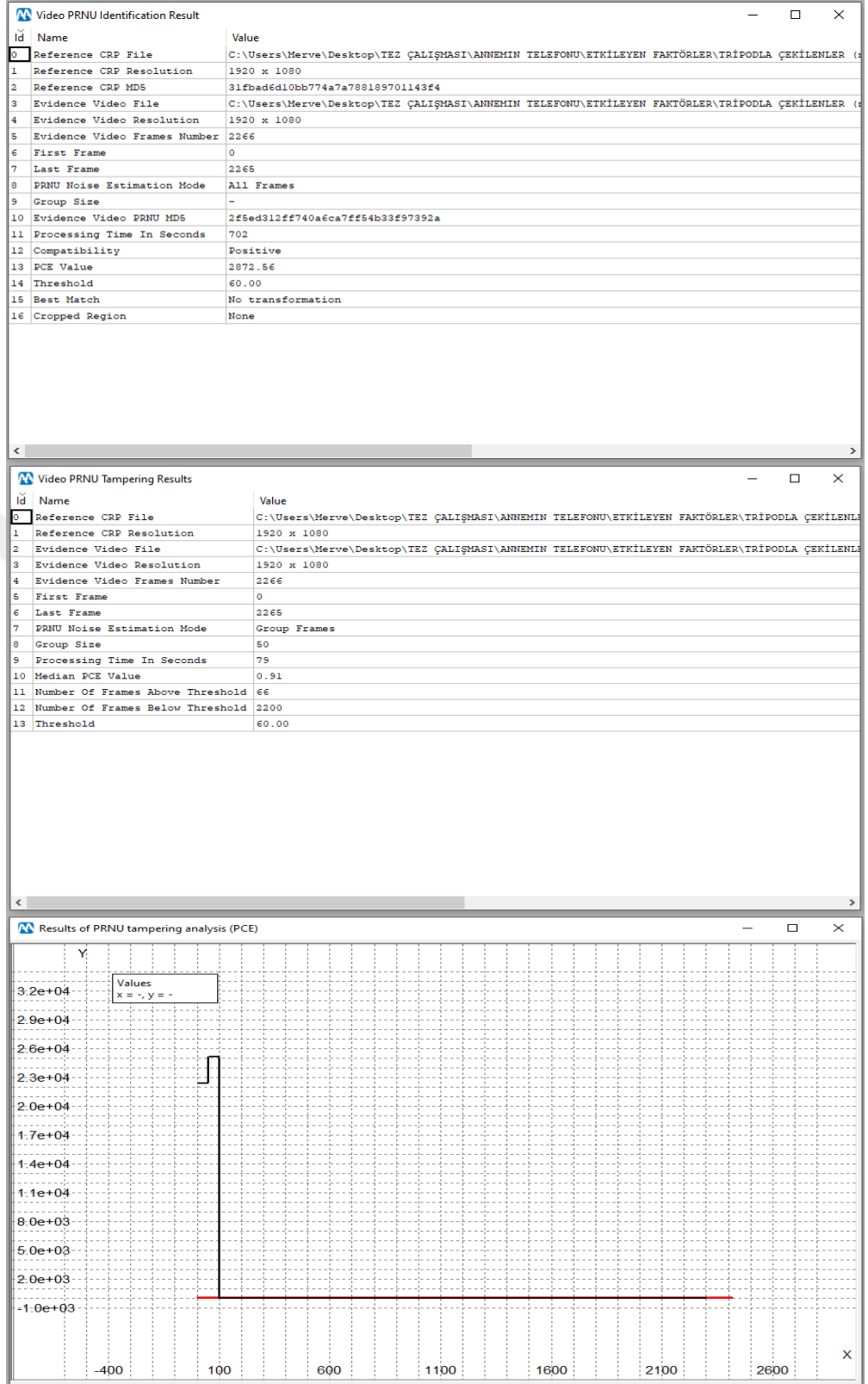
- Tripod kullanılmadan zoom yapılarak çekilen ve “Pozitif” sonuçlanan videolar ise tripod ile zoom yapılarak çekildiğinde tekrar “Pozitif” sonuç verdiği görülmüştür (Şekil-3.60.- Şekil-3.62.).

Video PRNU Identification Result		
Id	Name	Value
0	Reference CRP File	C:\Users\Merve\Desktop\TEZ ÇALIŞMASI\ANNEMİN TELEFONU\NORMAL KOŞULLARA GÖRE ÇEKİLENLER\dış mek
1	Reference CRP Resolution	1920 x 1080
2	Reference CRP MD5	5cd0b0a05b969f546b17f40dlccafa55
3	Evidence Video File	C:\Users\Merve\Desktop\TEZ ÇALIŞMASI\ANNEMİN TELEFONU\NORMAL KOŞULLARA GÖRE ÇEKİLENLER\dış mek
4	Evidence Video Resolution	1920 x 1080
5	Evidence Video Frames Number	2156
6	First Frame	0
7	Last Frame	2155
8	PRNU Noise Estimation Mode	All Frames
9	Group Size	-
10	Evidence Video PRNU MD5	689b6599ce8e904286fabb84e99e67a4
11	Processing Time In Seconds	671
12	Compatibility	Positive
13	PCE Value	79574.29
14	Threshold	60.00
15	Best Match	No transformation
16	Cropped Region	None

Şekil-3.60. Tripod kullanılmadan zoom yapılarak çekilen 1920x1080 çözünürlüğündeki görüntülerin kaynak analizi mukayese sonucu.



Şekil-3.61. Tripod kullanılmadan zoom yapılarak çekilen 1920x1080 çözünürlüğündeki görüntülerin kaynak analizi mukayese sonuçları.



Şekil-3.62. Tripod ile zoom yapılarak çekilen 1920x1080 çözünürlüğündeki görüntülerin kaynak analizi mukayese sonuçları.

3.2. Canon Marka EOS 70D Model Fotoğraf Makinası ile Çekilen Görüntü Kayıtları Üzerinde Şüpheli Kamera Tespitine Yönelik Yapılan Çalışmalar

3.2.1. Normal Koşullarda (Herhangi Bir Müdahale Olmadan) Yapılan Çekimler

Normal çekimler iç ve dış ortamda, akşam ve gündüz koşullarında, karanlıkta, optik zoom modunda, yatay çekim konumunda, 640x480, 1280x720 ve 1920x1080 çözünürlüklerinde, otomatik ve manuel çekim modlarında ve tripod kullanılarak yapılmıştır. Çekimlerde iç mekanlarda duvar ve dış mekanlarda gökyüzü referans olarak kullanılmıştır.

Yapılan normal çekimlerin kaynak analiz sorgulamasında, dış ortamda, gündüz koşullarında çekilen, 640x480 ve 1280x720 çözünürlüğündeki videolar ile iç ortamda, akşam ve gündüz koşullarında çekilen 640x480 çözünürlüğündeki videolar “Negatif” olarak sonuçlanmıştır. Ayrıca iç ortamda, gündüz koşullarında çekilen 1920x1080 çözünürlüğündeki video “Negatif” olarak sonuçlanmış ancak 1560 karesinin 60 eşiğinin üstünde ve 500 karesinin altında kaldığı görülmüştür. Bu görüntülerin dışındaki videoların analiz sonucu “Pozitif” sonuçlanmıştır.

3.2.2. Kaynak Analizi Sonucuna Etki Edebileceği Değerlendirilen Faktörlere Göre Yapılan Çekimler

3.2.2.1. Adobe Premiere Yazılımı Kullanılarak Canon Marka EOS 70D Model Fotoğraf Makinası ile Çekilen Görüntülerin Birbirlerinin İçine Eklenmesiyle Oluşturulan Yeni Videoların Kaynak Analizi

Bu aşamada yapılan deneyler ile amaçlanan, aynı ve farklı kameralardan çekimi yapılan videoların birbirleri içine eklenmesiyle oluşturulan yeni videonun, aynı sensörden çekilip çekilmediği sonucunu gösteren kamera uygunluk (compatibility) denetiminde çıkan sonuçları test etmekle birlikte “Video PRNU Identification Result” ile “Video PRNU Tampering Result” tablolarındaki tüm sonuçları analiz etmektir. Bu kapsamda yapılan deneyler şu şekildedir:

- Dış ortamda, gündüz ve akşam koşullarında, kamera yatay çekim konumunda, 1920x1080 çözünürlüğündeki iki ayrı video Adobe Premiere yazılımında birbirinin içine

eklenerek 1920x1080 çözünürlüğünde yeni bir video oluşturuldu. Yeni oluşturulan bu video, orijinal referans video modelleri ile mukayese edildi ve kaynak analizi “Pozitif” olarak sonuçlandı. Yani Adobe Premiere ile yeniden oluşturulmasının PRNU analizini olumsuz yönde etkilemediği tespit edilmiştir.

Referans-1: Canon Marka Eos 70D model fotoğraf makinası ile dış ortamda, gündüz koşullarında çekimi yapılan 1920x1080 çözünürlüğünde gökyüzü videosu.

Referans-2: Canon Marka Eos 70D fotoğraf makinası ile dış ortamda, akşam koşullarında çekimi yapılan 1920x1080 çözünürlüğünde gökyüzü videosu.

- Birbiri içine eklenerek yeniden oluşturulan 1920x1080 çözünürlüğündeki video ile 1920x1080 çözünürlüğündeki referans video modelinin kaynak analizinde kamera uygunluk (compatibility) test sonucu “Pozitif” sonuçlanarak aynı sensörden çekildikleri sonucunu göstermektedir.

Ayrıca “Video PRNU Tampering Result” tablosunda 60 eşliğinin altında kalan kareler, birbiri içine eklenen videoların eklendikleri bölümlerin yaklaşık olarak kare değerlerini göstermektedir.

Referans video: İç ortamda, akşam koşullarında çekilen, 1920x1080 çözünürlüğünde duvar videosu.

3.2.2.2. Adobe Premiere Yazılımı Kullanılarak Farklı Marka/Model Kamera Çekimlerinin Birbirlerinin İçine Eklenmesiyle Oluşturulan Yeni Videoların Kaynak Analizi

Canon Eos 70D fotoğraf makinası ile dış ortamda, akşam koşullarında, tripod ile çekilen, 1920x1080 çözünürlüğündeki video kaydı ile Canon Legria HFR806 HD video kamera ile iç ortamda, akşam koşullarında, tripod ile çekilen 1920x1080 çözünürlüğündeki video kayıtları, Adobe Premiere yazılımı kullanılarak biri diğerinin içine belirli bölümlerinden kesilerek eklendi. Bu ekleme sonucunda 1920x1080 çözünürlüğünde *.mp4 uzantılı bir adet video oluşturuldu. Oluşturulan bu video, orijinal kaynaktaki iki ayrı referans video modelleriyle ayrı ayrı mukayese edildi. Yeniden oluşturulan bu video ile Canon Legria

HFR806 HD video kamera ve Canon Eos 70D fotoğraf makinası tarafından çekilen referans video modelleriyle mukayesesi “Pozitif” sonuçlanmıştır.

Ayrıca Amped Authenticatede, referans video modeli ile iç içe eklenerek oluşturulan videonun mukayesesinde, “Results of PRNU Tampering Analysis (PCE)” tablosunda gösterilen 60 threshold değerinin altında ve üstünde kalan (kırmızı çizginin altında ve üstünde kalan) karelerin, iç içe eklenerek oluşturulan videolarda her kameranın kendi referans video modeline denk gelen bölümlerini gösteren karelerin yaklaşık olarak değeri olduğu Amped Five yazılımında kareleri incelenerek gözlemlenmiştir.

Referans-1: Canon Legria HFR806 HD video kamera ile iç ortamda, akşam koşullarında çekimi yapılan 1920x1080 çözünürlüğünde duvar videosu.

Referans-2: Canon Eos 70D fotoğraf makinası ile dış ortamda, akşam koşullarında çekimi yapılan 1920x1080 çözünürlüğünde gökyüzü videosu.

3.2.2.3. Adobe Premiere Yazılımı Kullanılarak Canon Marka Eos 70D Model Fotoğraf Makinası ile Çekilen Görüntülerin Belirli Bölüm/Bölümlerinden Kırılmasıyla Oluşturulan Yeni Videoların Kaynak Analizi

Canon marka Eos 70D model fotoğraf makinası ile dış ortamda, akşam koşullarında, 1920x1080 çözünürlüğünde çekimi yapılan 01.15 dakika olan kanıt videosu, Adobe Premiere yazılımında kırılarak süresi 01.07 dakika olarak kısaltılıp 1920x1080 çözünürlüğünde yeniden oluşturuldu. Oluşturulan bu video ile referans video modeli mukayesesinde kaynak analizi “Pozitif” sonuçlanmıştır. Dolayısıyla bu yazılım ile müdahale edilerek, kırılmasıyla oluşturulan videonun orijinal referans video ile uyumlu olduğu dolayısıyla aynı sensörden çekildiği sonucunu göstermektedir.

Referans video: Dış ortamda, akşam koşullarında, 1920x1080 çözünürlüğünde çekim yapılan gökyüzü videosu.

3.2.2.4. Çözünürlük

Bu aşamada yapılan deneyler şu şekildedir:

- Dış ortamda, akşam koşullarında, yatay çekim konumunda, 1280x720 çözünürlüğünde çekim yapılan görüntünün önce referans video çözünürlüğü daha sonra kanıt videosunun çözünürlüğü Amped Five yazılımında 640x360 çözünürlüğünde düşürülerek yeniden oluşturulmuştur. Çözünürlüğü düşürülen referans ile orijinal 1280x720 çözünürlüğündeki kanıt videosu ve çözünürlüğü düşürülen kanıt ile orijinal 1280x720 çözünürlüğündeki referans videosu Authenticate’de mukayese edilmiştir. Mukayese neticesinde kaynak analizi uygunluk sonuçları “Pozitif” olarak sonuçlanmıştır. Ayrıca videoların orijinal çekim çözünürlükleri yazılım vasıtasıyla daha sonradan değiştirildiği, yeniden boyutlandırıldığı için “Resized” sonucu görülmüştür.

- İç ortamda, gündüz koşullarında, yatay çekim konumunda, 1280x720 çözünürlüğünde çekim yapılan görüntünün önce referans video çözünürlüğü sonra da kanıt video çözünürlüğü Amped Five yazılımında 2560x1440 çözünürlüğüne yükseltilerek yeniden oluşturulmuştur. Çözünürlüğü yükseltilen referans ile orijinal 1280x720 çözünürlüğündeki kanıt videosu ve çözünürlüğü yükseltilen kanıt ile orijinal 1280x720 çözünürlüğündeki referans videosu Authenticate’de mukayese edilmiştir. Mukayese neticesinde kaynak analizi uygunluk sonuçları “Pozitif” olarak sonuçlanmıştır. Ayrıca videoların orijinal çekim çözünürlükleri yazılım vasıtasıyla daha sonradan değiştirildiği, yeniden ölçeklendirildiği için “Resized” uyarısını da vermiştir. Ancak çözünürlüğü yükseltilen referans videosu ile çözünürlüğü değiştirilmeyen kanıt videosunun mukayesesinde, “Video PRNU Tampering Results” tablosunda toplam 3772 karenin 3522 karesinin 60 eşiğinin üstünde kaldığı geriye kalan 250 karenin tabloda yer almadığı görülmüştür.

- Yazılım müdahalesi olmadan kamera çekiminde çözünürlükleri birbirinden farklı aynı ve farklı ortam/koşullarda çekim yapılan birkaç videonun kaynak analizine yönelik mukayeseleri yapılmıştır.

- İlk deneyde, dış ortamda, akşam koşullarında, yatay çekim konumunda, 640x480 çözünürlüğünde çekim yapılan kanıt videosu ile dış ortamda, akşam koşullarında, yatay çekim konumunda, 1280x720 çözünürlüğünde çekim yapılan gökyüzü referans videosu mukayese edilmiş ve kaynak analizi sonucu “Negatif” sonuçlanmıştır.

- Sonrasında, dış ortamda, akşam koşullarında, yatay çekim konumunda, 1920x1080 çözünürlüğünde çekim yapılan kanıt videosu ile dış ortamda, gündüz koşullarında, yatay çekim konumunda, 1280x720 çözünürlüğünde çekilen gökyüzü referans videosu mukayese

edilmiş ve kaynak analizi sonucu “Pozitif” sonuçlanmıştır. Ayrıca referans ve kanıt video çözünürlüklerinin birbirinden farklı olmasından kaynaklandığı değerlendirilen “Resized” uyarısını verdiği görülmüştür.

- Daha sonra, dış ortamda, akşam koşullarında, yatay çekim konumunda, 640x480 çözünürlüğünde çekim yapılan gökyüzü referans videosu ile iç ortamda, akşam koşullarında, yatay çekim konumunda, 1920x1080 çözünürlüğünde çekim yapılan kanıt videosu mukayese edilmiş ve kaynak analizi sonucu “Negatif” sonuçlanmıştır.

- Dış ortamda, akşam koşullarında, yatay çekim konumunda, 640x480 çözünürlüğünde çekim yapılan gökyüzü referans videosu ile iç ortamda, akşam koşullarında, yatay çekim konumunda, 1280x720 çözünürlüğünde çekim yapılan kanıt videosu mukayese edilmiş ve kaynak analizi sonucu “Negatif” sonuçlanmıştır.

- İç ortamda, gündüz koşullarında, yatay çekim konumunda, 1280x720 çözünürlüğünde çekim yapılan duvar referans videosu ile dış ortamda, akşam koşullarında, yatay çekim konumunda, 1920x1080 çözünürlüğünde çekim yapılan kanıt videosu mukayese edilmiş ve kaynak analizi sonucu “Negatif” sonuçlanmıştır.

- İç ortamda, gündüz koşullarında, yatay çekim konumunda, 1280x720 çözünürlüğünde çekim yapılan duvar referans videosu ile dış ortamda, akşam koşullarında, yatay çekim konumunda, 640x480 çözünürlüğünde çekim yapılan kanıt videosu mukayese edilmiş ve kaynak analizi sonucu “Negatif” sonuçlanmıştır.

- Dış ortamda, akşam koşullarında, yatay çekim konumunda, 1920x1080 çözünürlüğünde çekim yapılan gökyüzü referans videosu ile iç ortamda, gündüz koşullarında, yatay çekim konumunda, 1280x720 çözünürlüğünde çekim yapılan kanıt videosu mukayese edilmiş ve kaynak analizi sonucu “Negatif” sonuçlanmıştır.

Dolayısıyla aynı ortamda çekilen farklı çözünürlükteki videoların kaynak analizi “Pozitif” sonuçlanırken, farklı ortamlarda çekilen farklı çözünürlüklerdeki videoların mukayeseleri “Negatif” sonuçlanmıştır. Böylelikle bu deneyde, Canon Eos 70D fotoğraf makinası kamerası için, PRNU analizini etkileyen faktörün referans ve kanıt videolarının birbirlerinden farklı çözünürlüklerde olmasından kaynaklı değil, farklı ortamlardan kaynaklandığı değerlendirilmektedir.

Ayrıca Canon Eos 70D fotoğraf makinasında, 1280x720 çözünürlükte çekilen ve Amped Five ile 640x360 çözünürlüğüne düşürülen videonun, çözünürlüğü değiştirilmeden önceki PCE değeri 44438.14 iken, çözünürlüğü düşürüldükten sonra 16933.46 ve 12613.12 olarak azalmıştır. Yani her iki durumda da sonuçlar pozitif olsa dahi çözünürlüğün düşürülmesi PCE değerini azalttığı görülmüştür. Ayrıca yine 1280x720 çözünürlükte çekilen ve Amped Five ile 2560x1440 çözünürlüğüne yükseltile video, çözünürlüğü değiştirilmeden önceki PCE değeri 120.42 iken, çözünürlüğü yükseltildikten sonra 110.52 ve 197.50 olarak değişmiştir.

3.2.2.5. Işık Koşulları

Akşam ve karanlık koşullarda çekilen, 1920x1080 ve 1280x720 çözünürlüğündeki referans videoları ile gündüz koşullarında çekilen, 1280x720 çözünürlüğündeki kanıt videosu mukayese edilmiştir. Mukayese neticesinde, karanlık ortamda çekilen referans video ile mukayese sonucu “Negatif”, akşam koşullarında çekilen referansın mukayese sonucu “Pozitif” olarak sonuçlanmıştır.

Akşam ve karanlık koşullarda çekilen, 1920x1080 ve 1280x720 çözünürlüğündeki kanıt videoları ile gündüz koşullarında çekilen, 1280x720 çözünürlüğündeki referans videosu mukayese edilmiştir. Mukayese neticesinde her iki kanıt videosu ile referans videosunun mukayesesi “Pozitif” olarak sonuçlanmıştır. Karanlık ortamda çekilen 1920x1080 çözünürlüğündeki kanıt ile 1280x720 çözünürlüğündeki referans videosunun mukayesesinde farklı çözünürlüklerde olmalarından kaynaklandığı değerlendirilen “Resized” uyarısını verdiği de görülmüştür.

Dolayısıyla bu kamera için, karanlık ortamda çekilen referans videosunun kaynak analizi sonucunu olumsuz yönde etkilediği değerlendirilmektedir.

3.2.2.6. İç Mekan/Dış Mekan Çekimi

Bu aşamada, hem referans hem de kanıt videolarının çekimleri dış ve iç ortamda yapılarak birbirleri ile mukayese edilmiştir. Öncelikle referans videosu dış ortamda, kanıt videosu iç ortamda çekilen görüntüler, Amped Authenticate yazılımında karşılaştırılmıştır.

Daha sonra referans videosu iç ortamda, kanıt videosu dış ortamda çekilen görüntülerin mukayesesi yapılmıştır. Yapılan deneyler neticesinde;

- 1280x720 çözünürlüğünde iç ortamda çekilen kanıt videosuyla, dış ortamda, 1920x1080 çözünürlüğündeki referans videonun mukayese sonucu “Negatif”, 1920x1080 çözünürlüğünde iç ortamda çekilen kanıt videosuyla, dış ortamda, 1920x1080 çözünürlüğündeki referans videonun mukayese sonucu “Pozitif” sonuçlanmıştır.

- 1280x720 çözünürlüğünde iç ortamda çekilen referans videosu ile 1920x1080 çözünürlüğünde dış ortamda çekilen kanıt videosunun mukayese sonucu “Negatif”, 1920x1080 çözünürlüğünde iç ortamda çekilen referans videosu ile 1920x1080 çözünürlüğünde dış ortamda çekilen kanıt videosunun mukayese sonucu “Pozitif” sonuçlanmıştır.

Bu aşamada yapılan deneylerde, referans ve kanıt videolarının birbirinin aksi ortamlarda (iç/dış mekan) çekilmiş olmasından kaynaklı olumsuzluk olmadığı, çözünürlüklerinin farklı olmasından kaynaklı cihaz analizi sonucunu olumsuz yönde etkilediği değerlendirilmektedir.

3.2.2.7. Video Süresine Göre Çekimler

Deneyler referans ve kanıt videoları 1 dakika, 1 dakikadan az ve fazla olmak üzere dış ortamda, gün ışığında ve 1920x1080 çözünürlüğünde ve tripod kullanılarak çekimleri yapılmıştır.

Yapılan deneyler sonucunda, birbirinden farklı sürelerdeki referans ve kanıt videolarının kaynak analizine yönelik mukayeseleri “Pozitif” olarak sonuçlanmıştır. Dolayısıyla bu kamera sensörü için, referans ve kanıt videosunun 1 dakikadan az ve fazla olmasının ve birbirlerinden farklı sürelerde olmasının mukayeseyi ve PRNU’yu olumsuz yönde etkilemediği görülmüştür.

3.2.2.8. Optik Zoom ve Dijital Zoom

Bu aşamada yapılan deneyler ile amaçlanan, kameranın çekim esnasında optik zoom ve dijital zoom özelliği kullanılarak yakınlaştırma yapılmasının kaynak analizi uygunluk sonucunu, PRNU'yu olumsuz yönde etkileyip etkilemediğini incelemektir.

Bu kapsamda yapılan deneyler şu şekildedir:

- Canon Eos 70D fotoğraf makinası ile kameranın optik zoom özelliği kullanılarak, dış ortamda, akşam ve gündüz koşullarında, 1920x1080 çözünürlüğünde tripod ile videolar çekildi. Bu videoların kaynak analizine yönelik mukayese sonucu “Pozitif” olarak sonuçlanmıştır.
- Daha sonra fotoğraf makinasının dijital zoom özelliği kullanılarak dış ve iç ortamlarda, 1920x1080 çözünürlüğünde manuel ve otomatik çekim modlarıyla videolar çekildi. Bu çekimlerde dijital zoomun cihaz analizine etkisini görebilmek için dijital zoom ile çekimi yapılan referans videosu ile dijital zoom ile çekimi yapılan kanıt videosu ve dijital zoom ile çekimi yapılan kanıt videosu ile zoom yapılmadan çekilen referans videolarının mukayeseleri yapılmıştır.

Mukayeseler neticesinde, zoom yapılmadan çekilen referans videoları ile dijital zoom kullanılarak çekilen kanıt videoları “Negatif”, referans ve kanıt videosu dijital zoom ile çekilen görüntüler “Pozitif” sonuçlanmıştır.

Dolayısıyla referans ve kanıt videosunun her ikisinin de dijital zoom ile çekilmesi kaynak analizini olumsuz yönde etkilemediği ancak referans videosunun zoom yapılmadan çekilmesi, kanıt videosunun dijital zoom ile çekilmesinin cihaz analizini olumsuz yönde etkilediği değerlendirilmektedir.

3.2.2.9. Dijital Stabilizasyon

Bu deney ile amaçlanan, Canon Eos 70D fotoğraf makinasının dijital stabilizasyonu açık iken çekimler yapıldığında bu durumun videoların kaynak analizinde, aynı sensörden çekilip çekilmediği sonucunu gösteren uygunluk (compatibility) denetiminde verebileceği

sonucu test etmekle birlikte “Video PRNU Identification Result” ile “Video PRNU Tampering Result” tablolarındaki tüm sonuçları analiz etmektir.

- Bu deneyde, dış ve iç ortamlarda, gündüz ve akşam koşullarında, 1920x1080 çözünürlüğünde, auto ve manuel çekim modlarında, hem referans hem de kanıt videoları kameranın dijital stabilizasyon modu açık iken çekilerek mukayeseleri yapılmıştır. Daha sonra dijital stabilizasyon modunun kaynak analizine etkisini görebilmek için dijital stabilizasyon modu kapalı iken çekimi yapılan referans videosuyla dijital stabilizasyon modu açık iken çekim yapılan kanıt videosu mukayese edilmiştir.

Mukayese neticesinde, dijital stabilizasyon modu kapalı iken çekilen referans videosu ile mod açık iken çekilen kanıt videosunun mukayesesinde kaynak analizi uygunluk sonucu “Pozitif”, dijital stabilizasyon açık iken çekilen referans videosu ile mod açık iken çekilen kanıt videosunun mukayesesinde kaynak analizi uygunluk sonucu da “Pozitif” tir. Yani aynı sensör tarafından çekildiği sonucuna ulaşılmaktadır.

Dolayısıyla bu fotoğraf makinasının kamerası için, görüntülerin dijital stabilizasyon modu açık iken çekilmesinin kaynak analizini olumsuz yönde etkilemediği tespit edilmiştir.

3.2.2.10. Renk

Bu deney ile amaçlanan; renk tonlarının, renk doygunluğunun PRNU’ya etkisi olup olmadığını test etmek ve aynı ya da farklı renk tonlarındaki çekimlerde Amped Authenticate yazılımının sonuçlarını incelemektir.

- Bu aşamada, kahverengi tonlarında kapı ve sarı tişört kanıt videoları, iç ortamda, gündüz koşullarında, tripod ile 1920x1080 çözünürlüğünde; kırmızı tonlarında bir koltuk iç ortamda, 640x480 çözünürlüğünde önce kamera elle tutularak sonrasında tripod ile çekimleri yapıldı. Referans videolar ise iç ortamda, gündüz koşullarında, 1920x1080 ve 640x480 çözünürlüklerinde duvar videosu olarak çekimleri yapıldı. Referans ve kanıt videoları aynı çözünürlükleriyle mukayese edildi.

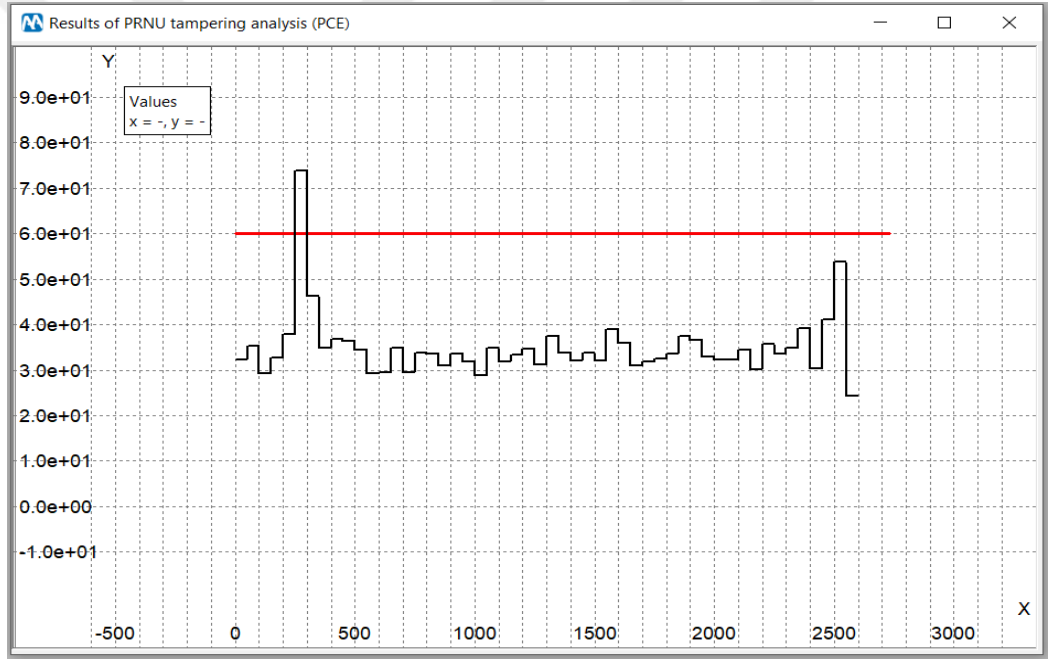
Yapılan deneyler neticesinde, kahverengi ve kırmızı tonlarındaki eşyaların çekildiği videoların kaynak analizi uygunluk sonucu “Negatif” olarak sonuçlanmıştır. Dolayısıyla, bu

renk tonlarının PRNU'yu olumsuz yönde etkilediği ya da 640x480 çözünürlüğünün düşük olmasından dolayı kaynak analizi uygunluk sonucunu olumsuz yönde etkilediği değerlendirilmektedir. Sarı tişörtün çekildiği kanıt videosunun uygunluk sonucu ise “Pozitif” olarak sonuçlanmıştır. Analiz sonuçları Şekil-3.63.- Şekil-3.66.'da gösterilmiştir.

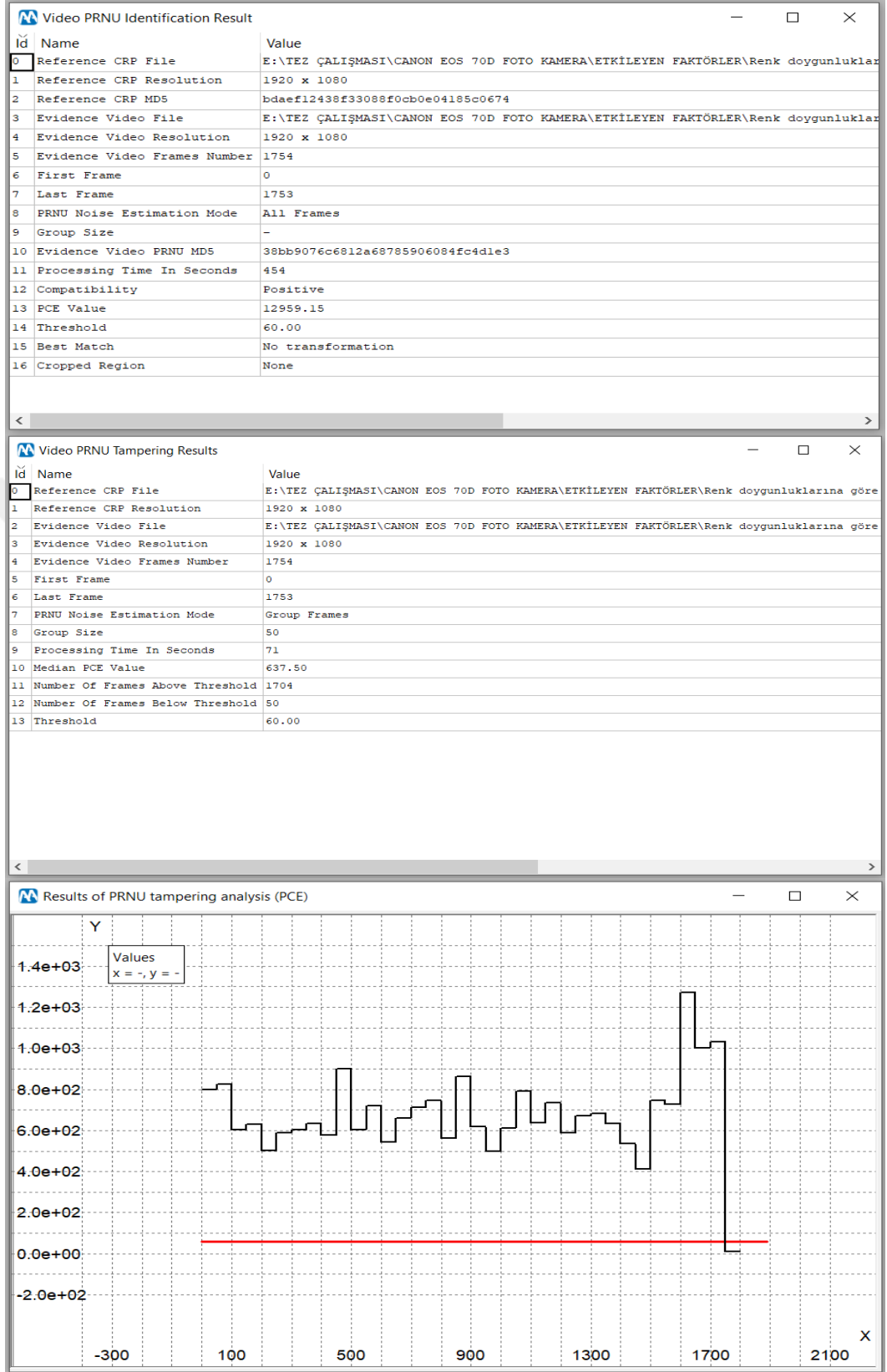
Video PRNU Identification Result		
Id	Name	Value
0	Reference CRP File	E:\TEZ ÇALIŞMASI\CANON EOS 70D FOTO KAMERA\ETKİLEYEN FAKTÖRLER\Renk doygunluklar
1	Reference CRP Resolution	1920 x 1080
2	Reference CRP MD5	bdaef12438f33088f0cb0e04185c0674
3	Evidence Video File	E:\TEZ ÇALIŞMASI\CANON EOS 70D FOTO KAMERA\ETKİLEYEN FAKTÖRLER\Renk doygunluklar
4	Evidence Video Resolution	1920 x 1080
5	Evidence Video Frames Number	2558
6	First Frame	0
7	Last Frame	2557
8	PRNU Noise Estimation Mode	All Frames
9	Group Size	-
10	Evidence Video PRNU MD5	afclcf6d4e89057c50b9c52d621033972
11	Processing Time In Seconds	556
12	Compatibility	Negative
13	PCE Value	29.99
14	Threshold	60.00
15	Best Match	-
16	Cropped Region	-

Şekil-3.63. Kahverengi cismin çekildiği kanıt videosunun kaynak analizi mukayesesine yönelik analiz sonucu.

Video PRNU Tampering Results		
Id	Name	Value
0	Reference CRP File	E:\TEZ ÇALIŞMASI\CANON EOS 70D FOTO KAMERA\ETKİLEYEN FAKTÖRLER\Renk doygunlu
1	Reference CRP Resolution	1920 x 1080
2	Evidence Video File	E:\TEZ ÇALIŞMASI\CANON EOS 70D FOTO KAMERA\ETKİLEYEN FAKTÖRLER\Renk doygunlu
3	Evidence Video Resolution	1920 x 1080
4	Evidence Video Frames Number	2558
5	First Frame	0
6	Last Frame	2557
7	PRNU Noise Estimation Mode	Group Frames
8	Group Size	50
9	Processing Time In Seconds	94
10	Median PCE Value	33.62
11	Number Of Frames Above Threshold	8
12	Number Of Frames Below Threshold	2550
13	Threshold	60.00



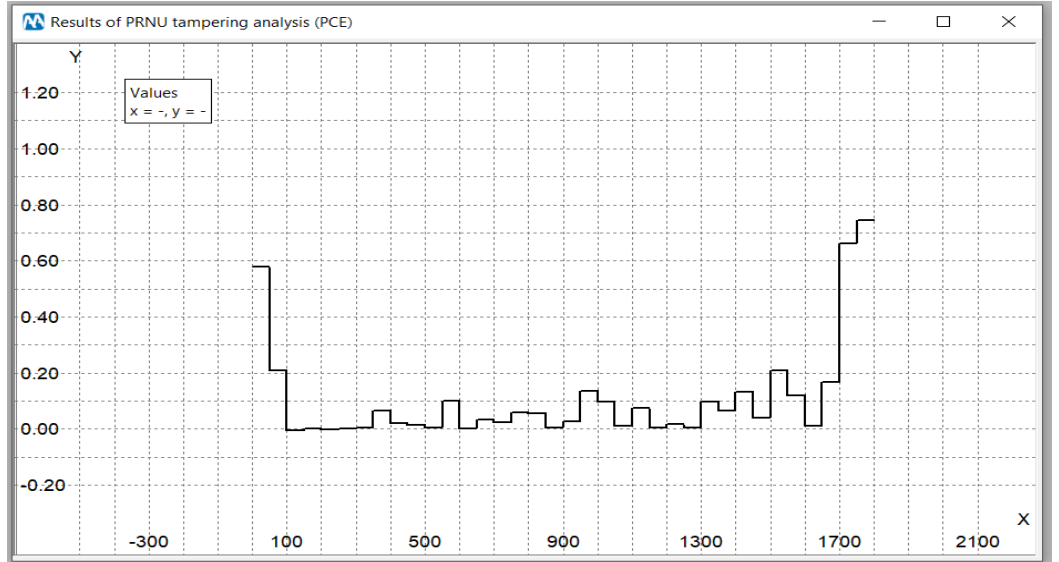
Şekil-3.64. Kahverengi cismin çekildiği kanıt videosunun kaynak analizi mukayesesine yönelik analiz sonuçları.



Şekil-3.65. Sarı renk tonlarında olan cismin çekildiği kanıt videosunun kaynak analizi mukayesesine yönelik analiz sonuçları.

Video PRNU Identification Result		
Id	Name	Value
0	Reference CRP File	E:\TEZ ÇALIŞMASI\CANON EOS 70D FOTO KAMERA\ETKİLEYEN FAKTÖRLER\Renk doygunluklar
1	Reference CRP Resolution	640 x 480
2	Reference CRP MD5	5574f8e49a7de06e76299068b4b21be3
3	Evidence Video File	E:\TEZ ÇALIŞMASI\CANON EOS 70D FOTO KAMERA\ETKİLEYEN FAKTÖRLER\Renk doygunluklar
4	Evidence Video Resolution	640 x 480
5	Evidence Video Frames Number	1759
6	First Frame	0
7	Last Frame	1758
8	PRNU Noise Estimation Mode	All Frames
9	Group Size	-
10	Evidence Video PRNU MD5	9831e42c67843f0eea293b4a14e80c80
11	Processing Time In Seconds	57
12	Compatibility	Negative
13	PCE Value	0.37
14	Threshold	60.00
15	Best Match	-
16	Cropped Region	-

Video PRNU Tampering Results		
Id	Name	Value
0	Reference CRP File	E:\TEZ ÇALIŞMASI\CANON EOS 70D FOTO KAMERA\ETKİLEYEN FAKTÖRLER\Renk doygunluklar
1	Reference CRP Resolution	640 x 480
2	Evidence Video File	E:\TEZ ÇALIŞMASI\CANON EOS 70D FOTO KAMERA\ETKİLEYEN FAKTÖRLER\Renk doygunluklar
3	Evidence Video Resolution	640 x 480
4	Evidence Video Frames Number	1759
5	First Frame	0
6	Last Frame	1758
7	PRNU Noise Estimation Mode	Group Frames
8	Group Size	50
9	Processing Time In Seconds	9
10	Median PCE Value	0.04
11	Number Of Frames Above Threshold	0
12	Number Of Frames Below Threshold	1759
13	Threshold	60.00



Şekil-3.66. Kırmızı renk tonlarında olan cismin çekildiği kanıt videosunun kaynak analizi mukayesesine yönelik analiz sonuçları.

3.3. Canon Marka Legria HFR806 HD Video Kamera ile Çekilen Görüntü Kayıtları Üzerinde Şüpheli Kamera Tespitine Yönelik Yapılan Çalışmalar

3.3.1. Normal Koşullarda (Herhangi Bir Müdahale Olmadan) Yapılan Çekimler

Canon marka Legria HFR806 HD video kamera ile iç ve dış ortamda, akşam, karanlık ve gündüz koşullarında, 1280x720 (4mphs), 1920x1080 (17mphs ve 35mphs) çözünürlüklerinde kanıt ve referans videoları tripod kullanarak çekilmiştir. Çekimlerde iç ortamda duvar, dış ortamda gökyüzü referans olarak kullanılmıştır.

Yapılan deneyler neticesinde, belirtilen koşul ve ortamlarda çekimi yapılan tüm videoların Amped Authenticate yazılımındaki kaynak analizi uygunluk sonucu “Pozitif” olarak sonuçlanmıştır. Yani kanıt olarak çekilen videolar referans videoları ile uyumluluk göstermiş ve aynı kamera sensörü tarafından çekildiği sonucuna ulaşılmıştır.

3.3.2. Kaynak Analizi Sonucuna Etki Edebileceği Değerlendirilen Faktörlere Göre Yapılan Çekimler

3.3.2.1. Adobe Premiere Yazılımı Kullanılarak Canon Marka Legria HFR806 Model Video Kamera ile Çekilen Görüntülerin Birbirlerinin İçine Eklenmesiyle Oluşturulan Yeni Videoların Kaynak Analizi

Bu aşamada yapılan deneyler şu şekildedir:

- İç ve dış ortamda, akşam koşullarında, 1920x1080 çözünürlüğündeki iki ayrı video Adobe Premiere yazılımında birbirinin içine eklenerek 1920x1080 çözünürlüğünde yeni bir video oluşturuldu. Yeni oluşturulan bu video, referans video modelleri ile mukayese edildi ve kaynak analizi “Pozitif” olarak sonuçlandı. Yani yazılım vasıtasıyla birbiri içine eklenerek yeniden oluşturulan videonun yazılım müdahalesinden etkilenmediği görülmüştür.

Referans-1: İç ortamda, akşam koşullarında, 1920x1080 çözünürlüğünde, tripodla çekilen, duvar videosu.

Referans-2: Dış ortamda, akşam koşullarında, 1920x1080 çözünürlüğünde, tripodla çekilen, gökyüzü videosu.

- Dış ve iç ortamda, gündüz koşullarında, 1280x720 ve 1920x1080 çözünürlüğündeki iki ayrı video Adobe Premiere yazılımında birbiri içine eklenerek *.mp4 uzantılı 1280x720 çözünürlüğünde video ile *.m4v uzantılı, 1920x1080 çözünürlüğünde iki ayrı video oluşturuldu.

- Birbiri içine eklenerek yeniden oluşturulan 1280x720 çözünürlüğündeki video ile 1920x1080 çözünürlüğündeki referans video modelinin kaynak analizinde kamera uygunluk (compatibility) test sonucu “Pozitif” çıkmıştır. Yani aynı kaynaktan çekilen videoların birleşimiyle oluşturulan 1280x720 çözünürlüğündeki video, referans video modeli ile uyumluluk göstererek aynı sensörden çekildikleri sonucunu göstermektedir.

Ayrıca referans ve kanıt videosunun farklı çözünürlüklerde olmasından kaynaklandığı değerlendirilen “Resized” uyarısı verdiği ve Video PRNU Tampering Result” tablosunda 60 eşiğinin altında kalan kareler birbiri içine eklenen videoların eklendikleri bölümlerin yaklaşık olarak kare değerlerini gösterdiği görülmüştür.

Referans video: İç ortamda, gündüz koşullarında çekim yapılan 1920x1080 çözünürlüğünde duvar videosu.

- Birbiri içine eklenerek yeniden oluşturulan 1920x1080 çözünürlüğündeki video ile 1920x1080 çözünürlüğündeki referans video modelinin kaynak analizinde kamera uygunluk (compatibility) test sonucu “Pozitif” sonuçlanmıştır.

Ayrıca “Video PRNU Tampering Result” tablosunda 60 eşiğinin altında kalan kareler birbiri içine eklenen videoların eklendikleri bölümlerin yaklaşık olarak kare değerlerini göstermektedir.

Referans video: İç ortamda, gündüz koşullarında çekim yapılan 1920x1080 çözünürlüğünde, duvar videosu.

- Birbiri içine eklenerek yeniden oluşturulan 1280x720 çözünürlüğündeki video ile 1280x720 çözünürlüğündeki referans video modelinin kaynak analizinde kamera uygunluk (compatibility) test sonucu “Pozitif” sonuçlanmıştır.

Referans video: Dış ortamda, gündüz koşullarında çekilen 1280x720 çözünürlüğünde gökyüzü videosu.

- Birbiri içine eklenerek yeniden oluşturulan 1920x1080 çözünürlüğündeki video ile 1280x720 çözünürlüğündeki referans video modelinin kaynak analizinde kamera uygunluk (compatibility) test sonucu “Pozitif” sonuçlanmıştır. Ayrıca referans video ile kanıt videosunun çözünürlüklerinin birbirinden farklı olmasından kaynaklandığı değerlendirilen “Resized” uyarısı da görülmüştür.

Referans video: Dış ortamda, gündüz koşullarında çekilen, 1280x720 çözünürlüğünde, gökyüzü videosu.

3.3.2.2. Adobe Premiere Yazılımı Kullanılarak Farklı Marka/Model Kamera Çekimlerinin Birbirlerinin İçine Eklenmesiyle Oluşturulan Yeni Videoların Kaynak Analizi

Canon Legria Hfr806 HD video kamera ile dış ortamda, gündüz koşullarında, 1280x720 çözünürlüğünde çekim yapılan video kaydı ile Iphone 8 Plus cep telefonu ile iç ortamda, gündüz koşullarında, 1920x1080 çözünürlüğünde çekilen video kayıtları, Adobe Premiere yazılımı kullanılarak biri diğerinin içine belirli bölümlerinden kesilerek eklendi. Bu ekleme sonucunda *.mp4 uzantılı 1280x720 çözünürlüğünde ve *.m4v uzantılı, 1920x1080 çözünürlüğünde iki adet video oluşturuldu. Oluşturulan bu videolar, referans video modelleriyle ayrı ayrı mukayese edildi.

Yeniden oluşturulan *.m4v uzantılı, 1920x1080 çözünürlüğündeki video ile Iphone 8 Plus cep telefonundan çekilen referans video modelinin mukayesesinde, kaynak analizi uygunluk (compatibility) sonucu “Negatif” sonuçlanmıştır.

Yeniden oluşturulan *.mp4 uzantılı, 1280x720 çözünürlüğündeki video ile Iphone 8 Plus cep telefonundan çekilen referans video modelinin mukayesesinde, kaynak analizi

uygunluk (compatibility) sonucu “Pozitif” sonuçlanmıştır. Ayrıca bu videoların mukayesesinde “Cropped and Rotate” uyarısı da görülmüştür.

Yeniden oluşturulan *.m4v uzantılı, 1920x1080 çözünürlüğündeki video ile Canon Legria Hfr806 HD video kamerasından çekilen referans video modelinin mukayesesinde, kaynak analizi uygunluk (compatibility) sonucu “Pozitif” sonuçlanmıştır. Ayrıca referans ile kanıt videosunun çözünürlüğünün farklı olmasından kaynaklandığı değerlendirilen “Resized” uyarısı da görülmüştür.

Yeniden oluşturulan *.mp4 uzantılı, 1280x720 çözünürlüğündeki video ile Canon Legria Hfr806 HD video kamerasından çekilen referans video modelinin mukayesesinde, kaynak analizi uygunluk (compatibility) sonucu “Pozitif” sonuçlanmıştır.

Ayrıca Amped Authenticatede, referans video modeli ile iç içe eklenerek oluşturulan videoların mukayesesinde, “Results of PRNU Tampering Analysis (PCE)” tablosunda gösterilen 60 threshold değerinin altında ve üstünde kalan (kırmızı çizginin altında ve üstünde kalan) karelerin, o kameranın oluşturduğu sensör gürültüsü, eklenerek oluşturulan kanıt videosundaki kendi bölümüne denk gelen karelerinin yaklaşık değeri tabloda 60 eşliğinin (kırmızı çizginin) üstünde kaldığı gözlemlenmiştir.

Referans-1: Iphone 8 Plus cep telefonu ile iç ortamda, gündüz koşullarında çekimi yapılan 1920x1080 çözünürlüğünde duvar videosu.

Referans-2: Canon Legria Hfr806 HD video kamerası ile dış ortamda, gündüz koşullarında çekimi yapılan 1280x720 çözünürlüğünde gökyüzü videosu.

3.3.2.3. Adobe Premiere Yazılımı Kullanılarak Canon Marka Legria Hfr806 HD Model Video Kamera ile Çekilen Görüntülerin Belirli Bölüm/Bölümlerinden Kırılmasıyla Oluşturulan Yeni Videoların Kaynak Analizi

Bu aşamada yapılan deney: Canon Marka Legria Hfr806 HD model video kamera ile dış ortamda, gündüz koşullarında, yatay çekim konumunda, 1920x1080 çözünürlüğünde çekimi yapılan 06.14 dakika olan kanıt videosu, Adobe Premiere yazılımında kırılarak süresi

04.53 dakika olarak kısaltılıp 1920x1080 çözünürlüğünde yeniden oluşturuldu Oluşturulan bu video ile referans video modeli mukayesesinde kaynak analizi “Pozitif” sonuçlandı.

Yani bu yazılım ile müdahale edilerek kırpma sonucunda yeniden oluşturulan videonun referans video ile uyumlu olduğu, aynı sensörden çekildiği ve PRNU analizinin harici yazılım müdahalesinden etkilenmediği sonucuna ulaşılmaktadır.

Referans video: Dış ortamda, gündüz koşullarında, kamera yatay çekim konumunda, 1920x1080 çözünürlüğünde çekim yapılan gökyüzü videosu.

3.3.2.4. Çözünürlük

Bu aşamada yapılan deneyler şu şekildedir:

- Dış ortamda, gündüz koşullarında, kamera yatay çekim konumunda, 1920x1080 (35mphs) çözünürlüğünde çekim yapılan görüntünün önce referans video çözünürlüğü sonra da kanıt video çözünürlüğü Amped Five yazılımında 960x540 çözünürlüğünde düşürülerek yeniden oluşturulmuştur. Çözünürlüğü düşürülen referans ile orijinal çözünürlüğü 1920x1080 olan kanıt videosu ve çözünürlüğü düşürülen kanıt ile orijinal çözünürlüğü 1920x1080 olan referans videosu Authenticate’de mukayese edilmiştir. Mukayese neticesinde kaynak analizi uygunluk sonuçları “Pozitif” olarak sonuçlanmıştır. Ayrıca videoların orijinal çekim çözünürlükleri yazılım vasıtasıyla sonradan değiştirildiği için yeniden ölçeklendirildiği anlamına gelen “Resized” uyarısını da vermiştir.

- İç ortamda, gündüz koşullarında, kamera yatay çekim konumunda, 1280x720 (4mphs) çözünürlüğünde çekim yapılan görüntünün önce referans video çözünürlüğü sonra da kanıt video çözünürlüğü Amped Five yazılımında 3840x2160 çözünürlüğüne yükseltilerek yeniden oluşturulmuştur. Çözünürlüğü yükseltile referans ile orijinal çözünürlüğü 1280x720 olan kanıt videosu ve çözünürlüğü yükseltile kanıt ile orijinal çözünürlüğü 1280x720 olan referans videosu Authenticate’de mukayese edilmiştir. Mukayese neticesinde kaynak analizi uygunluk sonuçları “Pozitif” olarak sonuçlanmıştır. Ayrıca videoların orijinal çekim çözünürlükleri yazılım vasıtasıyla sonradan değiştirildiği için yeniden ölçeklendirildiği anlamına gelen “Resized” uyarısını da vermiştir.

- Yazılım müdahalesi olmadan, aynı ve farklı ortam/koşullarda çekilen orijinal çözünürlükleri birbirinden farklı birkaç videonun kaynak analizine yönelik mukayeseleri yapılmıştır.

- İlk deneyde, dış ortamda, gündüz koşullarında, kamera yatay çekim konumunda, 1280x720 çözünürlüğünde kanıt videosu ile dış ortamda, akşam koşullarında, kamera yatay çekim konumunda, 1920x1080 çözünürlüğünde gökyüzü referans videosu mukayese edilmiş ve kaynak analizi sonucu “Pozitif” sonuçlanmıştır. Ayrıca mukayese edilen videoların çözünürlüklerinin birbirinden farklı olmasından dolayı “Resized” sonucunu gösterdiği değerlendirilmektedir.

- Sonrasında, dış ortamda, akşam koşullarında, kamera yatay çekim konumunda, 1920x1080 çözünürlüğünde kanıt videosu ile iç ortamda, gündüz koşullarında, kamera yatay çekim konumunda, 1280x720 çözünürlüğünde duvar referans videosu mukayese edilmiş ve kaynak analizi sonucu “Pozitif” sonuçlanmıştır. Ayrıca mukayese edilen videoların çözünürlüklerinin birbirinden farklı olmasından dolayı “Resized” sonucunu gösterdiği değerlendirilmektedir.

Ayrıca Canon marka Legria Hfr806 HD model video kamera, 1920x1080 çözünürlükte çekilen ve Amped Five ile 960x540 çözünürlüğüne düşürülen videonun, çözünürlüğü değiştirilmeden önceki PCE değeri 18986.59 iken, çözünürlüğü düşürüldükten sonra 8913.10 ve 6447.73 olarak azalmıştır. Yani her iki durumda da sonuçlar pozitif olsa dahi çözünürlüğün düşürülmesi PCE değerini azalttığı görülmüştür. Ayrıca yine 1280x720 çözünürlüğünde çekilen ve Amped Five ile 3840x2160 çözünürlüğüne yükseltile videonun, çözünürlüğü değiştirilmeden önceki PCE değeri 3396.56 iken, çözünürlüğü yükseltildikten sonra 2615.04 ve 2446.58 olarak değerinin azaldığı görülmüştür.

3.3.2.5. Işık Koşulları

Bu aşamada, Canon Legria HFR806 HD video kamera ile akşam, gündüz ve karanlık ortamlarda yapılan çekimlerin yani farklı ışık koşullarının kamera sensör gürültüsünü etkileyip etkilemediğini incelemek ve Amped Authenticate yazılımının bu deneyler karşısındaki sonuçlarını analiz etmektir. Bu aşamada yapılan deneyler şu şekildedir:

- Akşam ve karanlık koşullarda çekilen, 1920x1080 çözünürlüğündeki referans videoları ile gündüz koşullarında çekilen, 1920x1080 çözünürlüğündeki kanıt videosu mukayese edilmiştir. Mukayese neticesinde her iki referans ile kanıt videosunun mukayesesi “Pozitif” olarak sonuçlanmıştır.

- Akşam ve karanlık koşullarda çekilen, 1920x1080 çözünürlüğündeki kanıt videoları ile gündüz koşullarında çekilen, 1920x1080 çözünürlüğündeki referans videosu mukayese edilmiştir. Mukayese neticesinde her iki kanıt ile referans videosunun mukayesesi “Pozitif” olarak sonuçlanmıştır.

Dolayısıyla bu kamera için, referans ve kanıt videosunun birbirinden farklı ışık koşullarında çekilmesinin, PRNU analizini olumsuz yönde etkilemediği görülmüştür.

3.3.2.6. İç Mekan/Dış Mekan Çekim

Bu deney ile amaçlanan: çekimlerin iç (kapalı) bir ortamda yapılması ile dış (açık) ortamda yapılmasının kamera sensör gürültüsünü, kaynak analizine yönelik yapılan mukayesede aynı sensörden çekilip çekilmediği sonucunu gösteren uygunluk (compatibility) denetimi sonucunu test etmekle birlikte “Video PRNU Identification Result” ile “Video PRNU Tampering Result” tablolarındaki sonuçları analiz etmektir.

Bu aşamada, hem referans hem de kanıt videolarının çekimleri dış ve iç ortamda yapılarak birbirleri ile mukayese edilmiştir. Öncelikle dış ortamda çekilen referans ile iç ortamda çekilen kanıt videosu, daha sonra iç ortamda çekilen referans ile dış ortamda çekilen kanıt videosu Amped Authenticate yazılımında mukayese edilmiştir.

Yapılan deneyler neticesinde; her iki ortamda da mukayeseleri yapılan kanıt videolarının farklı ortamda çekilen referans video modelleriyle kaynak analizi uygunluk sonucu “Pozitif” olarak sonuçlanmıştır. Dolayısıyla iç mekanda ya da dış mekanda yapılan çekimlerin PRNU analizini olumsuz yönde etkilemediği ve bu görüntülerin aynı kamera sensörü tarafından çekildiği sonucuna ulaşılmaktadır.

3.3.2.7. Video Sürelerine Göre Çekimler

Bu deney ile amaçlanan, referans ve kanıt videolarının sürelerinin bir dakikadan az, fazla ve birbirlerinden farklı olmasının kaynak analizi uygunluk sonucunu olumsuz yönde etkileyip etkilemediğini incelemektir.

Bu aşamada, referans ve kanıt videoları bir dakika, bir dakikadan az ve fazla olmak üzere, dış ortamda, gün ışığında ve 1920x1080 çözünürlüğünde ve tripod ile çekimler yapılmıştır.

Yapılan deneyler sonucunda, birbirinden farklı sürelerde olan referans ve kanıt videolarının kaynak analizine yönelik mukayeseleri “Pozitif” olarak sonuçlanmıştır. Dolayısıyla bu kamera sensörü için, referans ve kanıt videosunun bir dakikadan az ve fazla olmasının ve birbirlerinden farklı sürelerde olmasının PRNU analizini olumsuz yönde etkilemediği görülmüştür.

3.3.2.8. Optik Zoom ve Dijital Zoom

Bu deney ile amaçlanan, çekim esnasında kameranın optik ve dijital zoom özelliği kullanılarak yapılan çekimlerin, kaynak analizi uygunluk sonucunu, PRNU’yu olumsuz yönde etkileyip etkilemediğini tespit etmektir.

Bu aşamada, Canon Legria Hfr806 HD video kamera ile kameranın optik ve dijital zoom özelliği kullanılarak, dış ve iç ortamlarda, gündüz ve akşam koşullarında, 1920x1080 çözünürlüğünde, tripod ile videolar çekildi. Dijital zoom kullanılarak çekilen referans ve kanıt videosu ile referans videosu optik zoom (32x), kanıt videosu dijital zoom (1114x) kullanılarak çekilen görüntülerin mukayeseleri yapıldı.

Yapılan analiz neticesinde, hem referans hem kanıt videosu dijital zoom kullanılarak çekilen görüntülerin kaynak analizi uygunluk sonucu “Pozitif” sonuçlanırken, referans videosu optik zoom (32x), kanıt videosu dijital zoom (1114x) ile çekilen görüntülerin kaynak analizi uygunluk sonucu “Negatif” sonuçlanmıştır.

Dolayısıyla, bu video kamera sensörü için referans videosunun kanıt videosu gibi dijital zoom kullanılarak çekilmesinin PRNU analizini, kaynak analizini olumsuz yönde etkilemediği ancak referansın optik zoom, kanıt videosunun dijital zoom kullanılarak çekilmesinin PRNU analizini olumsuz yönde etkilediği değerlendirilmektedir.

3.3.2.9. Dijital Stabilizasyon

Bu deney ile amaçlanan, Canon Legria Hfr806 HD video kameranın dijital stabilizasyonu açık iken çekimler yapıldığında bu durumun videoların kaynak analizinde, aynı sensörden çekilip çekilmediği sonucunu gösteren uygunluk (compatibility) denetiminde verebileceği sonucu test etmekle birlikte “Video PRNU Identification Result” ile “Video PRNU Tampering Result” tablolarındaki tüm sonuçları analiz etmektir.

Bu aşamada, dış ortamda, gündüz koşullarında, 1920x1080 çözünürlüğünde, hem referans hem de kanıt videoları kameranın dijital stabilizasyon modu açık iken çekilerek mukayeseleri yapılmıştır. Daha sonra dijital stabilizasyon modunun kaynak analizine etkisini görebilmek için, dijital stabilizasyon modu kapalı iken çekimi yapılan referans videosu ile dijital stabilizasyon modu açık iken çekim yapılan kanıt videosu ve dijital stabilizasyon modu kapalı iken çekim yapılan kanıt videosuyla dijital stabilizasyon modu açık iken çekim yapılan referans videosu mukayese edilmiştir. Mukayese neticesinde;

- Dijital stabilizasyon modu kapalı iken çekilen referans videosu ile mod açık iken çekilen kanıt videosunun mukayesesinde kaynak analizi uygunluk sonucu “Pozitif” sonuçlanmıştır.
- Dijital stabilizasyon modu açık iken çekilen referans videosu ile mod açık iken çekilen kanıt videosunun mukayesesinde kaynak analizi uygunluk sonucu da “Pozitif” sonuçlanmıştır.
- Dijital stabilizasyon modu açık iken çekilen referans videosu ile mod açık çekilen kanıt videosunun mukayese sonucu da “Pozitif” sonuçlanmıştır.

Dolayısıyla bu video kamerası için, görüntülerin kameranın dijital stabilizasyon modu açık iken çekilmesinin kaynak analizini, PRNU analizini olumsuz yönde etkilemediği görülmüştür.

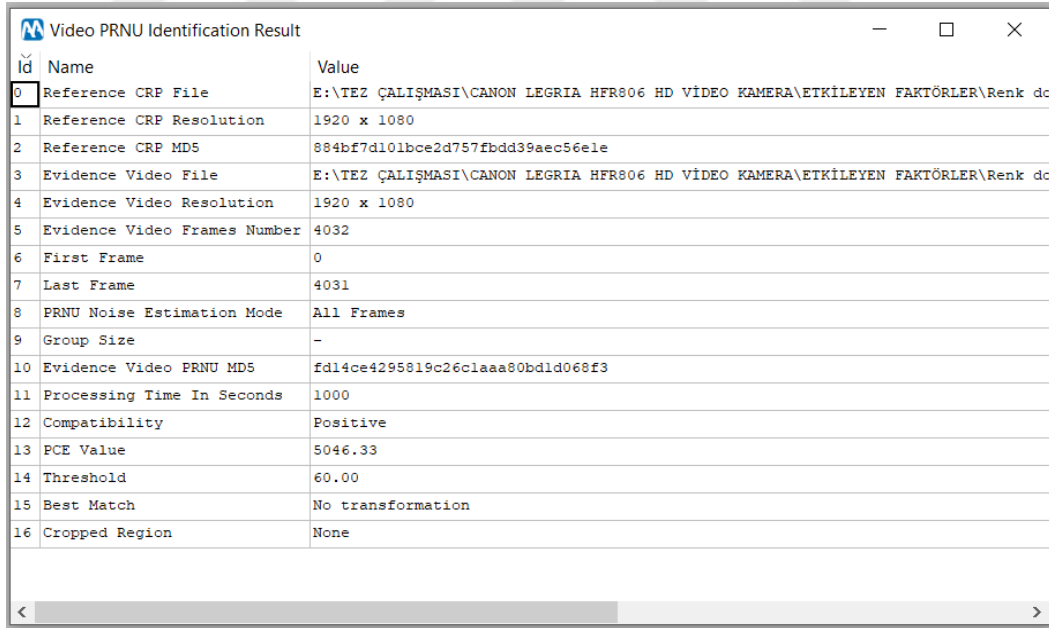
3.3.2.10. Renk

Bu deney ile amaçlanan; renk tonlarının, renk doygunluğunun PRNU analizine etkisi olup olmadığını, Amped Authenticate yazılımının kaynak analizine yönelik sonuçlarını incelemektir.

Bu aşamada, iç ortamda, gündüz koşullarında, kahverengi tonlarında laminant, pembe tonlarında kumaş ve kırmızı tonlarında koltuk cismi kanıt videosu olarak, 1920x1080 çözünürlüğünde ve tripodla çekimleri yapıldı. Referans video ise, iç ortamda, gündüz koşullarında, 1920x1080 çözünürlüğünde duvar videosu olarak çekimi yapıldı.

Yapılan deneyler neticesinde, kahverengi, pembe ve kırmızı tonlarındaki eşyaların çekildiği videoların kaynak analizi uygunluk sonucu “Pozitif” sonuçlanmıştır. Dolayısıyla, bu renk tonlarının kaynak analizini, PRNU analizini olumsuz yönde etkilemediği görülmüştür.

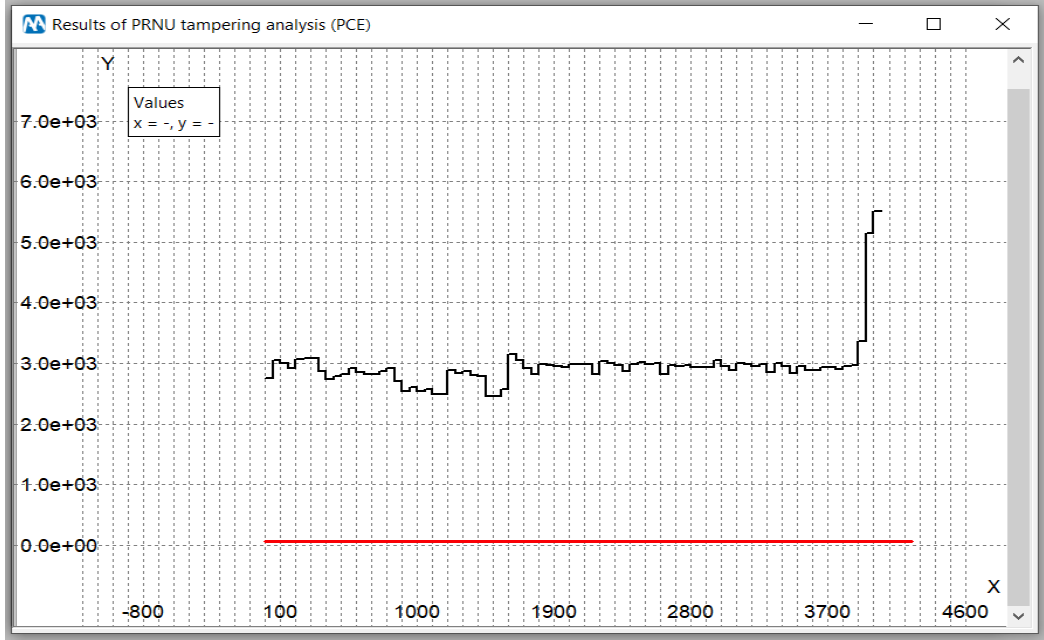
Analiz sonuçları Şekil-3.67.- Şekil-3.70.’te gösterilmiştir.



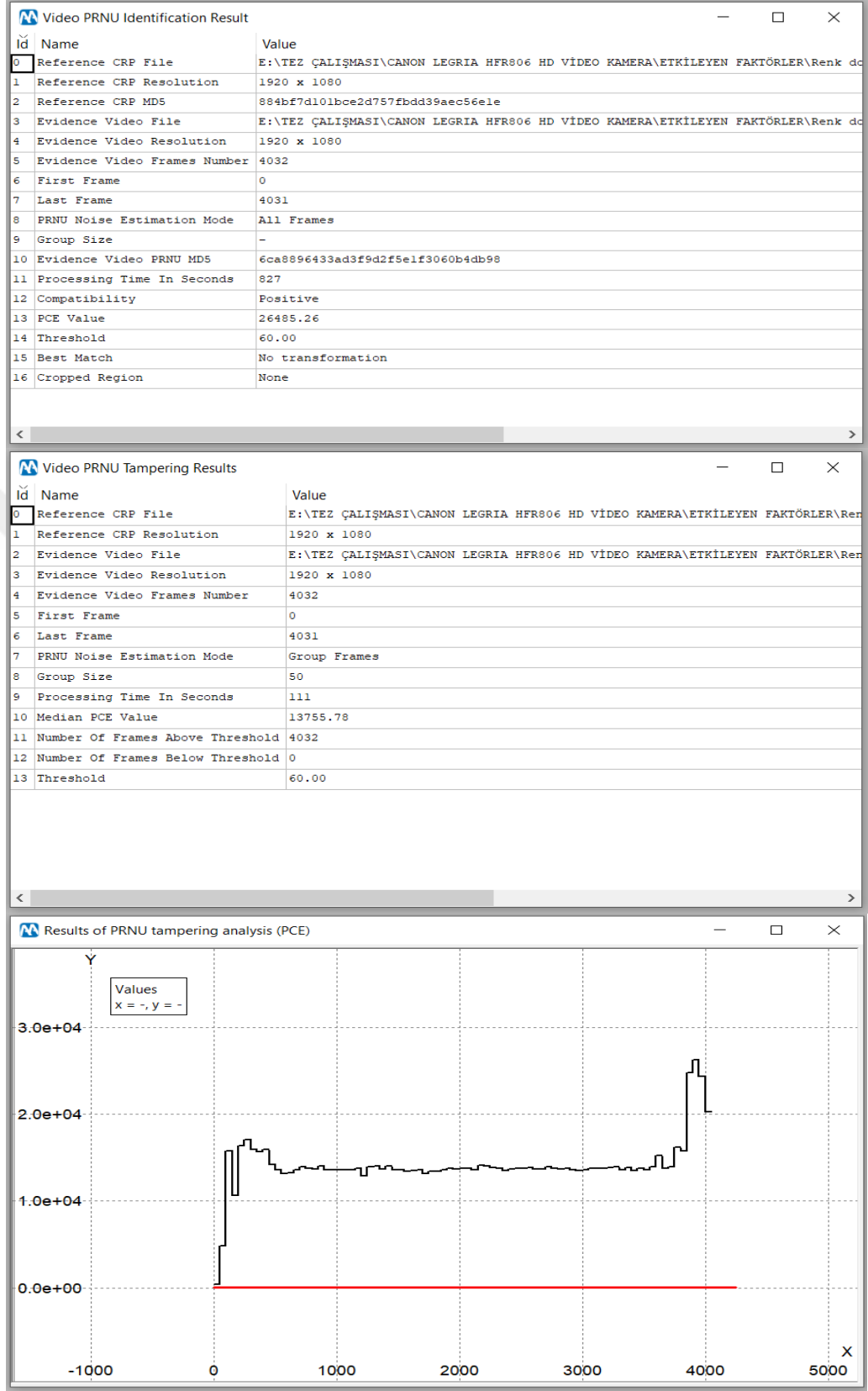
Id	Name	Value
0	Reference CRP File	E:\TEZ ÇALIŞMASI\CANON LEGRIA HFR806 HD VIDEO KAMERA\ETKİLEYEN FAKTÖRLER\Renk de
1	Reference CRP Resolution	1920 x 1080
2	Reference CRP MD5	884bf7d101bce2d757fbbd39aec56ele
3	Evidence Video File	E:\TEZ ÇALIŞMASI\CANON LEGRIA HFR806 HD VIDEO KAMERA\ETKİLEYEN FAKTÖRLER\Renk de
4	Evidence Video Resolution	1920 x 1080
5	Evidence Video Frames Number	4032
6	First Frame	0
7	Last Frame	4031
8	PRNU Noise Estimation Mode	All Frames
9	Group Size	-
10	Evidence Video PRNU MD5	fd14ce4295819c26claaa80bdld068f3
11	Processing Time In Seconds	1000
12	Compatibility	Positive
13	PCE Value	5046.33
14	Threshold	60.00
15	Best Match	No transformation
16	Cropped Region	None

Şekil-3.67. Kırmızı tonlardaki cismin çekildiği kanıt videosunun kaynak analizi mukayesesine yönelik analiz sonucu.

Video PRNU Tampering Results		
Id	Name	Value
0	Reference CRP File	E:\TEZ ÇALIŞMASI\CANON LEGRIA HFR806 HD VIDEO KAMERA\ETKİLEYEN FAKTÖRLER\Ren
1	Reference CRP Resolution	1920 x 1080
2	Evidence Video File	E:\TEZ ÇALIŞMASI\CANON LEGRIA HFR806 HD VIDEO KAMERA\ETKİLEYEN FAKTÖRLER\Ren
3	Evidence Video Resolution	1920 x 1080
4	Evidence Video Frames Number	4032
5	First Frame	0
6	Last Frame	4031
7	PRNU Noise Estimation Mode	Group Frames
8	Group Size	50
9	Processing Time In Seconds	147
10	Median PCE Value	2928.18
11	Number Of Frames Above Threshold	4032
12	Number Of Frames Below Threshold	0
13	Threshold	60.00



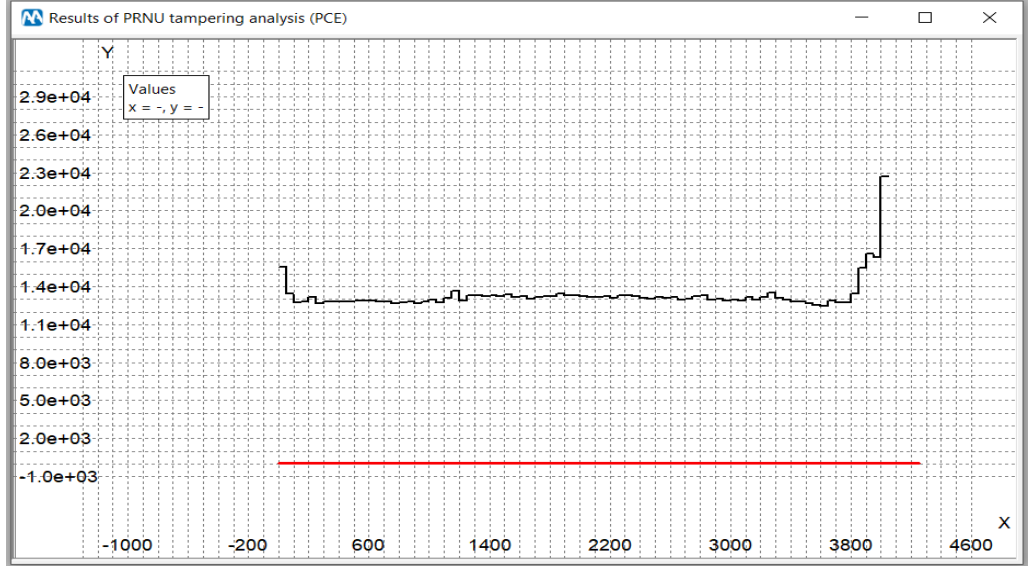
Şekil-3.68. Kırmızı tonlardaki cismin çekildiği kanıt videosunun kaynak analizi mukayesesine yönelik analiz sonucu.



Şekil-3.69. Kahverengi tonlarında olan cismin çekildiği kanıt videosunun kaynak analizi mukayesesine yönelik analiz sonuçları.

Video PRNU Identification Result		
Id	Name	Value
0	Reference CRP File	E:\TEZ ÇALIŞMASI\CANON LEGRIA HFR806 HD VIDEO KAMERA\ETKİLEYEN FAKTÖRLER\Renk d
1	Reference CRP Resolution	1920 x 1080
2	Reference CRP MD5	884bf7d101bce2d757fbdd39aec56e1e
3	Evidence Video File	E:\TEZ ÇALIŞMASI\CANON LEGRIA HFR806 HD VIDEO KAMERA\ETKİLEYEN FAKTÖRLER\Renk d
4	Evidence Video Resolution	1920 x 1080
5	Evidence Video Frames Number	4032
6	First Frame	0
7	Last Frame	4031
8	PRNU Noise Estimation Mode	All Frames
9	Group Size	-
10	Evidence Video PRNU MD5	8b9e5b802b5a4fce02cd5a769019fada
11	Processing Time In Seconds	981
12	Compatibility	Positive
13	PCE Value	20795.29
14	Threshold	60.00
15	Best Match	No transformation
16	Cropped Region	None

Video PRNU Tampering Results		
Id	Name	Value
0	Reference CRP File	E:\TEZ ÇALIŞMASI\CANON LEGRIA HFR806 HD VIDEO KAMERA\ETKİLEYEN FAKTÖRLER\Ren
1	Reference CRP Resolution	1920 x 1080
2	Evidence Video File	E:\TEZ ÇALIŞMASI\CANON LEGRIA HFR806 HD VIDEO KAMERA\ETKİLEYEN FAKTÖRLER\Ren
3	Evidence Video Resolution	1920 x 1080
4	Evidence Video Frames Number	4032
5	First Frame	0
6	Last Frame	4031
7	PRNU Noise Estimation Mode	Group Frames
8	Group Size	50
9	Processing Time In Seconds	154
10	Median PCE Value	13081.18
11	Number Of Frames Above Threshold	4032
12	Number Of Frames Below Threshold	0
13	Threshold	60.00



Şekil-3.70. Pembe tonlardaki cismin çekildiği kanıt videosunun kaynak analizi mukayesesine yönelik analiz sonuçları.

3.4. Samsung Marka Galaxy M31 Model Telefon Kamerası ile Çekilen Görüntü Kayıtları Üzerinde Şüpheli Kamera Tespitine Yönelik Yapılan Çalışmalar

3.4.1. Normal Koşullarda (Herhangi Bir Müdahale Olmadan) Yapılan Çekimler

Samsung marka Galaxy M31 model telefon kamerası ile iç ve dış ortamda, akşam ve gündüz koşullarında, karanlıkta, kameranın yatay ve dikey çekim konumlarında, 1280x720, 1920x1080 ve 3840x2160 çözünürlüklerinde, kameranın zoom özelliği kullanılarak, kamera hareket ettirilerek ve sabit tutularak el ile tripod kullanılmadan görüntüler çekilmiştir. Çekimlerde iç ortamlarda duvar, dış ortamlarda gökyüzü referans olarak kullanılmıştır.

Yapılan deneyler neticesinde; Samsung marka Galaxy M31 model cep telefonu kamerası ile yapılan normal çekimlerin Amped Authenticate yazılımında kaynak analizine yönelik yapılan mukayeseler sonucunda uygunluk sonucu “Pozitif” olarak sonuçlanmıştır. Dolayısıyla bu deneydeki kanıt videoları, referans videoları ile aynı kamera sensörü tarafından çekildiği sonucunu göstermektedir.

3.4.2. Kaynak Analizi Sonucuna Etki Edebileceği Değerlendirilen Faktörlere Göre Yapılan Çekimler

3.4.2.1. Adobe Premiere Yazılımı Kullanılarak Samsung Marka Galaxy M31 Model Telefon Kamerası ile Çekilen Görüntülerin Birbirlerinin İçine Eklenmesiyle Oluşturulan Yeni Videoların Kaynak Analizi

Bu deney ile amaçlanan; aynı ve farklı kameralardan çekimi yapılan videoların birbirleri içine eklenmesiyle oluşturulan yeni videonun aynı sensörden çekilip çekilmediği sonucunu gösteren uygunluk (compatibility) denetiminde verebileceği sonucu test etmekle birlikte “Video PRNU Identification Result” ile “Video PRNU Tampering Result” tablolarındaki tüm sonuçları analiz etmektir. Bu aşamada yapılan deneyler:

- İç ve dış ortamda, gündüz ve akşam koşullarında, kamera yatay ve dikey çekim konumunda, 1920x1080 çözünürlüğündeki iki ayrı video, Adobe Premiere yazılımında birbirinin içine eklenerek 1080x1920 çözünürlüğünde yeni bir video oluşturuldu. Bu video

referans video modelleri ile mukayese edilerek kaynak analizi “Pozitif” sonuçlandı. Ayrıca yeni oluşturulan videonun 1080x1920 çözünürlüğünde oluşturulması ve referans videonun 1920x1080 olmasından kaynaklı olarak “Rotate” sonucunu verdiği görülmüştür.

Referans-1: Dış ortamda, gündüz koşullarında, kamera dikey çekim konumunda, 1920x1080 çözünürlüğünde gökyüzü videosu.

Referans-2: İç ortamda, akşam koşullarında, kamera yatay çekim konumunda, 1920x1080 çözünürlüğünde duvar videosu.

- Dış ve iç ortamlarda, gündüz ve akşam koşullarında, yatay ve dikey konumda çekilen, 1280x720 ve 1920x1080 çözünürlüğündeki iki ayrı video, Adobe Premiere yazılımında birbiri içine eklenerek 720x480 ve 1920x1080 çözünürlüğünde iki ayrı video oluşturuldu.

- Birbiri içine eklenerek yeniden oluşturulan 720x480 çözünürlüğündeki video ile 1920x1080 çözünürlüğündeki referans video modelinin kaynak analizinde kamera uygunluk (compatibility) test sonucu “Pozitif” sonuçlanmıştır. Yani aynı kaynaktan çekilen 1920x1080 ile 1280x720 çözünürlüklerindeki videoların birleşimiyle oluşturulan 720x480 çözünürlüğündeki videonun yazılım müdahalesinden etkilenmediği ve 1920x1080 çözünürlüğündeki referans video modeli ile uyumluluk sonucu vererek aynı sensörden çekildiği sonucunu göstermektedir.

Ayrıca yeni oluşturulan videonun 720x480 çözünürlüğünde ve referans videosundan düşük çözünürlükte olmasından kaynaklandığı değerlendirilen “Cropped and Rotate” uyarısını vererek, Video PRNU Tampering Result tablosunda toplam 2271 kare olan videonun 871 karesinin 60 eşliğinin altında kaldığı, geriye kalan 1400 karenin tabloda yer almadığı görülmüştür.

Referans video: Dış ortamda, gündüz koşullarında, kamera dikey çekim konumunda, 1920x1080 çözünürlüğünde gökyüzü videosu.

- Birbiri içine eklenerek yeniden oluşturulan 1920x1080 çözünürlüğündeki video ile 1920x1080 çözünürlüğündeki referans video modelinin kaynak analizinde kamera uygunluk (compatibility) test sonucu “Pozitif” sonuçlanmıştır.

Referans video: Dış ortamda, gündüz koşullarında, kamera dikey çekim konumunda çekilen, 1920x1080 çözünürlüğünde gökyüzü videosu.

- Birbiri içine eklenerek yeniden oluşturulan 720x480 çözünürlüğündeki video ile 1280x720 çözünürlüğündeki referans video modelinin kaynak analizinde kamera uygunluk (compatibility) test sonucu “Negatif” sonuçlanmıştır. Ayrıca Video PRNU Tampering Result tablosunda toplam 2271 kare olan videonun 1771 karesinin 60 eşiğinin altında kaldığı, geriye kalan 500 karenin tabloda yer almadığı görülmüştür.

Referans video: İç ortamda, akşam koşullarında, kamera dikey çekim konumunda, 1280x720 çözünürlüğünde çekilen duvar videosu.

- Birbiri içine eklenerek yeniden oluşturulan 1920x1080 çözünürlüğündeki video ile 1280x720 çözünürlüğündeki referans video modelinin kaynak analizinde kamera uygunluk (compatibility) test sonucu “Pozitif” sonuçlanmıştır. Ayrıca referans video ile yeniden oluşturulan videonun çözünürlüğü birbirinden farklı olmasından kaynaklandığı değerlendirilen “Resized” sonucu da görülmüştür.

- Samsung marka Galaxy M31 model cep telefonu ile dış ortamda, gündüz koşullarında, kamera yatay çekim konumunda, 1920x1080 çözünürlüğünde çekim yapılan, kaynak analizi pozitif sonuçlanan kanıt videosu, Instagramda reels olarak paylaşılmıştır. Paylaşılan bu videonun çeşitli bölümleri Adobe Premiere yazılımı ile orijinal kanıt videosuna eklenerek 1920x1080 çözünürlüğünde yeni bir video oluşturulmuştur. Oluşturulan bu video, orijinal referans video modeliyle mukayese edilmiştir.

Instagramda paylaşılan ve orijinal kanıt videosunun içine eklenerek oluşturulan, 1920x1080 çözünürlüğündeki video ile 1920x1080 çözünürlüğündeki orijinal referans video modelinin kaynak analizinde kamera uygunluk (compatibility) test sonucu “Pozitif” sonuçlanmıştır.

Referans video: Dış ortamda, gündüz koşullarında, kamera yatay çekim konumunda, 1920x1080 çözünürlüğünde çekilen duvar videosu.

3.4.2.2. Adobe Premiere Yazılımı Kullanılarak Farklı Marka/Model Kamera Çekimlerinin Birbirlerinin İçine Eklenmesiyle Oluşturulan Yeni Videoların Kaynak Analizi

Samsung marka Galaxy M31 model cep telefonu ile dış ortamda, akşam koşullarında, kamera yatay konumunda çekilen 1920x1080 çözünürlüğündeki video kaydı ile Xiaomi marka Redmi Note 10S model telefon ile dış ortamda, gündüz koşullarında, kamera yatay konumunda, tripodla çekilen 1920x1080 çözünürlüğündeki video kayıtları, Adobe Premiere yazılımı kullanılarak biri diğerinin içine belirli bölümlerinden kesilerek eklendi. Bu ekleme sonucunda *.mp4 uzantılı, 1920x1080 çözünürlüğünde ve *.avi uzantılı 720x480 çözünürlüğünde iki adet video oluşturuldu. Oluşturulan bu videolar, referans video modelleriyle ayrı ayrı mukayese edildi.

Samsung marka Galaxy M31 model cep telefonundan çekilen referans video modeli ile yeniden oluşturulan *.mp4 uzantılı video ile kaynak analizi uygunluk (compatibility) sonucu “Pozitif”, *.avi uzantılı videonun kaynak analizi uygunluk (compatibility) sonucu “Negatif” sonuçlanmıştır. Negatif sonuçlanan videonun toplam 2782 kare sayısının 1232 karesinin 60 eşliğinin altında kalarak tabloda yer aldığı, geriye kalan 1550 karesinin tabloda yer almadığı görülmüştür.

Ayrıca Xiaomi marka Redmi Note 10S cep telefonunun referans video modeliyle, *.mp4 uzantılı videonun kaynak analizi uygunluk (compatibility) sonucu “Pozitif”, *.avi uzantılı videonun kaynak analizi uygunluk (compatibility) sonucu “Negatif” sonuçlanmıştır. Negatif sonuçlanan videonun aynı zamanda toplam 2782 kare sayısının 1232 karesinin 60 eşliğinin altında kalarak tabloda yer aldığı, geriye kalan 1550 karesinin tabloda yer almadığı görülmüştür.

Ayrıca referans video modeli ile iç içe eklenerek oluşturulan videonun mukayesesinde, Amped Authenticatede, Results of PRNU Tampering Analysis (PCE) tablosunda gösterilen 60 threshold değerinin altında ve üstünde kalan (kırmızı çizginin altında ve üstünde kalan) karelerin, iç içe eklenerek oluşturulan videolarda her kameranın kendi referans video modeline denk gelen bölümlerini gösteren karelerin yaklaşık olarak değeri olduğu Amped Five yazılımında kareleri incelenerek gözlemlenmiştir.

Referans-1: Samsung marka Galaxy M31 model cep telefonu ile dış ortamda, akşam koşullarında, kamera yatay konumda çekilen, 1920x1080 çözünürlüğünde gökyüzü videosu.

Referans-2: Xiaomi marka Redmi Note 10S model cep telefonu ile dış ortamda, gündüz koşullarında çekilen, 1920x1080 çözünürlüğünde gökyüzü videosu.

3.4.2.3. Adobe Premiere Yazılımı Kullanılarak Samsung Marka Galaxy M31 Model Telefon Kamerası ile Çekilen Görüntülerin Belirli Bölüm/Bölmelerinden Kırılmasıyla Oluşturulan Yeni Videoların Kaynak Analizi

Videonun kırılarak tekrar uygunluk denetimine tabi tutulması şeklinde yapılan deneyde amaçlanan, daha önce kaynak analizi sonucu pozitif olan görüntünün, bir yazılım müdahalesiyle kırılması sonucunda oluşacak yeni videonun PRNU analizinin etkilenip etkilenmediğini, Amped Authenticate yazılımı ile kaynak analizi sonuçlarını incelemektir.

Samsung marka Galaxy M31 model cep telefonu ile dış ortamda, gündüz koşullarında, yatay çekim konumunda, 1920x1080 çözünürlüğünde çekim yapılan 06.05 dakika olan kanıt videosu, Adobe Premiere yazılımında kırılarak süresi 04.51 dakika olarak kısaltılıp 1920x1080 çözünürlüğünde yeniden oluşturulmuştur. Oluşturulan bu video ile referans video modeli mukayesesinde kaynak analizi “Pozitif” sonuçlanmıştır.

Yani bu yazılım ile müdahale edilerek, kırılmasıyla oluşturulan videonun PRNU analizinin yazılım müdahalesinden etkilenmediği ve referans video ile aynı sensörden çekildiği sonucunu göstermektedir.

Referans video: Dış ortamda, gündüz koşullarında, yatay çekim konumunda, 1920x1080 çözünürlüğünde çekimi yapılan gökyüzü videosu.

3.4.2.4. Çözünürlük

Bu deney ile amaçlanan, daha önce video kaynak analizi pozitif olarak sonuçlanan videolardan bazılarının çözünürlükleri Amped Five ile düşürüldüğünde ya da yükseltildiğinde, Amped Authenticate yazılımının kaynak analizinde verdiği sonuçlar ile çözünürlük

değişiminin kaynak analizine olan etkisini incelemektir. Bu aşamada yapılan deneyler şu şekildedir:

- Dış ortamda, gündüz koşullarında, kamera dikey çekim konumunda, 3840x2160 çözünürlüğünde çekim yapılan görüntünün önce referans video çözünürlüğü daha sonra kanıt video çözünürlüğü Amped Five yazılımında 1920x1080 çözünürlüğüne düşürülerek yeniden oluşturulmuştur. Çözünürlüğü düşürülen referans ile orijinal 3840x2160 çözünürlüğündeki kanıt videosu ve çözünürlüğü düşürülen kanıt ile orijinal 3840x2160 çözünürlüğündeki referans videosu Authenticate’de mukayese edilmiştir. Mukayese neticesinde, kaynak analizi uygunluk sonuçları “Pozitif” sonuçlanmıştır. Ayrıca videoların orijinal çekim çözünürlükleri yazılım vasıtasıyla daha sonradan değiştirildiği için yeniden ölçeklendirildiği anlamına gelen “Resized” uyarısını verdiği görülmüştür.

- Dış ortamda, akşam koşullarında, yatay çekim konumunda, 1280x720 çözünürlüğünde çekim yapılan görüntünün önce referans video çözünürlüğü daha sonra kanıt video çözünürlüğü Amped Five yazılımında 3840x2160 çözünürlüğüne yükseltilerek yeniden oluşturulmuştur. Çözünürlüğü yükseltilen referans ile orijinal 1280x720 çözünürlüğündeki kanıt videosu ve çözünürlüğü yükseltilen kanıt ile orijinal 1280x720 çözünürlüğündeki referans videosu Authenticate’de mukayese edilmiştir. Mukayese neticesinde, kaynak analizi uygunluk sonuçları “Pozitif” sonuçlanmıştır. Ayrıca videoların orijinal çekim çözünürlükleri yazılım vasıtasıyla daha sonradan değiştirildiği için yeniden ölçeklendirildiği anlamına gelen “Resized” uyarısını verdiği görülmüştür.

- Yazılım müdahalesi olmadan orijinal, aynı ve farklı ortam/koşullarda, kamera çekim çözünürlükleri birbirinden farklı birkaç videonun kaynak analizi uygunluk sonuçlarını incelemek için mukayeseleri yapılmıştır.

- İlk deneyde, dış ortamda, akşam koşullarında, kamera yatay çekim konumunda, 1280x720 çözünürlüğünde çekilen kanıt videosu ile dış ortamda, akşam koşullarında, kamera yatay çekim konumunda, 1920x1080 çözünürlüğünde çekilen gökyüzü referans videosu mukayese edilmiş ve kaynak analizi sonucu “Pozitif” sonuçlanmıştır. Ayrıca referans ve kanıt videosunun çözünürlüklerinin birbirinden farklı olmasından kaynaklandığı değerlendirilen “Resized” uyarısını vermiştir.

- Sonrasında, dış ortamda, gündüz koşullarında, kamera yatay çekim konumunda, 1920x1080 çözünürlüğünde çekilen kanıt videosu ile iç ortamda, gündüz koşullarında, kamera yatay çekim konumunda, 1280x720 çözünürlüğünde duvar referans videosu mukayese edilmiş ve kaynak analizi sonucu “Pozitif” sonuçlanmış ve referans ile kanıt videosunun çözünürlüklerinin birbirinden farklı olmasından kaynaklandığı değerlendirilen “Resized” uyarısını vermiştir.

Ayrıca Samsung marka Galaxy M31 model cep telefonunda, 3840x2160 çözünürlükte çekilen ve Amped Five ile 1920x1080 çözünürlüğüne düşürülen videonun, çözünürlüğü değiştirilmeden önceki PCE değeri 88245.79 iken, çözünürlüğü düşürüldükten sonra 15829.84 ve 49221.56 olarak azalmıştır. Yani her iki durumda da sonuçlar pozitif olsa dahi çözünürlüğün düşürülmesi PCE değerini azalttığı görülmüştür. Ayrıca yine 1280x720 çözünürlükte çekilen ve Amped Five ile 3840x2160 çözünürlüğüne yükseltile videonun, çözünürlüğü değiştirilmeden önceki PCE değeri 130477.24 iken, çözünürlüğü yükseltildikten sonra 27073.24 ve 121319.89 olarak değişiklik göstermiştir.

3.4.2.5. Işık Koşulları

Bu aşamada, Samsung marka Galaxy M31 model cep telefonu ile akşam, gündüz ve karanlık ortamlarda yapılan çekimlerin yani farklı ışık koşullarının kamera sensör gürültüsünü etkileyip etkilemediğini ve Amped Authenticate yazılımının deneyler sonundaki sonuçlarını incelemektir. Bu aşamada yapılan deneyler şu şekildedir:

- Akşam ve karanlık koşullarda çekilen, 1920x1080 çözünürlüğündeki referans videoları ile gündüz koşullarında çekilen, 1920x1080 çözünürlüğündeki kanıt videosu mukayese edilmiştir. Mukayese neticesinde her iki referans ile kanıt videosunun mukayesesi “Pozitif” sonuçlanmış ancak karanlık ortamda çekilen referans videosunun kanıt videosuyla mukayesesinde 2156 olan toplam kare sayısının tamamı 60 eşliğinin altında kaldığı görülmüştür.

- Akşam ve karanlık koşullarda çekilen, 1920x1080 çözünürlüğündeki kanıt videoları ile gündüz koşullarında çekilen, 1920x1080 çözünürlüğündeki referans videosu mukayese edilmiştir. Mukayese neticesinde her iki kanıt ile referans videosunun mukayesesi “Pozitif” sonuçlanmış ancak karanlık ortamda çekilen referans videosunun kanıt videosuyla

mukayesesinde 2302 olan toplam kare sayısının tamamı 60 eşiğinin altında kaldığı görülmüştür.

Dolayısıyla bu kamera için, referans ya da kanıt videolarının birbirinden farklı ışık koşullarında çekilmesi ya da karanlık ortamda çekim yapılmasının, PRNU analizini olumsuz yönde etkileyebileceği değerlendirilmektedir.

3.4.2.6. Hareketli/ Hareketsiz Kamera Çekimi

Bu deneyle amaçlanan: çekim yapılırken kameranın hareketli ya da hareketsiz olmasının kamera sensör gürültüsünü, kaynak analizine yönelik yapılan mukayesede aynı sensörden çekilip çekilmediği sonucunu gösteren uygunluk (compatibility) denetimi sonucunu test etmekle birlikte “Video PRNU Identification Result” ile “Video PRNU Tampering Result” tablolarındaki sonuçları analiz etmektir.

Bu aşamada yapılan deneyler şu şekildedir:

- Öncelikle cep telefonu yavaş hareket ettirilerek (el ile) referans videosu ve hareket ettirilmeden (el ile sabit tutularak) kanıt videosu 1920x1080 çözünürlüğünde çekilerek mukayese edilmiştir.
- Daha sonra cep telefonu yavaş hareket ettirilerek (el ile) kanıt videosu ve hareket ettirilmeden (el ile sabit tutularak) referans videosu 1920x1080 çözünürlüğünde çekilerek mukayese edilmiştir.

Yapılan deneyler neticesinde, kanıt videosu hareketsiz, referans videosu hareketli olarak çekilen videoların mukayese sonucu “Pozitif”, referansı hareketsiz, kanıt videosu hareketli olarak çekilen videoların mukayese sonucu “Negatif” sonuçlanmıştır.

Dolayısıyla kameranın çekim esnasında hareketli/ hareketsiz olması ya da referans videosunun mavi (açık gökyüzü) ve gri gökyüzü (kapalı havada çekimi yapılan gökyüzü) olmasından kaynaklandığı değerlendirilen “Negatif” sonucunu vermiştir.

3.4.2.7. İç Mekan/Dış Mekan Çekimi

Bu deneyler ile amaçlanan: çekimlerin iç (kapalı) bir ortamda yapılması ile dış (açık) ortamda yapılmasının kamera sensör gürültüsünü, kaynak analizine yönelik yapılan mukayesede aynı sensörden çekilip çekilmediği sonucunu gösteren uygunluk (compatibility) denetimi sonucu ile “Video PRNU Identification Result” ile “Video PRNU Tampering Result” tablolarındaki sonuçları analiz etmektir.

Bu aşamada yapılan deneylerde, hem referans hem de kanıt videolarının çekimleri dış ve iç ortamda yapılarak birbirleri ile mukayese edilmiştir. Öncelikle referans videosu dış ortamda, kanıt videosu iç ortamda çekilen görüntüler, Amped Authenticate yazılımında karşılaştırılmıştır. Daha sonra referans videosu iç ortamda, kanıt videosu dış ortamda çekilen görüntülerin mukayesesi yapılmıştır.

Yapılan deneyler neticesinde; her iki ortamda da mukayeseleri yapılan kanıt videolarının farklı ortamda çekilen referans video modelleriyle kaynak analizi uygunluk sonucu “Pozitif” sonuçlanmıştır.

Dolayısıyla iç mekanda ya da dış mekanda yapılan çekimlerin PRNU’yu olumsuz yönde etkilemediği ve bu görüntülerin aynı kamera sensörü tarafından çekildiği sonucuna ulaşılmaktadır.

3.4.2.8. Video Süresine Göre Çekimler

Bu deney ile amaçlanan, referans ve kanıt videolarının sürelerinin bir dakikadan az, fazla ve birbirlerinden farklı olmasının kaynak analizi uygunluk sonucuna, PRNU analizine etkisi olup olmadığını incelemektir.

Deneylerde çekimler, referans ve kanıt videoları bir dakika, bir dakikadan az ve fazla olmak üzere dış ortamda, gün ışığında, 1920x1080 çözünürlüğünde ve tripod kullanılarak yapılmıştır.

Yapılan deneyler neticesinde, birbirinden farklı sürelerdeki referans ve kanıt videolarının kaynak analizine yönelik mukayeseleri “Pozitif” sonuçlanmıştır. Dolayısıyla bu

kamera sensörü için, referans ve kanıt videosunun bir dakikadan az ya da fazla olmasının ve birbirlerinden farklı sürelerde olmasının kaynak analizi mukayese sonucunu ve PRNU'yu olumsuz yönde etkilemediği görülmüştür.

3.4.2.9. Yatay/Dikey Çekim

Bu aşamada, kamera optik eksenini yatay ve dikey konumda iken videolar çekilmiştir. Bu deney ile amaçlanan, referans ve kanıt videolarının kameraların yatay ve dikey çekim konumlarında çekilerek ve sonradan bir yazılım vasıtasıyla konum açılarının değiştirilmesi (rotate edilmesi) neticesinde birbirlerinin aksi konumlarında olan videoların Amped Authenticate yazılımında kaynak analizi uyumluluk sonucu ile farklı çekim konumlarında olmalarının kamera sensör gürültüsünü, PRNU analizini etkileyip etkilemediğini test etmektir.

Bu deneylerde, hem referans hem de kanıt videoları yatay ve dikey çekim konumlarında, 1280x720 ile 1920x1080 çözünürlüklerinde çekilen ve kaynak analiz sonuçları “Pozitif” olan görüntüler arasından seçilerek mukayese edilmiştir. Ayrıca 1920x1080 ve 1280x720 çözünürlüğündeki iki ayrı kanıt videosunun da çekim konumu sonradan Amped Five yazılımında “Rotate” filtresi kullanılarak değiştirilmiştir.

Yapılan deneyler neticesinde; referansı dikey, kanıtı yatay, referansı yatay, kanıtı dikey çekim konumda olan, 1920x1080 ve 1280x720 çözünürlüğündeki videoların kaynak analizi mukayesesi “Pozitif” sonuçlanmıştır. Amped Five yazılımı ile konumları “Rotate” filtresi kullanılarak değiştirilen kanıt videoları, kendi aksi konumundaki referans videolarıyla mukayeseleri de “Pozitif” sonuçlanmıştır. Ayrıca konumları sonradan yazılım vasıtasıyla değiştirilmelerinden (rotate edilmelerinden) kaynaklı olarak Authenticate analizinde “Rotate” sonucu da görülmüştür.

Dolayısıyla referans videosu ile kanıt videosunun çekim konumlarının birbirlerinin aksi şekilde olması ya da Amped Five’da çekim konumlarının sonradan değiştirilmesi kaynak analizi uygunluk sonucunu, PRNU’yu olumsuz yönde etkilemediği görülmüştür.

3.4.2.10. Optik Zoom

Bu deney ile amaçlanan, çekim esnasında kameranın optik zoom özelliği kullanılarak yakınlaştırma yapılmasının, kaynak analizi uygunluk sonucunu, PRNU'yu olumsuz yönde etkileyip etkilemediğini test etmektir.

Deneylerde, Samsung marka Galaxy M31 model cep telefonu ile kameranın optik zoom özelliği kullanılarak, dış mekanda, gündüz koşullarında, kamera hareket ettirilerek ve ettirilmeden (el ile), dikey çekim konumunda, 2160x3840 çözünürlüğünde ve dış mekanda, gündüz koşullarında, kamera hareket ettirilmeden (el ile), yatay çekim konumunda, 1280x720 çözünürlüklerinde videolar çekildi. Bu videoların kaynak analizine yönelik mukayese sonuçları “Pozitif” sonuçlanmakla birlikte 60 threshold değerinin altında ve üstünde karelerin kaldığı görülmüştür.

Yapılan analizler neticesinde, Results of PRNU Tampering Analysis (PCE) tablosunda gösterilen 60 threshold değerinin altında ve üstünde kalan (kırmızı çizginin altında ve üstünde kalan) karelerin, zoomlama yapılan bölümleri gösteren karelerin yaklaşık olarak değeri olduğu Amped Five yazılımında görüntü kareleri incelenerek gözlemlenmiştir. Yani zoomlama yapılan bölümlerin 60 eşliğinin altında kaldığı görülmüştür.

Daha sonra, zoomlanarak çekilen görüntülerin tripod ile çekilmesinin PRNU analizine etkisi olup olmadığını test etmek adına tripod kullanılarak yapılmıştır.

Samsung marka Galaxy M31 model cep telefonu ile kameranın optik zoom özelliği kullanılarak, dış mekanda, gündüz koşullarında, kamera yatay çekim konumunda, 1280x720 ve 3840x2160 çözünürlüklerinde videolar tripod ile çekildi. Bu videoların kaynak analizine yönelik mukayese sonucu “Pozitif” sonuçlanmakla birlikte 60 threshold değerinin altında ve üstünde karelerin kaldığı görülmüştür.

Yapılan analizler neticesinde, Results of PRNU Tampering Analysis (PCE) tablosunda gösterilen 60 threshold değerinin altında ve üstünde kalan (kırmızı çizginin altında ve üstünde kalan) karelerin, zoomlama yapılan bölümleri gösteren karelerin yaklaşık olarak değeri olduğu Amped Five yazılımında görüntü kareleri incelenerek gözlemlenmiştir. Yani zoomlama yapılan bölümlerin 60 eşliğinin altında kaldığı görülmüştür.

Dolayısıyla zoom özelliği ile çekilen videoların tripod kullanılarak çekilmesinin, kaynak analizi uygunluk sonucunu olumsuz yönde etkilemediği görülmüştür.

3.4.2.11. Tripod ile Çekim

Bu kamera ile tripod kullanılarak yapılan çekimlerin kaynak analizi sonucunu incelemek ve tripod ile çekimin kaynak analizi uygunluk sonucunu etkileyip etkilemediğini test etmek için dış ve iç ortamlarda gündüz ve akşam koşullarında, 1280x720, 1920x1080 ve 3840x2160 çözünürlüklerinde çekim yapılan birkaç video, tripod kullanılarak çekilmiş ve Authenticate’de analiz edilmiştir. Yapılan deneyler neticesinde:

- Tripod ile çekimi yapılan kanıt videolarının referans videolarıyla mukayesesinde kaynak analizi uygunluk sonucu “Pozitif” sonuçlanmıştır.
- Tripodsuz, zoomlama yapılarak çekilen ve “Pozitif” sonuçlanan videolar, tripod ile zoomlama yapılarak çekildiğinde tekrar “Pozitif” sonuç vermiştir.

3.5. Xiaomi Marka Redmi Note 8 Model Telefon Kamerası ile Çekilen Görüntü Kayıtları Üzerinde Şüpheli Kamera Tespitine Yönelik Yapılan Çalışmalar

3.5.1. Normal Koşullarda (Herhangi Bir Müdahale Olmadan) Yapılan Çekimler

Xiaomi marka Redmi Note 8 model cep telefonu kamerası ile iç ve dış ortamda, akşam ve gündüz koşullarında, karanlıkta, kameranin yatay ve dikey çekim konumlarında, 1280x720, 1920x1080 ve 3840x2160 çözünürlüklerinde, kameranin zoom özelliği kullanılarak, kamera hareket ettirilerek (el ile) ve sabit tutularak (el ile) kanıt videoları ile referans videoları çekilmiştir. Çekimlerde iç ortamlarda duvar, dış ortamlarda gökyüzü referans olarak kullanılmıştır. Yapılan deneyler neticesinde:

- 1920x1080 çözünürlüğündeki tüm kayıtların Amped Authenticate yazılımında (all frame sorgulamasında) kaynak analizi uygunluk sonucu “Pozitif” olarak sonuçlanmıştır. Ancak bu çözünürlükte yapılan deneylerden; dış ortamda, akşam koşullarında yapılan çekim ile iç ortamda karanlık ve akşam koşullarında yapılan çekimler hariç olmak üzere, dış ve iç

ortamlardaki gündüz çekimlerinin deney sonuçları “Pozitif” sonuç vermesinin yanı sıra kare sayısı 60 eşiğinin tamamen altında kaldığı, bazı karelerin altında, bazılarının üstünde kaldığı ve group frame sorgulamasında “Negatif”, all frame sorgulamasında “Pozitif” olarak sonuçlandırıldığı görülmüştür. Kameranin zoom özelliği kullanılarak dış ortamda, gündüz koşullarında, yatay çekim konumunda, 1920x1080 çözünürlüğünde çekimi yapılan kanıt videosunun kaynak analizi uygunluk sonucu group frame sorgulamasında “Negatif”, all frame sorgulamasında “Pozitif” olarak sonuçlanmış ancak her iki sorgulamada da tüm kareler 60 threshold değerinin altında kaldığı görülmüştür.

- 1280x720 çözünürlüğündeki kayıtların dış ortamda akşam ve gündüz koşullarındaki çekimlerin hepsinin kaynak analizi uygunluk sonucu “Negatif” olarak sonuçlanmış, iç ortamda akşam ve gündüz koşullarındaki çekimleri “Pozitif” ve “Negatif”, iç ortamdaki karanlık çekim sonucu ise “Pozitif” olarak sonuçlanmıştır. Pozitif olarak sonuçlanan iç ortamda, akşam koşullarında, hareketli yapılan dikey çekimde group frame sorgulamasında tüm karelerin 60 eşiğinin altında kaldığı, all frame sorgulamasında 60 eşiğinin altında ve üstünde karelerin olduğu görülmüştür. İç ortamda, gündüz koşullarında, hareketli, yatay ve dikey çekimlerde group frame sorgulamasında “Negatif”, all frame sorgulamasında “Pozitif” sonuçlanarak tüm karelerin 60 eşiğinin altında kaldığı görülmüştür.

- 3840x2160 çözünürlüklerinde ise dış ortamda, akşam koşullarında, kamera yatay konumunda zoom kullanılarak ve kullanılmadan çekimler yapılmıştır. Her iki çekim sonucu ise “Pozitif” tir ancak, kameranin zoom özelliği kullanılarak yapılan çekim sonucunda, zoomlama yapılan alanın yaklaşık kare değerlerini gösteren kısımların 60 threshold değerinin altında kaldığı görülmüştür. İç ortamda, akşam koşullarında, kamera hareket ettirilmeden (el ile çekilen), kamera yatay çekim konumunda çekilen referans ve kanıt videosunun kaynak analizi sonucu “Pozitif” sonuçlanmıştır.

3.5.2. Kaynak Analizi Sonucuna Etki Edebileceği Değerlendirilen Faktörlere Göre Yapılan Çekimler

3.5.2.1. Adobe Premiere Yazılımı Kullanılarak Xiaomi Marka Redmi Note 8 Model Telefon Kamerası ile Çekilen Görüntülerin Birbirlerinin İçine Eklenmesiyle Oluşturulan Yeni Videoların Kaynak Analizi

Bu deney ile amaçlanan; aynı ve farklı kameralardan çekimi yapılan videoların birbirleri içine eklenerek oluşturulan yeni videonun aynı sensörden çekilip çekilmediği sonucunu gösteren uygunluk (compatibility) denetiminde verebileceği sonucu test etmekle birlikte “Video PRNU Identification Result” ile “Video PRNU Tampering Result” tablolarındaki tüm sonuçları analiz etmektir. Bu aşamada yapılan deneyler şu şekildedir:

- İç ve dış ortamda, gündüz koşullarında, kamera yatay çekim konumunda, 1920x1080 çözünürlüğündeki iki ayrı video Adobe Premiere yazılımında birbirinin içine eklenerek *.mp4 uzantılı 1920x1080 ve *.m4v uzantılı 1280x720 çözünürlüğünde iki yeni video oluşturuldu. Bu videolar referans video modelleri ile mukayese edildi. Yapılan deneyler sonucunda:

- İç ortamda çekilen duvar referans video modeliyle (referans-1) *.mp4 uzantılı 1920x1080 uzantılı kanıt videosunun mukayese sonucu, “Negatif” sonuçlanarak 4712 olan toplam kare sayısının 1912 karesi 60 eşliğinin üstünde, 2800 karesinin altında kaldığı görülmüştür. Referans-1 modeli ile *.m4v uzantılı 1280x720 çözünürlüğündeki videonun mukayese sonucu “Pozitif” sonuçlanarak, referans ve kanıt video çözünürlüğünün birbirinden farklı olmasından kaynaklandığı düşünülen “Resized” uyarısını verdiği görülmüştür.

- Dış ortamda, gündüz koşullarında, kamera yatay çekim konumunda, 1920x1080 çözünürlüğündeki referans video modeliyle (referans-2) *.mp4 uzantılı 1920x1080 uzantılı kanıt videosunun mukayese sonucu, “Pozitif” sonuçlanmıştır.

- m4v uzantılı 1280x720 çözünürlüğündeki videonun mukayese sonucu ise “Pozitif” sonuçlanarak, referans ve kanıt video çözünürlüğünün birbirinden farklı olmasından kaynaklandığı düşünülen “Resized” uyarısını verdiği görülmüştür.

Referans-1: İç ortamda, gündüz koşullarında, kamera yatay çekim konumunda çekilen 1920x1080 çözünürlüğünde duvar videosu.

Referans-2: Dış ortamda, gündüz koşullarında, kamera yatay çekim konumunda çekilen 1920x1080 çözünürlüğünde gökyüzü videosu.

- Dış ortamda ve gündüz koşullarında çekilen 1920x1080 çözünürlüğündeki video ile iç ortamda ve akşam koşullarında çekilen 3840x2160 çözünürlüğündeki iki ayrı video Adobe

Premiere yazılımında birbiri içine eklenerek 1920x1080 çözünürlüğünde yeni bir video oluşturuldu.

- Birbiri içine eklenerek yeniden oluşturulan 1920x1080 çözünürlüğündeki video ile 3840x2160 çözünürlüğünde referans video modelinin kaynak analizinde kamera uygunluk (compatibility) test sonucu “Pozitif” sonuçlanmıştır. Ancak referans video ile kanıt videosunun çözünürlüklerinin birbirinden farklı olduğundan kaynaklandığı değerlendirilen “Resized” uyarısını verdiği de görülmüştür. Ayrıca 2353 olan toplam kare sayısının 1250 karesinin tabloda 60 eşğinin altında, 803 karesinin üstünde kalarak yer aldığı, geriye kalan 300 karenin tabloda yer almadığı görülmüştür.

Ayrıca “Video PRNU Tampering Result” tablosunda 60 eşğinin altında kalan karelerin birbiri içine eklenen videoların eklendikleri bölümlerinin yaklaşık olarak kare değerlerini gösterdiği anlaşılmıştır.

Referans video: İç ortamda ve akşam koşullarında çekilen, 3840x2160 çözünürlüğündeki duvar videosu.

- Birbiri içine eklenerek yeniden oluşturulan 1920x1080 çözünürlüğündeki video ile 1920x1080 çözünürlüğündeki referans video modelinin kaynak analizinde kamera uygunluk (compatibility) test sonucu “Negatif” sonuçlanmıştır.

Referans video: Dış ortamda ve gündüz koşullarında çekilen, 1920x1080 çözünürlüğündeki gökyüzü videosu.

- Xiaomi marka Redmi Note 8 model cep telefonu ile dış ortamda, akşam koşullarında, kamera yatay çekim konumunda çekilen, 1920x1080 çözünürlüğünde ve kamera uygunluk sonucu pozitif sonuçlanan kanıt videosu, Instagramda reels olarak paylaşılmıştır. Paylaşılan bu videonun çeşitli bölümleri Adobe Premiere yazılımı ile orijinal kanıt videosuna eklenerek, 1920x1080 çözünürlüğünde yeni bir video oluşturulmuştur. Oluşturulan bu video, referans video modeliyle mukayese edilmiştir.

Instagramda paylaşıldıktan sonra orijinal kanıt videosunun içine eklenerek oluşturulan 1920x1080 çözünürlüğündeki video ile 1920x1080 çözünürlüğündeki referans video modelinin kaynak analizinde kamera uygunluk (compatibility) test sonucu “Pozitif”

sonuçlanmıştır. Yani aynı cihazdan çekilen 1920x1080 çözünürlüğündeki referans video ile instagramda paylaşıldıktan sonra orijinal kanıt videosuyla birleşimiyle oluşturulan 1920x1080 çözünürlüğündeki videonun aynı sensör tarafından çekildiği sonucunu göstermektedir.

Referans video: Dış ortamda, akşam koşullarında, kamera yatay çekim konumunda çekilen, 1920x1080 çözünürlüğündeki gökyüzü videosu.

3.5.2.2. Adobe Premiere Yazılımı Kullanılarak Farklı Marka/Model Kamera Çekimlerinin Birbirlerinin İçine Eklenmesiyle Oluşturulan Yeni Videoların Kaynak Analizi

- Canon marka Eos 70D model fotoğraf makinası ile Xiaomi marka Redmi Note 8 model cep telefonu ile çekim yapılan bazı videolar birleştirilirse,

Canon Eos 70D model fotoğraf makinası ile dış ortamda, akşam koşullarında çekilen, 1280x720 çözünürlüğündeki video kaydı ile Xiaomi marka Redmi Note 8 model cep telefonu ile dış ortamda, gündüz koşullarında, kamera yatay konumunda ve tripodla çekilen, 1920x1080 çözünürlüğündeki video kayıtları, Adobe Premiere yazılımı kullanılarak biri diğerinin içine belirli bölümlerinden kesilerek eklenmiştir. Bu ekleme sonucunda, 1280x720 çözünürlüğünde *.mp4 uzantılı bir adet video oluşturulmuştur. Oluşturulan bu video, referans video modelleriyle ayrı ayrı mukayese edilmiştir.

Yeniden oluşturulan, *.mp4 uzantılı 1280x720 çözünürlüğündeki video ile Canon Eos 70D model fotoğraf makinası çekilen referans video modeliyle mukayesesi, kaynak analizi uygunluk (compatibility) sonucu “Pozitif” sonuçlanmıştır. Xiaomi Redmi Note 8 model cep telefonu ile muayesesi de “Pozitif” sonuçlanmış ancak “Cropped” sonucunun olduğu da görülmüştür.

Ayrıca Amped Authenticatede, referans video modeli ile iç içe eklenerek oluşturulan videonun mukayesesinde, Results of PRNU Tampering Analysis (PCE) tablosunda gösterilen 60 threshold değerinin altında ve üstünde kalan (kırmızı çizginin altında ve üstünde kalan) karelerin, iç içe eklenerek oluşturulan videolarda her kameranın kendi referans video modeline denk gelen bölümlerini gösteren karelerin yaklaşık olarak değeri olduğu Amped Five yazılımında kareleri incelenerek gözlemlenmiştir.

Referans-1: Canon EOS 70D fotoğraf makinası ile dış ortamda ve akşam koşullarında çekimi yapılan, 1280x720 çözünürlüğündeki gökyüzü videosu.

Referans-2: Xiaomi Redmi Note 8 model cep telefonu ile dış ortamda ve gündüz koşullarında çekimi yapılan, 1920x1080 çözünürlüğündeki gökyüzü videosu.

- Canon marka Legria HFR806 HD model video kamera ile Xiaomi marka Redmi Note 8 model cep telefonundan çekin yapılan bazı videolar birleştirilirse;

Canon Legria Hfr806 HD model video kamera ile dış ortamda ve akşam koşullarında tripodla çekilen, 1920x1080 (35mphs) çözünürlüğündeki video kaydı ile Xiaomi Redmi Note 8 model cep telefonu ile iç ortamda, gündüz koşullarında, kamera yatay çekim konumunda çekilen, 1920x1080 çözünürlüğündeki video kayıtları, Adobe Premiere yazılımı kullanılarak biri diğerinin içine belirli bölümlerinden kesilerek eklendi. Bu ekleme sonucunda 1920x1080 çözünürlüğünde *.m4v uzantılı bir adet video oluşturuldu. Oluşturulan bu video, referans video modelleriyle ayrı ayrı mukayese edildi.

Yeniden oluşturulan *.m4v uzantılı 1920x1080 çözünürlüğündeki video ile Canon Legria Hfr806 HD model video kamera ile çekilen referans video modeli ve Xiaomi Redmi Note 8 model cep telefonu ile çekilen referans video modeliyle mukayesesi “Pozitif” sonuçlanmıştır.

Ayrıca Amped Authenticatede, iç içe eklenerek oluşturulan video ile referans video modelinin mukayesesinde, Results of PRNU Tampering Analysis (PCE) tablosunda gösterilen 60 threshold değerinin altında ve üstünde kalan (kırmızı çizginin altında ve kalan) karelerin, iç içe eklenerek oluşturulan videolarda her kameranın kendi referans video modeline denk gelen bölümlerini gösteren karelerin yaklaşık olarak değeri olduğu Amped Five yazılımında kareleri incelenerek gözlemlenmiştir.

Referans-1: Canon Legria Hfr806 HD model video kamera ile dış ortamda ve akşam koşullarında çekimi yapılan, 1920x1080 (35mphs) çözünürlüğünde gökyüzü videosu.

Referans-2: Xiaomi Redmi Note 8 model cep telefonu ile iç ortamda ve gündüz koşullarında çekimi yapılan, 1920x1080 çözünürlüğünde duvar videosu.

3.5.2.3. Adobe Premiere Yazılımı Kullanılarak Xiaomi Marka Redmi Note 8 Model Telefon Kamerası ile Çekilen Görüntülerin Belirli Bölüm/Bölümlerinden Kırılmasıyla Oluşturulan Yeni Videoların Kaynak Analizi

Videonun kırılarak tekrar uygunluk denetimine tabi tutulması şeklinde yapılan deneydeki amaç, daha önce kaynak analizi uygunluk sonucu pozitif olan görüntünün, bir yazılım müdahalesiyle kırılması sonucunda oluşan yeni videonun Amped Authenticate yazılımı ile kaynak analizi sonuçlarını incelemektir.

Xiaomi Marka Redmi Note 8 model telefon kamerası ile dış ortamda, akşam koşullarında, yatay çekim konumunda, 3840x2160 çözünürlüğünde çekimi yapılan ve 01.11 dakika olan kanıt videosu, Adobe Premiere yazılımında kırılarak süresi 01.02 dakika olarak kısaltılmış ve 3840x2160 çözünürlüğünde yeniden oluşturulmuştur. Oluşturulan bu video ile referans video modelinin mukayesesinde kaynak analizi “Pozitif” sonuçlanmıştır.

Yani bu yazılım ile müdahale edilerek, kırılmasıyla oluşturulan videonun yazılım müdahalesinden (kırpmadan) etkilenmediği, orijinal referans videosu ile uyumlu olarak aynı sensörden çekildiği sonucuna ulaşılmaktadır.

Referans video: Dış ortamda, akşam koşullarında, kamera yatay çekim konumunda ve 3840x2160 çözünürlüğünde çekim yapılan gökyüzü videosu.

3.5.2.4. Çözünürlük

Bu deney ile amaçlanan, daha önce video kaynak analizi pozitif olarak sonuçlanan videolardan bazılarının çözünürlükleri bir yazılım (Amped Five) müdahalesi ile düşürüldüğünde ve yükseltildiğinde Amped Authenticate yazılımının video kaynak analizinde verdiği sonuçlar ile çözünürlük değişiminin kaynak analizine olan etkisini incelemektir. Bu kapsamda yapılan deneyler şu şekildedir:

- İç ortamda, akşam koşullarında, kamera yatay çekim konumunda ve 3840x2160 çözünürlüğünde çekim yapılan görüntünün önce referans video çözünürlüğü daha sonra ise kanıt video çözünürlüğü Amped Five yazılımında 1920x1080 çözünürlüğünde düşürülerek

yeniden oluşturulmuştur. Çözünürlüğü düşürülen referans ile orijinal 3840x2160 çözünürlüğündeki kanıt videosu ve çözünürlüğü düşürülen kanıt ile orijinal 3840x2160 çözünürlüğündeki referans videosu Authenticate’de mukayese edilmiştir. Mukayese neticesinde kaynak analizi uygunluk sonuçları “Pozitif” olarak sonuçlanmıştır. Ayrıca videoların orijinal çekim çözünürlükleri yazılım vasıtasıyla daha sonradan değiştirildiği için yeniden ölçeklendirildiği anlamına gelen “Resized” uyarısını verdiği görülmüştür.

- Dış ortamda, akşam koşullarında, kamera dikey çekim konumunda, kamera hareket ettirilerek (el ile) ve 1920x1080 çözünürlüğünde çekim yapılan görüntünün önce referans video çözünürlüğü daha sonra ise kanıt video çözünürlüğü Amped Five yazılımında 3840x2160 çözünürlüğüne yükseltilerek yeniden oluşturulmuştur. Çözünürlüğü yükseltilen referans ile orijinal 1920x1080 çözünürlüğündeki kanıt videosu ve çözünürlüğü yükseltilen kanıt ile orijinal 1920x1080 çözünürlüğündeki referans videosu Authenticate’de mukayese edilmiştir.

Mukayese neticesinde kaynak analizi uygunluk sonuçları “Pozitif” sonuçlanmıştır. Ayrıca videoların orijinal çekim çözünürlükleri yazılım vasıtasıyla daha sonradan değiştirildiği için yeniden ölçeklendirildiği anlamına gelen “Resized” uyarısını verdiği görülmüştür.

- Yazılım müdahalesi olmadan, aynı ve farklı ortam/koşullarda, kamera çekiminde çözünürlükleri birbirinden farklı birkaç video, kaynak analizi sonucunu test etmek için birbirleri ile mukayese edilmiştir.

- İlk deneyde, dış ortamda, akşam koşullarında ve 1280x720 çözünürlüğünde çekilen kanıt videosu, dış ortamda, akşam koşullarında ve 1920x1080 çözünürlüğünde çekilen gökyüzü referans video modeliyle mukayese edilmiş ve kaynak analizi sonucu “Negatif” sonuçlanmıştır.

- Sonrasında, dış ortamda, akşam koşullarında ve 1920x1080 çözünürlüğünde çekilen kanıt videosu, dış ortamda, gündüz koşullarında ve 1280x720 çözünürlüğünde çekilen gökyüzü referans video modeliyle mukayese edilmiş ve kaynak analizi sonucu “Negatif” sonuçlanmıştır.

Ayrıca Xiaomi Redmi Note 8 model cep telefonunda, 3840x2160 çözünürlükte çekilen ve Amped Five ile 1920x1080 çözünürlüğüne düşürülen videonun, çözünürlüğü değiştirilmeden önceki PCE değeri 815329.27 iken, çözünürlüğü düşürüldükten sonra 474671.65 ve 480035.77 olarak azalmıştır. Yani her iki durumda da sonuçlar pozitif olsa dahi çözünürlüğün düşürülmesi PCE değerini azalttığı görülmüştür. Ayrıca yine 1920x1080 çözünürlükte çekilen ve Amped Five ile 3840x2160 çözünürlüğüne yükseltile videonun çözünürlüğü değiştirilmeden önceki PCE değeri 130720.14 iken, çözünürlüğü yükseltildikten sonra 135980.98 ve 80921.99 olarak değişiklik göstermiştir.

3.5.2.5. Işık Koşulları

Bu deneylerde amaçlanan, Xiaomi Redmi Note 8 model cep telefonu ile akşam, gündüz ve karanlık ortamlarda yapılan çekimlerin yani farklı ışık koşullarının, kamera sensör gürültüsünü etkileyip etkilemediğini incelemek ve Amped Authenticate yazılımının bu deneyler karşısındaki sonuçlarını analiz etmektir. Bu kapsamda yapılan deneyler şu şekildedir:

- Akşam koşullarında çekilen 3840x2160 çözünürlüğündeki referans videosu ve karanlık koşulda çekilen 1920x1080 çözünürlüğündeki referans videosu ile gündüz koşullarında çekilen, 1920x1080 çözünürlüğündeki kanıt videosu mukayese edilmiştir. Mukayese neticesinde her iki referans ile kanıt videosunun mukayesesi “Pozitif” sonuçlanmıştır. Ayrıca referans video ile kanıt videosunun çözünürlükleri birbirinden farklı olduğu için de “Resized” uyarısını verdiği görülmüştür.

- Akşam koşullarında çekilen 3840x2160 çözünürlüğündeki kanıt videosu ve karanlık koşulda çekilen 1920x1080 çözünürlüğündeki kanıt videosu ile gündüz koşullarında çekilen 1920x1080 çözünürlüğündeki referans videosu mukayese edilmiştir. Mukayese neticesinde her iki kanıt ile referans videosunun mukayesesi “Negatif” sonuçlanmıştır.

Bu deneyler neticesinde, bu kamera için, kanıt videolarının akşam ve karanlık ortamda, referans videosunun ise gündüz koşullarında çekiminin yapılmasının kaynak analizini olumsuz yönde etkilediği değerlendirilmektedir.

3.5.2.6. Hareketli/Hareketsiz Kamera Çekimi

Bu deneyle amaçlanan: çekim yapılırken kameranın hareketli ve hareketsiz olmasının kamera sensör gürültüsünü etkileyip etkilemediğini ve aynı sensörden çekilip çekilmediği sonucunu gösteren uygunluk (compatibility) denetimi sonucunu test etmekle birlikte “Video PRNU Identification Result” ile “Video PRNU Tampering Result” tablolarındaki tüm sonuçları analiz etmektir. Bu kapsamda yapılan deneyler şu şekildedir:

- Öncelikle cep telefonu yavaş hareket ettirilerek çekilen 1920x1080 çözünürlüğündeki referans video ve hareket ettirilmeden çekilen 3840x2160 çözünürlüğündeki kanıt videosu mukayese edilmiştir. Mukayese neticesinde, videoların kaynak analizi uygunluk sonucu “Pozitif” sonuçlanmakla birlikte referans ile kanıt video çözünürlüklerinin birbirinden farklı olmasından kaynaklı “Resized” uyarısını verdiği görülmüştür.

- Daha sonra cep telefonu yavaş hareket ettirilerek çekilen, 1920x1080 çözünürlüğündeki kanıt videosu ile hareket ettirilmeden çekilen 3840x2160 çözünürlüğündeki referans videosu mukayese edilmiştir. Mukayese neticesinde, videoların kaynak analizi uygunluk sonucu “Pozitif” sonuçlanmakla birlikte referans ile kanıt video çözünürlüklerinin birbirinden farklı olmasından kaynaklı olarak “Resized” uyarısını verdiği değerlendirilmektedir. Ayrıca “Video PRNU Tampering Results” tablosunda toplam 4248 olan kare sayısından 3898 karenin 60 eşiğinin üstünde yer aldığı ancak geriye kalan 350 karenin ise tabloda yer almadığı görülmüştür.

Yapılan her iki deney neticesinde, görüntülerin kaynak analizi uygunluk sonucu “Pozitif” sonuçlanmıştır. Dolayısıyla kameranın çekim esnasında hareketli ya da hareketsiz olmasının Xiaomi marka Redmi Note 8 model cep telefonu için kaynak analizini, PRNU’yu olumsuz yönde etkilemediği tespit edilmiştir.

3.5.2.7. İç Mekan/ Dış Mekan Çekimi

Bu deney ile amaçlanan: çekimlerin iç (kapalı) bir ortam ile dış (açık) ortamda yapılmasının kamera sensör gürültüsünü, kaynak analizine yönelik yapılan mukayesede aynı sensörden çekilip çekilmediği sonucunu gösteren uygunluk (compatibility) denetimi sonucunu

test etmekle birlikte “Video PRNU Identification Result” ile “Video PRNU Tampering Result” tablolarındaki tüm sonuçları analiz etmektir.

Bu aşamada yapılan deneylerde, hem referans hem de kanıt videolarının çekimleri dış ve iç ortamda yapılarak birbirleri ile mukayese edilmiştir. Öncelikle referans videosu dış ortamda, kanıt videosu iç ortamda çekilen görüntüler, Amped Authenticate’de karşılaştırılmıştır. Daha sonra referans videosu iç ortamda, kanıt videosu dış ortamda çekilen görüntülerin mukayesesi yapılmıştır.

Yapılan deneyler neticesinde; her iki ortamda da mukayeseleri yapılan kanıt videolarının farklı ortamda çekilen referans video modelleriyle kaynak analizi uygunluk sonucu “Pozitif” sonuçlanmıştır. Dolayısıyla iç mekanda ya da dış mekanda yapılan çekimlerin PRNU’yu olumsuz yönde etkilemediği ve bu görüntülerin aynı kamera sensörü tarafından çekildiği sonucuna ulaşılmaktadır.

3.5.2.8. Video Süresine Göre Çekimler

Bu deney ile amaçlanan, referans ve kanıt videolarının sürelerinin bir dakikadan az, fazla ve birbirlerinden farklı olmasının kaynak analizi uygunluk sonucunu olumsuz yönde etkileyip etkilemediğini incelemektir.

Deneyler, referans ve kanıt videoları bir dakika, bir dakikadan az ve fazla olmak üzere dış ortamda, gün ışığında, 1920x1080 çözünürlüğünde ve tripod kullanılarak yapılmıştır. Yapılan deneyler sonucunda,

- Referans ve kanıt videosu 0.30 saniye olan görüntülerin kaynak analizi mukayesesi “Negatif” sonuçlanmıştır.
- Referans ve kanıt videosu 01.18 dakika olan görüntülerin kaynak analizi mukayesesi “Negatif” sonuçlanmıştır.
- Referans videosu 01.18 dakika, kanıt videosu 06.01 dakika olan görüntülerin kaynak analizi mukayesesi “Negatif” sonuçlanmıştır.

- Referans videosu 03.01 dakika, kanıt videosu 06.01 dakika olan görüntülerin kaynak analizi mukayesesi “Negatif” sonuçlanmıştır.

- Referans videosu 03.01 dakika, kanıt videosu 01.18 dakika olan görüntülerin kaynak analizi mukayesesi “Negatif” sonuçlanmıştır.

Dolayısıyla bu kamera sensörü için, referans ve kanıt videosunun bir dakikadan az, fazla ve birbirlerinden farklı sürelerde olmasının PRNU analizini olumsuz yönde etkilediği değerlendirilmektedir.

3.5.2.9. Yatay/ Dikey Çekim

Kamera optik eksenini yatay ve dikey konumda iken çekilen videolardır. Bu deney ile amaçlanan, referans ve kanıt videolarının kameraların yatay ve dikey çekim konumlarında çekilerek, sonrasında bir yazılım (Amped Five) vasıtasıyla konum açılarının değiştirilmesi (rotate edilmesi) neticesinde birbirlerinin aksi konumlarında olan videoların Amped Authenticate yazılımında kaynak analizi uyumluluk sonucunu test etmek ve farklı çekim konumlarının kamera sensör gürültüsünü, PRNU’yu olumsuz yönde etkileyip etkilemediğini incelemektir.

Bu deneylerde, hem referans hem de kanıt videoları yatay ve dikey çekim konumlarında olan, 1280x720 ile 1920x1080 çözünürlüklerinde çekilen görüntüler mukayese edilmiştir. Ayrıca 1920x1080 ve 1280x720 çözünürlüğündeki iki kanıt videosunun da çekim konumu Amped Five yazılımında “Rotate” filtresi kullanılarak değiştirilmiştir.

Yapılan deneyler neticesinde; referansı dikey, kanıtı yatay ve referansı yatay, kanıtı dikey çekim konumda olan, 1920x1080 çözünürlüğündeki görüntülerin kaynak analizi mukayesesi “Pozitif”, 1280x720 çözünürlüğündeki görüntülerin kaynak analizi mukayesesi “Negatif” sonuçlanmıştır. Amped Five yazılımı ile “Rotate” filtresi kullanılarak çekim konumları sonradan değiştirilen 1280x720 ve 1920x1080 çözünürlüğündeki kanıt videoları, kendi aksi konumundaki referans videolarıyla mukayeseleri “Pozitif” sonuçlanmıştır. Ayrıca konumları sonradan yazılım vasıtasıyla değiştirilmelerinden (rotate edilmelerinden) kaynaklı olarak Authenticate analizinde “Rotate” sonucu da görülmüştür.

Dolayısıyla referans videosu ile kanıt videosunun çekim konumlarının birbirlerinin aksi şekilde olması ve Amped Five’da konumlarının sonradan değiştirilmesi kaynak analizi uygunluk sonucunu, PRNU’yu olumsuz yönde etkilemediği görülmüştür.

3.5.2.10. Optik Zoom

Bu deney ile amaçlanan, çekim esnasında kameranın zoom özelliği kullanılarak çekim yapılmasının kaynak analizi uygunluk sonucunu, PRNU’yu olumsuz yönde etkileyip etkilemediğini test etmektir. Bu kapsamda yapılan deneyler şu şekildedir:

- Xiaomi marka Redmi Note 8 model cep telefonu ile kameranın optik zoom özelliği kullanılarak, el ile dış mekanda, akşam koşullarında, kamera hareket ettirilmeden, yatay çekim konumunda, 3840x2160 çözünürlüğünde video çekildi. Bu videoların kaynak analizine yönelik mukayese sonucu “Pozitif” olarak sonuçlanmıştır.

Sonrasında kameranın optik zoom özelliği kullanılarak, el ile dış mekanda, gündüz koşullarında, kamera hareket ettirilmeden, yatay çekim konumunda, 1920x1080 çözünürlüğünde video çekildi. Bu videoların kaynak analizine yönelik mukayese sonucu “Pozitif” olarak sonuçlanmıştır.

Daha sonra tripod ile çekilmesinin PRNU analizine etkisi olup olmadığını test etmek adına tripod kullanılarak bir deney yapılmıştır. Kameranın optik zoom özelliği kullanılarak, tripod vasıtasıyla dış mekanda, akşam koşullarında, kamera yatay çekim konumunda, 1920x1080 çözünürlüğünde referans ve kanıt videosu çekilmiştir. Bu videoların kaynak analizine yönelik mukayese sonucu “Negatif” olarak sonuçlanmıştır.

Yapılan analiz neticesinde ise Results of PRNU Tampering Analysis (PCE) tablosunda gösterilen 60 threshold değerinin altında kalan (kırmızı çizginin altında kalan) karelerin, zoomlama yapılan bölümleri gösteren karelerin yaklaşık olarak değeri olduğu Amped Five yazılımında kareleri incelenerek gözlemlenmiştir.

Dolayısıyla zoom özelliği kullanılarak çekilen videoların tripod kullanılarak çekilmesi, kaynak analizi uygunluk sonucunu olumlu ya da olumsuz yönde etkilemediği tespit edilmiştir.

Kameranın optik zoom özelliği kullanılarak çekilen videolarda, zoomlama yapılmasının kaynak analizi uygunluk sonucunu, PRNU analizini negatif yönde etkilemediği değerlendirilmektedir.

3.5.2.11. Tripod ile Çekim

Bu deneyde, kaynak analizi sonucuna tripodun etkisi olup olmadığı görebilmek için, tripodsuz çekim yapılarak sonucu pozitif iken 60 eşiğinin altında ve üstünde kareleri kalan, negatif sonuçlanan ve zoomlama yapılarak çekilen videolardan bazıları tripod kullanılarak yeniden çekilmiş ve Authenticate’de analiz edilmiştir. Yapılan deneyler neticesinde,

- Tripod kullanılmadan dış ortamda, gündüz koşullarında, 1280x720 çözünürlüğünde çekimi yapılan ve “Negatif” sonuçlanan video, tripod kullanılarak tekrar çekildiğinde kaynak analizi uygunluk sonucu, group frame sorgulamasında “Negatif” ancak all frame sorgulamasında “Pozitif” sonuçlanarak, tüm karelerin 60 eşiğinin altında kaldığı görülmüştür.

- Tripod kullanılmadan dış ortamda, akşam koşullarında, 1280x720 çözünürlüğünde çekimi yapılan ve “Negatif” sonuçlanan video, tripod kullanılarak tekrar çekildiğinde kaynak analizi uygunluk sonucu, group frame sorgulamasında “Negatif” ancak all frame sorgulamasında “Pozitif” sonuçlanarak 60 eşiğinin altında ve üstünde karelerin kaldığı görülmüştür.

- Tripod kullanılmadan iç ortamda, gündüz koşullarında, 1280x720 çözünürlüğünde çekimi yapılan ve “Negatif” sonuçlanan video, tripod kullanılarak tekrar çekildiğinde kaynak analizi uygunluk sonucu, group frame sorgulamasında “Negatif” ancak all frame sorgulamasında “Pozitif” sonuçlanarak 60 eşiğinin altında ve üstünde karelerin kaldığı görülmüştür.

Sonuçları yukarıda belirtilen 1280x720 çözünürlüğünde yapılan videoların haricinde, diğer dış ve iç ortamlarda, gündüz ve akşam koşullarında çekimi yapılan 1280x720 çözünürlüğündeki videoların kaynak analizi sonucu “Negatif” sonuçlanmıştır.

- Tripod kullanılmadan dış ortamda, gündüz koşullarında, 1920x1080 çözünürlüğünde çekimi yapılan ve group frame sorgulamasında “Negatif”, all frame sorgulamasında “Pozitif”

sonuçlanan video, tripod kullanılarak tekrar çekildiğinde kaynak analizi uygunluk sonucu “Negatif” sonuçlanmıştır.

- Tripod kullanılmadan iç ortamda, akşam koşullarında, 1920x1080 çözünürlüğünde çekimi yapılan ve group frame sorgulamasında “Pozitif” sonuçlanıp tüm kareleri 60 eşiğinin altında kalan video, tripod kullanılarak tekrar çekildiğinde kaynak analizi uygunluk sonucu “Negatif” sonuçlanmıştır.

- Tripod kullanılmadan iç ortamda, gündüz koşullarında, dikey çekim konumunda, 1920x1080 çözünürlüğünde çekimi yapılan ve “Pozitif” sonuçlanarak 60 eşiğinin altında ve üstünde kareleri olan video, tripod kullanılarak tekrar çekildiğinde kaynak analizi uygunluk sonucu “Negatif” sonuçlanmıştır.

- Tripod kullanılmadan iç ortamda, gündüz koşullarında, yatay çekim konumunda, 1920x1080 çözünürlüğünde çekimi yapılan ve “Pozitif” sonuçlanarak tüm kareleri 60 eşiğinin altında kalan video, tripod kullanılarak tekrar çekildiğinde kaynak analizi uygunluk sonucu “Negatif” sonuçlanmıştır.

Sonuçları yukarıda belirtilen 1920x1080 çözünürlüğündeki videoların haricinde diğer dış ortamda, akşam koşullarında çekimi yapılan, 1920x1080 çözünürlüğündeki video ile iç ortamda, karanlık koşulda çekimi yapılan 1920x1080 çözünürlüğündeki videonun kaynak analizi sonucu “Pozitif” sonuçlanmıştır.

Ayrıca dış ortamda, akşam koşullarında, kamera yatay çekim konumunda, 1920x1080 çözünürlüğünde video kameranin optik zoom özelliği kullanılarak çekimi yapılmış ve kaynak analiz sonucu “Negatif” olarak sonuçlanmıştır.

Dolayısıyla bu cep telefonu kamerası için, çekimde tripod kullanılmasının kaynak analizi uygunluk sonucunu, olumlu yönde etkilemediği değerlendirilmektedir.

3.5.2.12. Dijital Stabilizasyon

Bu deney ile amaçlanan, Xiaomi marka Redmi Note 8 model cep telefonunun dijital stabilizasyon özelliği açık iken çekimler yapıldığında bu durumun videoların kaynak

analizinde, aynı sensörden çekilip çekilmediği sonucunu gösteren uygunluk (compatibility) denetiminde verebileceği sonucu test etmekle birlikte “Video PRNU Identification Result” ile “Video PRNU Tampering Result” tablolarındaki tüm sonuçları analiz etmektir.

Bu deneylerde, dış ortamda, gündüz koşullarında, 1920x1080 ve 3840x2160 çözünürlüğünde, hem referans hem de kanıt videoları kameranın dijital stabilizasyon modu açık iken çekilerek mukayeseleri yapılmıştır. Daha sonra dijital stabilizasyon modunun kaynak analizine etkisini görebilmek için dijital stabilizasyon modu kapalı iken çekimi yapılan referans videosuyla dijital stabilizasyon modu açık iken çekim yapılan kanıt videosu mukayese edilmiştir. Yapılan deneyler neticesinde;

Dijital stabilizasyon modu kapalı iken çekilen referans videosu ile mod açık iken çekilen kanıt videosunun mukayesesinde kaynak analizi uygunluk sonucu “Negatif” sonuçlanmakla birlikte karelerin 60 eşliğinin üstünde ve altında kaldığı, toplam 4541 kare sayısından 1841 karenin tabloda 60 eşliğinin üstünde, 1700 karenin altında kalarak tabloda yer aldığı, geriye kalan 1000 karenin iste tabloda yer almadığı görülmüştür.

Dijital stabilizasyon modu açık iken çekilen referans videosu ile mod açık iken çekilen kanıt videosunun mukayesesinde kaynak analizi uygunluk sonucu da “Negatif” sonuçlanarak tüm karelerin 60 eşliğinin altında kaldığı görülmüştür.

Dolayısıyla bu marka ve model cep telefonu kamerası için, görüntülerin dijital stabilizasyon modu açık iken çekilmesinin kaynak analizini, PRNU’yu olumsuz yönde etkilediği tespit edilmiştir.

3.6. Xiaomi Marka Redmi Note 10S Model Telefon Kamerası ile Çekilen Görüntü Kayıtları Üzerinde Şüpheli Kamera Tespitine Yönelik Yapılan Çalışmalar

3.6.1. Normal Koşullarda (Herhangi Bir Müdahale Olmadan) Yapılan Çekimler

Xiaomi marka Redmi Note 10S model cep telefonu kamerası ile iç ve dış ortamda, akşam, karanlık ve gündüz koşullarında, kameranın yatay ve dikey çekim konumlarında, 1280x720, 1920x1080 ve 3840x2160 çözünürlüklerinde, dijital stabilizasyon modu kapalı

olarak, bazı çekimlerde kameranın zoom özelliği kullanılarak, kamera hareket ettirilerek (el ile) ve sabit tutularak (el ile) tripod kullanılmadan çekilmiştir. Çekimlerde iç ortamlarda duvar, dış ortamlarda gökyüzü referans olarak kullanılmıştır.

- Xiaomi marka Redmi Note 10S model cep telefonu kamerası ile yapılan 1920x1080 çözünürlüğündeki tüm kayıtların Amped Authenticate yazılımında kaynak analizi uygunluk sonucu “Pozitif” olarak sonuçlanmıştır. Yalnızca kameranın 1920x1080 çözünürlüğünde olan 3P özelliğinde, dış ortamda, akşam koşullarında, kamera hareket ettirilerek ve hareket ettirilmeden yatay çekim konumunda çekimi yapılan videoların kaynak analizi “Negatif” olarak sonuçlanmıştır.

- 1280x720 çözünürlüğünde belirtilen koşullarda çekimleri yapılan görüntülerin tamamının kaynak analizi uygunluk sonucu “Negatif” olarak sonuçlanmış, dolayısıyla bu çözünürlükte yapılan çekimlerde bu model kameranın cihaz analizinin olumlu yönde tespit edilemediği gözlemlenmiştir.

- 1920x1080 çözünürlüğünde dış ortamda, akşam koşullarında, kamera yatay konumunda, hareket ettirilmeden ve zoom kullanılarak çekim yapılmıştır. Amped Authenticate yazılımında kaynak analizi uygunluk sonucu group frame sorgulamasında “Negatif”, all frame sorgulamasında “Pozitif” ve 60 eşiğinin altında ve üstünde karelerin olduğu görülmüştür.

- 1920x1080 çözünürlüğünde dış ortamda, gündüz koşullarında, kamera dikey konumunda, hareket ettirilerek ve zoom kullanılarak çekim yapılmıştır. Amped Authenticate yazılımında kaynak analizi uygunluk sonucu “Pozitif”, 60 eşiğinin altında ve üstünde kalan karelerin olduğu görülmüştür. Zoomlama yapılan karelerin yaklaşık değerini gösteren karelerin 60 eşiğinin altında kaldığı değerlendirilmektedir.

- 1280x720 çözünürlüğünde, iç ortamda, karanlık koşulda, kamera hareket ettirilmeden ve kamera yatay çekim konumunda çekim yapılan görüntünün kaynak analizi uygunluk sonucu “Pozitif” olarak sonuçlanmış ancak tüm kareleri 60 eşiğinin altında kaldığı görülmüştür.

- 3840x2160 çözünürlüğünde, dış ortamda, akşam koşullarında, kamera dikey çekim konumunda çekilen görüntüler ile iç mekanda, gündüz koşullarında, kamera yatay çekim konumunda çekilen görüntülerin kaynak analizi uygunluk sonucu “Pozitif” sonuçlanmıştır.

3.6.2. Kaynak Analizi Sonucuna Etki Edebileceği Değerlendirilen Faktörlere Göre Yapılan Çekimler

3.6.2.1. Adobe Premiere Yazılımı Kullanılarak Xiaomi Marka Redmi Note 10S Model Telefon Kamerası ile Çekilen Görüntülerin Birbirlerinin İçine Eklenmesiyle Oluşturulan Yeni Videoların Kaynak Analizi

Bu deney ile amaçlanan; aynı ve farklı kameralardan çekimi yapılan videoların birbirleri içine eklenerek oluşturulan yeni videonun aynı sensörden çekilip çekilmediği sonucunu gösteren uygunluk (compatibility) denetiminde verebileceği sonucu test etmekle birlikte “Video PRNU Identification Result” ile “Video PRNU Tampering Result” tablolarındaki tüm sonuçları analiz etmektir. Bu kapsamda yapılan deneyler şu şekildedir:

- Xiaomi marka Redmi Note 10S model cep telefonu ile dış ortamda, gündüz koşullarında, kamera dikey çekim konumunda, 1920x1080 çözünürlüğünde çekilen video ile iç ortamda, akşam koşullarında, kamera dikey çekim konumunda, 1920x1080 çözünürlüğündeki video, Adobe Premiere yazılımında birbirinin içine eklenerek 1080x1920 çözünürlüğünde yeni bir video oluşturuldu. Bu video referans video modelleri ile mukayese edildi ve kaynak analizi “Pozitif” sonuçlandı. Yani yazılım vasıtasıyla birbiri içine eklenerek oluşturulan yeni video ile referans video modelleri aynı sensör tarafından çekildiği sonucunu göstermektedir. Ayrıca video 1080x1920 boyutlarında oluşturulduğu için 1920x1080 boyutlarındaki referans video ile ters boyutlarda olduğu için Authenticate “Rotated” uyarısını vermiştir.

Referans-1: Dış ortamda, gündüz koşullarında, kamera yatay çekim konumunda çekilen 1920x1080 çözünürlüğündeki gökyüzü videosu.

Referans-2:İç ortamda, akşam koşullarında, kamera dikey konumunda çekilen 1920x1080 çözünürlüğündeki duvar videosu.

- Dış ortamda, akşam koşullarında el ile çekilen, 1280x720 çözünürlüğündeki video ile dış ortamda, akşam koşullarında tripod ile çekilen, 1920x1080 çözünürlüğündeki iki ayrı video Adobe Premiere yazılımında birbiri içine eklenerek *.m4v uzantılı 1920x1080 ve *.mp4 uzantılı 1280x720 çözünürlüğünde iki ayrı video oluşturuldu.

- Birbiri içine eklenerek yeniden oluşturulan *.m4v uzantılı 1920x1080 çözünürlüğündeki video ile 1280x720 çözünürlüğündeki referans video modelinin kaynak analizinde kamera uygunluk (compatibility) test sonucu “Negatif” sonuçlanmıştır. Aynı referans video modeli ile *.mp4 uzantılı 1280x720 çözünürlüğündeki yeni oluşturulan videonun mukayesesi de “Negatif” sonuçlanmıştır.

Referans video: Dış ortamda, akşam koşullarında, yatay çekim konumunda çekilen, 1280x720 çözünürlüğünde gökyüzü videosu.

- Birbiri içine eklenerek yeniden oluşturulan *.m4v uzantılı, 1920x1080 çözünürlüğündeki video ile 1920x1080 çözünürlüğündeki referans video modelinin kaynak analizinde kamera uygunluk (compatibility) test sonucu “Negatif” sonuçlanmıştır. Aynı referans video modeli ile *.mp4 uzantılı 1280x720 çözünürlüğündeki yeni oluşturulan videonun mukayesesi de “Negatif” sonuçlanmıştır.

Referans video: Dış ortamda, akşam koşullarında, yatay çekim konumunda, 1920x1080 çözünürlüğünde, tripod ile çekilen gökyüzü videosu.

- Xiaomi Redmi Note 10S model cep telefonu ile iç ortamda, gündüz koşullarında, kamera dikey çekim konumunda, 3840x2160 çözünürlüğünde olan ve kamera uygunluk sonucu pozitif sonuçlanan kanıt videosu, Instagramda reels olarak paylaşılmıştır. Paylaşılan bu videonun çeşitli bölümleri Adobe Premiere yazılımı ile orijinal kanıt videosuna eklenerek 1920x1080 çözünürlüğünde yeni bir video oluşturulmuştur. Oluşturulan bu video, orijinal referans video modeliyle mukayese edilmiştir.

Instagramda reels olarak paylaşıldıktan sonra orijinal kanıt videosunun içine eklenerek oluşturulan 1920x1080 çözünürlüğündeki video ile 3840x2160 çözünürlüğündeki orijinal referans video modelinin kaynak analizinde kamera uygunluk (compatibility) test sonucu “Pozitif” sonuçlanmıştır. Ancak yeni oluşturulan video dışarı aktarılırken 4K olan çözünürlüğünün düşürülmesinden kaynaklandığı değerlendirilen “Cropped and Rotate”

uyarısını verdiği görülmüştür. Aynı zamanda 2355 kare sayısından 955 karesinin 60 eşiğinin üstünde, 650 karesinin altında kalarak tabloda yer aldığı, geriye kalan 750 karenin ise tabloda yer almadığı görülmüştür.

Referans video: İç ortamda, gündüz koşullarında, kamera dikey çekim konumunda çekilen, 3840x2160 çözünürlüğündeki duvar videosu.

3.6.2.2. Adobe Premiere Yazılımı Kullanılarak Farklı Marka/Model Kamera Çekimlerinin Birbirlerinin İçine Eklenmesiyle Oluşturulan Yeni Videoların Kaynak Analizi

- Xiaomi marka Redmi Note 10S model cep telefonu ile Samsung marka Galaxy M31 model cep telefonundan çekim yapılan görüntülerden bazıları birleştirilirse,
 - Samsung marka Galaxy M31 model cep telefonu ile dış ortamda, gündüz koşullarında, kamera yatay çekim konumunda çekilen 1920x1080 çözünürlüğündeki video kaydı ile Xiaomi marka Redmi Note 10S model cep telefonu ile dış ortamda, akşam koşullarında, kamera dikey konumunda, 1920x1080 çözünürlüğünde çekilen video kayıtları, Adobe Premiere yazılımı kullanılarak biri diğerrinin içine belirli bölümlerinden kesilerek eklendi. Bu ekleme sonucunda 1920x1080 çözünürlüğünde *.m4v uzantılı bir adet video oluşturuldu. Oluşturulan bu video, orijinal kaynaktaki videoların referans modelleriyle ayrı ayrı mukayese edildi.
 - .m4v uzantılı oluşturulan video ile Xiaomi Redmi Note 10S model cep telefonundan çekilen referans video modelinin mukayesesinde, kaynak analizi uygunluk (compatibility) sonucu “Negatif”, Samsung Galaxy M31 model cep telefondan çekilen referans video modeliyle mukayesesi “Pozitif” sonuçlanmıştır.

Ayrıca referans video modeli ile iç içe eklenerek oluşturulan videonun mukayesesinde, Results of PRNU Tampering Analysis (PCE) tablosunda gösterilen 60 threshold değerinin altında ve üstünde kalan (kırmızı çizginin altında ve üstünde kalan) karelerin, iç içe eklenerek oluşturulan videolarda her kameranın kendi referans video modeline denk gelen bölümlerini gösteren karelerin yaklaşık olarak değeri olduğu Amped Five yazılımında kareleri incelenerek gözlemlenmiştir.

Referans-1: Xiaomi Redmi Note 10S model cep telefonu ile dış ortamda, akşam koşullarında, kamera dikey konumunda çekim yapılan, 1920x1080 çözünürlüğündeki gökyüzü videosu.

Referans-2: Samsung Galaxy M31 model cep telefonu ile dış ortamda, gündüz koşullarında, kamera yatay çekim konumunda çekim yapılan, 1920x1080 çözünürlüğündeki gökyüzü videosu.

3.6.2.3. Adobe Premiere Yazılımı Kullanılarak Xiaomi Marka Redmi Note 10S Model Telefon Kamerası ile Çekilen Görüntülerin Belirli Bölüm/Bölümlerinden Kırılmasıyla Oluşturulan Yeni Videoların Kaynak Analizi

Videonun kırılarak tekrar uygunluk denetimine tabi tutulması şeklinde yapılan deneydeki amaç, daha önce kaynak analizi yapılarak uygunluk sonucu pozitif olan görüntünün, bir yazılım müdahalesiyle kırılması sonucunda oluşacak yeni videonun Amped Authenticate yazılımı ile kaynak analizi sonuçlarını incelemektir.

Xiaomi Redmi Note 10S model cep telefonu ile dış ortamda, gündüz koşullarında, yatay çekim konumunda, 1920x1080 çözünürlüğünde çekimi yapılan 01.10 dakika olan kanıt videosu, Adobe Premiere yazılımında kırılarak süresi 00.57 saniye olarak kısaltılıp 1920x1080 çözünürlüğünde yeniden oluşturuldu. Oluşturulan bu video ile referans video modeli mukayesesinde kaynak analizi “Pozitif” sonuçlanmıştır. Yani bu yazılım ile müdahale edilerek, kırılmasıyla oluşturulan videonun referans videosu ile uyumlu olduğu dolayısıyla aynı sensörden çekildiği sonucunu göstermektedir.

Referans video: Dış ortamda, gündüz koşullarında, yatay çekim konumunda çekilen 1920x1080 çözünürlüğündeki gökyüzü videosu.

3.6.2.4. Çözünürlük

Bu deney ile amaçlanan, video kaynak analizi pozitif olarak sonuçlanan videolardan bazılarının çözünürlükleri bir yazılım (Amped Five) müdahalesi ile düşürüldüğünde ve yükseltildiğinde, Amped Authenticate yazılımının video kaynak analizinde verdiği sonuçlar

ile çözünürlük değişiminin kaynak analizine olan etkisini incelemektir. Bu kapsamda yapılan deneyler:

- İç ortamda, gündüz koşullarında, kamera yatay çekim konumunda, 1920x1080 çözünürlüğünde çekim yapılan görüntünün önce referans video çözünürlüğü sonra kanıt video çözünürlüğü Amped Five yazılımında 960x540 çözünürlüğünde düşürülerek yeniden oluşturulmuştur. Çözünürlüğü düşürülen referans ile orijinal 1920x1080 çözünürlüğündeki kanıt videosu ve çözünürlüğü düşürülen kanıt ile orijinal 1920x1080 çözünürlüğündeki referans videosu Authenticate’de mukayese edilmiştir. Mukayese neticesinde kaynak analizi uygunluk sonuçları “Pozitif” sonuçlanmıştır. Ayrıca videoların orijinal çekim çözünürlükleri yazılım vasıtasıyla sonradan değiştirildiği için yeniden ölçeklendirildiği anlamına gelen “Resized” uyarısını verdiği de görülmüştür.

- Dış ortamda, gündüz koşullarında, kamera dikey çekim konumunda, 1920x1080 çözünürlüğünde çekim yapılan görüntünün önce referans video çözünürlüğü sonra kanıt video çözünürlüğü Amped Five yazılımında 3840x2160 çözünürlüğüne yükseltilerek yeniden oluşturulmuştur. Çözünürlüğü yükseltile referans ile orijinal 1920x1080 çözünürlüğündeki kanıt videosu ve çözünürlüğü yükseltile kanıt ile orijinal 1920x1080 çözünürlüğündeki referans videosu Authenticate’de mukayese edilmiştir.

Mukayese neticesinde kaynak analizi uygunluk sonuçları “Pozitif” sonuçlanmıştır. Ayrıca videoların orijinal çekim çözünürlükleri yazılım vasıtasıyla sonradan değiştirildiği için yeniden ölçeklendirildiği anlamına gelen “Resized” uyarısını verdiği de görülmüştür. Authenticate’de çözünürlüğü yükseltile referans video modeli ile orijinal kanıt videosunun mukayesesinde, toplam 4236 olan karenin 3436 karesinin tabloda 60 eşliğinin altında kalarak yer aldığı ancak geriye kalan 800 karenin tabloda yer almadığı görülmüştür.

- Yazılım müdahalesi olmadan, aynı ve farklı ortam/koşullarda, kamera çekiminde çözünürlükleri birbirinden farklı birkaç videonun kaynak analizine yönelik mukayeseleri yapılmıştır.

- İlk deneyde, dış ortamda, gündüz koşullarında, kamera dikey çekim konumunda, 1280x720 çözünürlüğünde çekilen referans video ile dış ortamda, gündüz koşullarında, kamera dikey çekim konumunda, 1920x1080 çözünürlüğünde çekilen kanıt videosu mukayese edilmiş ve kaynak analizi sonucu “Negatif” sonuçlanmıştır.

- Sonrasında, dış ortamda, akşam koşullarında, kamera dikey çekim konumunda, 1280x720 çözünürlüğünde çekilen kanıt videosu ile dış ortamda, gündüz koşullarında, kamera dikey çekim konumunda, 1920x1080 çözünürlüğünde çekilen gökyüzü referans videosu mukayese edilmiş ve kaynak analizi sonucu “Negatif” sonuçlanmıştır.

- Dış ortamda, akşam koşullarında, kamera dikey çekim konumunda, 3840x2160 çözünürlüğündeki referans videosu ile iç ortamda, gündüz koşullarında, kamera yatay çekim konumunda, 1920x1080 çözünürlüğündeki kanıt videosu mukayese edilmiş ve kaynak analizi sonucu “Pozitif” sonuçlanmıştır. Ancak 3931 olan toplam kare sayısından 2631 karenin 60 eşiğinin altında kaldığı, geriye kalan 1300 karenin tabloda yer almadığı görülmüştür.

Ayrıca Xiaomi marka Redmi Note 10S model cep telefonunda, 1920x1080 çözünürlükte çekilen ve Amped Five ile 960x540 çözünürlüğüne düşürülen videonun, çözünürlüğü değiştirilmeden önceki PCE değeri 189346.59 iken, çözünürlüğü düşürüldükten sonra 26381.19 ve 78686.24 olarak azalmıştır. Yani her iki durumda da sonuçlar pozitif olsa dahi çözünürlüğün düşürülmesi PCE değerini azalttığı görülmüştür. Ayrıca yine 1920x1080 çözünürlükte çekilen ve Amped Five ile 3840x2160 çözünürlüğüne yükseltile videonun, çözünürlüğü değiştirilmeden önceki PCE değeri 4153.91 iken, çözünürlüğü yükseltildikten sonra 4328.69 ve 5289.53 olarak yükseldiği görülmüştür.

3.6.2.5. Işık Koşulları

Bu deneylerle amaçlanan, Xiaomi Redmi Note 10S model cep telefonu ile akşam, gündüz ve karanlık ortamlarda yapılan çekimlerin yani farklı ışık koşullarının kamera sensör gürültüsünü etkileyip etkilemediğini incelemek ve Amped Authenticate yazılımının bu deneyler karşısındaki sonuçlarını analiz etmektir.

Bu kapsamda yapılan deneyler şu şekildedir:

- Akşam ve karanlık koşullarda çekilen, 1920x1080 çözünürlüğündeki referans videoları ile gündüz koşullarında çekilen, 1920x1080 çözünürlüğündeki kanıt videosu mukayese edilmiştir. Mukayese neticesinde her iki referans ile kanıt videosunun mukayesesi “Pozitif” sonuçlanmıştır. Ancak karanlık ortamda çekilen referans video modeliyle kanıt

videosunun mukayesesinde 3932 olan toplam karenin tamamının 60 eşiğinin altında kaldığı görölmüştür.

- Akşam ve karanlık koşullarda çekilen, 1920x1080 çözünürlüğündeki kanıt videoları ile gündüz koşullarında çekilen, 1920x1080 çözünürlüğündeki referans videosu mukayese edilmiştir. Mukayese neticesinde her iki referans ile kanıt videosunun mukayeseesi “Pozitif” sonuçlanmıştır.

Dolayısıyla bu kamera için, referans ya da kanıt videolarının birbirinden farklı ışık koşullarında çekilmesi PRNU analizini, kaynak analizi uygunluk sonucunu negatif yönde etkilemediğı görölmüştür.

3.6.2.6. Hareketli/ Hareketsiz Kamera Çekimi

Bu deneyle amaçlanan: çekim yapılırken kameranın hareketli ve hareketsiz olmasının kamera sensör gürültüsünü, kaynak analizine yönelik yapılan mukayesede aynı sensörden çekilip çekilmediğı sonucunu gösteren uygunluk (compatibility) denetimi sonucunu test etmekle birlikte “Video PRNU Identification Result” ile “Video PRNU Tampering Result” tablolarındaki sonuçları analiz etmektir. Bu kapsamda yapılan deneyler şu şekildedir:

- Öncelikle cep telefonu yavaş hareket ettirilerek (el ile) referans videosu ve hareket ettirilmeden (el ile) kanıt videosu, 1920x1080 çözünürlüğünde çekilerek mukayese edilmiştir.
- Daha sonra cep telefonu yavaş hareket ettirilerek (el ile) kanıt videosu ve hareket ettirilmeden (el ile) referans videosu, 1920x1080 çözünürlüğünde çekilerek mukayese edilmiştir.

Yapılan her iki deney neticesinde, görüntülerin kaynak analizi uygunluk sonucu “Pozitif” sonuçlanmıştır. Dolayısıyla kameranın çekim esnasında hareketli ve hareketsiz olmasının Xiaomi marka Redmi Note 10S model cep telefonu için kaynak analizini olumsuz yönde etkilemediğı tespit edilmiştir.

3.6.2.7. İç Mekan/ Dış Mekan Çekimi

Bu deney ile amaçlanan: çekimlerin iç (kapalı) bir ortamda yapılması ile dış (açık) ortamda yapılmasının kamera sensör gürültüsünü, kaynak analizine yönelik yapılan mukayesede aynı sensörden çekilip çekilmediği sonucunu gösteren uygunluk (compatibility) denetimi sonucunu test etmekle birlikte “Video PRNU Identification Result” ile “Video PRNU Tampering Result” tablolarındaki sonuçları analiz etmektir.

Bu bölümde yapılan deneylerde, hem referans hem de kanıt videolarının çekimleri dış ve iç ortamda yapılarak birbirleri ile mukayese edilmiştir.

Öncelikle referans videosu dış ortamda, kanıt videosu iç ortamda çekilen görüntüler, Amped Authenticate yazılımında karşılaştırılmıştır. Daha sonra referans videosu iç ortamda, kanıt videosu dış ortamda çekilen görüntülerin mukayesesi yapılmıştır. Yapılan deneyler neticesinde;

- Dış ortamda, gündüz koşullarında çekimi yapılan, 1920x1080 çözünürlüğündeki referans videosu ile iç ortamda, gündüz koşullarında çekimi yapılan 1920x1080 çözünürlüğündeki kanıt videosunun kaynak analizi uygunluk sonucu “Pozitif” sonuçlanmıştır.

- İç ortamda, gündüz koşullarında çekimi yapılan, 1920x1080 çözünürlüğündeki referans videosu ile dış ortamda, akşam koşullarında çekimi yapılan 3840x2160 çözünürlüğündeki kanıt videosuyla mukayesesi, “Pozitif” sonuçlanmakla birlikte, iki görüntünün çözünürlükleri birbirinden farklı olduğu için “Resized” uyarısını verdiği görülmüştür.

- İç ortamda, gündüz koşullarında çekimi yapılan, 1920x1080 çözünürlüğündeki referans videosu ile dış ortamda, gündüz koşullarında çekimi yapılan 1920x1080 çözünürlüğündeki kanıt videosuyla mukayesesi, “Pozitif” sonuçlanmıştır.

Dolayısıyla referans ve kanıt videosunun birbirlerinin tersi mekanlarda (iç ve dış mekanda) çekilmesinin PRNU’yu, kaynak analizi uygunluk sonucunu olumsuz yönde etkilemediği ve bu görüntülerin aynı kamera sensörü tarafından çekildiği sonucuna ulaşılmaktadır.

3.6.2.8. Video Sürelerine Göre Çekimler

Bu deney ile amaçlanan, referans ve kanıt videolarının sürelerinin bir dakikadan az, fazla ve birbirlerinden farklı olmasının kaynak analizi uygunluk sonucunu olumsuz yönde etkileyip etkilemediğini incelemektir.

Deneyler, referans ve kanıt videoları bir dakika, bir dakikadan az ve fazla olmak üzere, dış ortamda, gün ışığında, 1920x1080 çözünürlüğünde ve tripod kullanılarak yapılmıştır.

Yapılan deneyler sonucunda, birbirinden farklı sürelerdeki referans ve kanıt videolarının kaynak analizine yönelik mukayeseleri “Pozitif” sonuçlanmıştır. Dolayısıyla Xiaomi Redmi Note 10S model cep telefonunun kamera sensörü için, referans ve kanıt videosunun bir dakikadan az, fazla ve birbirlerinden farklı sürelerde olmasının PRNU’yu olumsuz yönde etkilemediği görülmüştür.

3.6.2.9. Yatay/ Dikey Çekim

Kamera optik eksenini yatay ve dikey konumda iken çekilen videolardır. Bu deney ile amaçlanan, referans ve kanıt videolarının kameraların yatay ve dikey çekim konumlarında çekilerek ve sonradan bir yazılım vasıtasıyla konum açılarının değiştirilmesi (rotate edilmesi) neticesinde birbirlerinin aksi konumlarında olan videoların Amped Authenticate yazılımında kaynak analizi uyumluluk sonucunu test etmek ve farklı çekim konumlarının kamera sensör gürültüsünü, PRNU’yu olumsuz yönde etkileyip etkilemediğini incelemektir.

Bu deneylerde, hem referans hem de kanıt videoları kameranın yatay ve dikey çekim konumlarında, 1280x720 ile 1920x1080 çözünürlüklerinde çekilen görüntüler arasından seçilerek mukayese edilmiştir. Ayrıca 1920x1080 ve 1280x720 çözünürlüğündeki iki kanıt videosunun da çekim konumu Amped Five yazılımında “Rotate” filtresi kullanılarak değiştirilmiştir. Yapılan deneyler neticesinde;

- Referansı dikey, kanıtı yatay ve referansı yatay, kanıt videosu dikey çekim konumunda olan, 1920x1080 çözünürlüğündeki videoların kaynak analizi mukayesesi “Pozitif” sonuçlanmıştır. Ancak 1280x720 çözünürlüğünde çekilen görüntülerin kaynak analizi daha

önceki mukayeselerinde de “Negatif” sonuçlandığı için bu deney neticesinde de “Negatif” sonuçlanmıştır.

- Amped Five yazılımı ile konumları “Rotate” filtresi kullanılarak değiştirilen 1920x1080 çözünürlüğündeki kanıt videosu, kendi aksi konumundaki referans videoyla mukayesesi “Pozitif” sonuçlanmıştır. Ayrıca konumları sonradan yazılım vasıtasıyla değiştirilmelerinden (rotate edilmelerinden) kaynaklı olarak Authenticate analizinde “Rotate” sonucu da görülmüştür. Ancak “Rotate” filtresi kullanılarak değiştirilen 1280x720 çözünürlüğündeki kanıt videosu, kendi aksi konumundaki referans videoyla mukayesesi “Negatif” sonuçlanmıştır.

Dolayısıyla 1920x1080 çözünürlüğündeki referans videosu ile kanıt videosunun çekim konumlarının birbirlerinin aksi şekilde olması ve Amped Five’da konumlarının sonradan değiştirilmesi kaynak analizi uygunluk sonucunu, PRNU’yu olumsuz yönde etkilemediği görülmüştür.

3.6.2.10. Optik Zoom

Bu deneyler ile amaçlanan, çekim esnasında kameranın zoom özelliği kullanılarak çekim yapılmasının kaynak analizi uygunluk sonucunu, PRNU’yu olumsuz yönde etkileyip etkilemediğini test etmektir. Bu kapsamda yapılan deneyler şu şekildedir:

- Kameranın optik zoom özelliği kullanılarak, dış mekanda, akşam koşullarında, kamera hareket ettirilmeden (el ile), yatay çekim konumunda, 1920x1080 çözünürlüklerinde video çekildi. Bu videoların kaynak analizine yönelik mukayese sonucu group frame analizinde “Negatif”, all frame analizinde “Pozitif” olarak sonuçlanmakla birlikte 60 threshold değerinin altında ve üstünde karelerin kaldığı görülmüştür.

- Kameranın optik zoom özelliği kullanılarak, dış mekanda, gündüz koşullarında, kamera hareket ettirilerek (el ile), dikey çekim konumunda, 1920x1080 çözünürlüklerinde video çekildi. Bu videoların kaynak analizine yönelik mukayese sonucu “Pozitif” olarak sonuçlanmakla birlikte 60 threshold değerinin altında ve üstünde karelerin kaldığı görülmüştür.

Yapılan analizler neticesinde, Results of PRNU Tampering Analysis (PCE) tablosunda gösterilen 60 threshold değerinin altında kalan (kırmızı çizginin altında kalan) karelerin, zoomlama yapılan bölümleri gösteren karelerin yaklaşık olarak değeri olduğu Amped Five yazılımında kareleri incelenerek gözlemlenmiştir. Yani zoomlama yapılan bölümlerin 60 eşiğinin altında kaldığı görülmüştür.

Daha sonra, tripod ile çekilmesinin PRNU analizine etkisi olup olmadığını test etmek adına bu deney, tripod kullanılarak yapılmıştır.

Kameranin optik zoom özelliği kullanılarak, tripod ile, iç mekanda, gündüz koşullarında, kamera yatay çekim konumunda, 1920x1080 çözünürlüğünde videolar çekildi. Bu videoların kaynak analizine yönelik mukayese sonucu “Pozitif” olarak sonuçlanmakla birlikte 60 threshold değerinin altında ve üstünde karelerin kaldığı görülmüştür.

Yapılan analiz neticesinde, Results of PRNU Tampering Analysis (PCE) tablosunda gösterilen 60 threshold değerinin altında kalan (kırmızı çizginin altında kalan) karelerin, zoomlama yapılan bölümleri gösteren karelerin yaklaşık olarak değeri olduğu Amped Five yazılımında kareleri incelenerek gözlemlenmiştir. Yani zoomlama yapılan bölümlerin 60 eşiğinin altında kaldığı görülmüştür.

Dolayısıyla videoların zoomlama yapılarak çekilmesinin kaynak analizi uygunluk sonucunu olumsuz yönde etkilemediği tespit edilmiştir.

3.6.2.11. Tripod ile Çekim

Bu deneylerde, tripodsuz çekim yapılarak negatif sonuçlanan, zoomlama yapılarak çekilen, dijital stabilizasyon modu açık olarak çekilen videoların kaynak analizi sonucuna, tripodun etkisi olup olmadığı görebilmek için bu şekildeki birkaç video tripod kullanılarak çekilmiş ve Authenticate’de analiz edilmiştir. Yapılan deneyler neticesinde,

- Tripod kullanılmadan 1280x720 çözünürlüğünde çekilen ve “Negatif” sonuçlanan videolar, iç ve dış ortamda, akşam ve gündüz koşullarında, 1280x720 çözünürlüğünde tripod kullanılarak çekimleri yapılmıştır. Bu deneylerin kaynak analizi uygunluk sonucu tekrar “Negatif” sonuçlanmıştır.

- Tripod kullanılmadan, dijital stabilizasyon modu açık iken çekilen ve daha önce mukayesesi “Pozitif” sonuçlanan videolar, iç ortamda, gündüz koşullarında çekilmiş ve kaynak analizi uygunluk sonucu tekrar “Pozitif” sonuçlanmıştır.

- Tripodsuz, zoomlama yapılarak çekilen ve “Pozitif” sonuçlanan videolardan, iç ortamda, gündüz koşullarında, 1920x1080 çözünürlüğünde, tripod kullanılarak çekimi yapıldığında, kaynak analizi uygunluk sonucu tekrar “Pozitif” sonuçlanmıştır.

3.6.2.12. Dijital Stabilizasyon

Bu deney ile amaçlanan, Xiaomi marka Redmi Note 10S model cep telefonu ile dijital stabilizasyonu açık iken çekimler yapıldığında bu durumun videoların kaynak analizinde, aynı sensörden çekilip çekilmediği sonucunu gösteren uygunluk (compatibility) denetiminde verebileceği sonucu test etmekle birlikte “Video PRNU Identification Result” ile “Video PRNU Tampering Result” tablolarındaki sonuçları analiz etmektir.

Bu deneylerde, tripodsuz (el ile), iç ortamda, gündüz koşullarında, 1920x1080 çözünürlüğünde, hem referans hem de kanıt videoları kameranın dijital stabilizasyon modu açık iken çekilerek mukayeseleri yapılmıştır. Daha sonra dijital stabilizasyon modunun kaynak analizine etkisini görebilmek için dijital stabilizasyon modu kapalı ve otomatik iken çekimi yapılan referans videosuyla dijital stabilizasyon modu açık iken çekim yapılan kanıt videosu mukayese edilmiştir.

Mukayese neticesinde, dijital stabilizasyon modu kapalı iken çekilen referans videosu ile mod açık, otomatik ve kapalı iken çekilen kanıt videosunun mukayesesinde kaynak analizi uygunluk sonucu “Pozitif”, dijital stabilizasyon açık iken çekilen referans videosu ile mod açık, kapalı ve otomatik iken çekilen kanıt videosunun mukayesesinde kaynak analizi uygunluk sonucu da “Pozitif”, dijital stabilizasyon modu otomatik iken çekilen referans videosu ile mod açık, kapalı, otomatik iken çekilen kanıt videosunun mukayesesinde kaynak analizi uygunluk sonucu “Pozitif” olarak sonuçlanarak aynı sensör tarafından çekildiği sonucuna ulaşılmaktadır.

Daha sonra dijital stabilizasyon açık ve kapalı iken yapılan çekim sonuçlarına tripodun etkisi olup olmadığını görebilmek için, iç ortamda, gündüz koşullarında, 3840x2160

özünürlüğünde, dijital stabilizasyon modu açık iken çekilen referans ve kanıt videosu ile mod kapalı iken çekilen referans ile açık iken çekilen kanıt videosunun mukayesesi yapılmıştır.

Mukayese sonucunda, dijital stabilizasyon modu kapalı iken çekim yapılan referans video modeli ile açık iken çekim yapılan kanıt videosunun kaynak analizi uygunluk sonucu “Pozitif”, dijital stabilizasyon modu açık iken çekim yapılan referans video modeli ile açık iken çekim yapılan kanıt videosunun kaynak analizi uygunluk sonucu da “Pozitif” sonuçlanmıştır.

Dolayısıyla bu cep telefonu kamerası için, referans ve kanıt videolarının kameranın dijital stabilizasyon modu açık iken çekilmesinin kaynak analizini olumsuz yönde etkilemediği tespit edilmiştir.

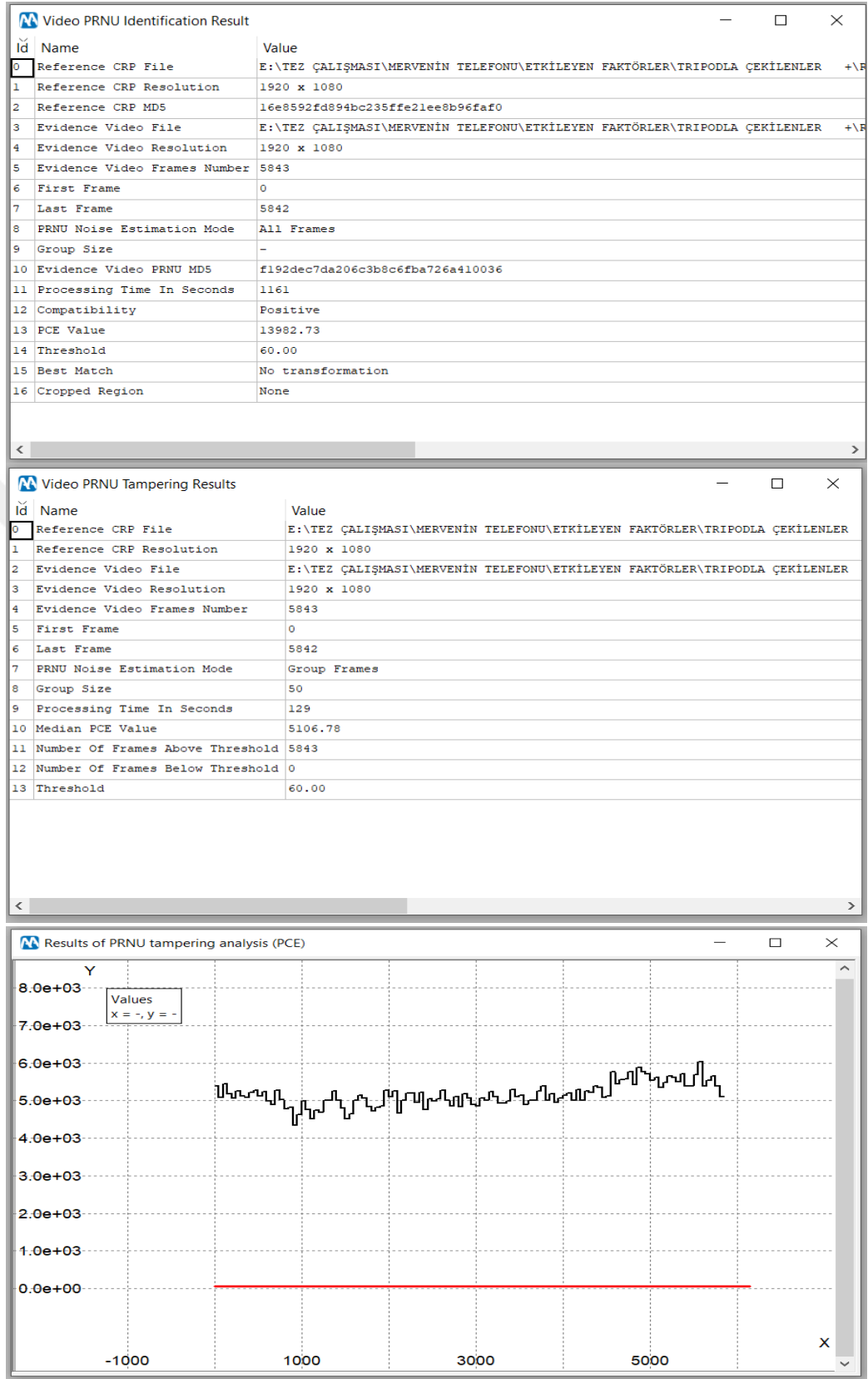
3.6.2.13. Renk

Bu deney ile amaçlanan; renk tonlarının, renk doygunluğunun PRNU’ya etkisi olup olmadığını test etmek ve aynı ve farklı renk tonlarındaki çekimlerde Amped Authenticate yazılımının sonuçlarını incelemektir.

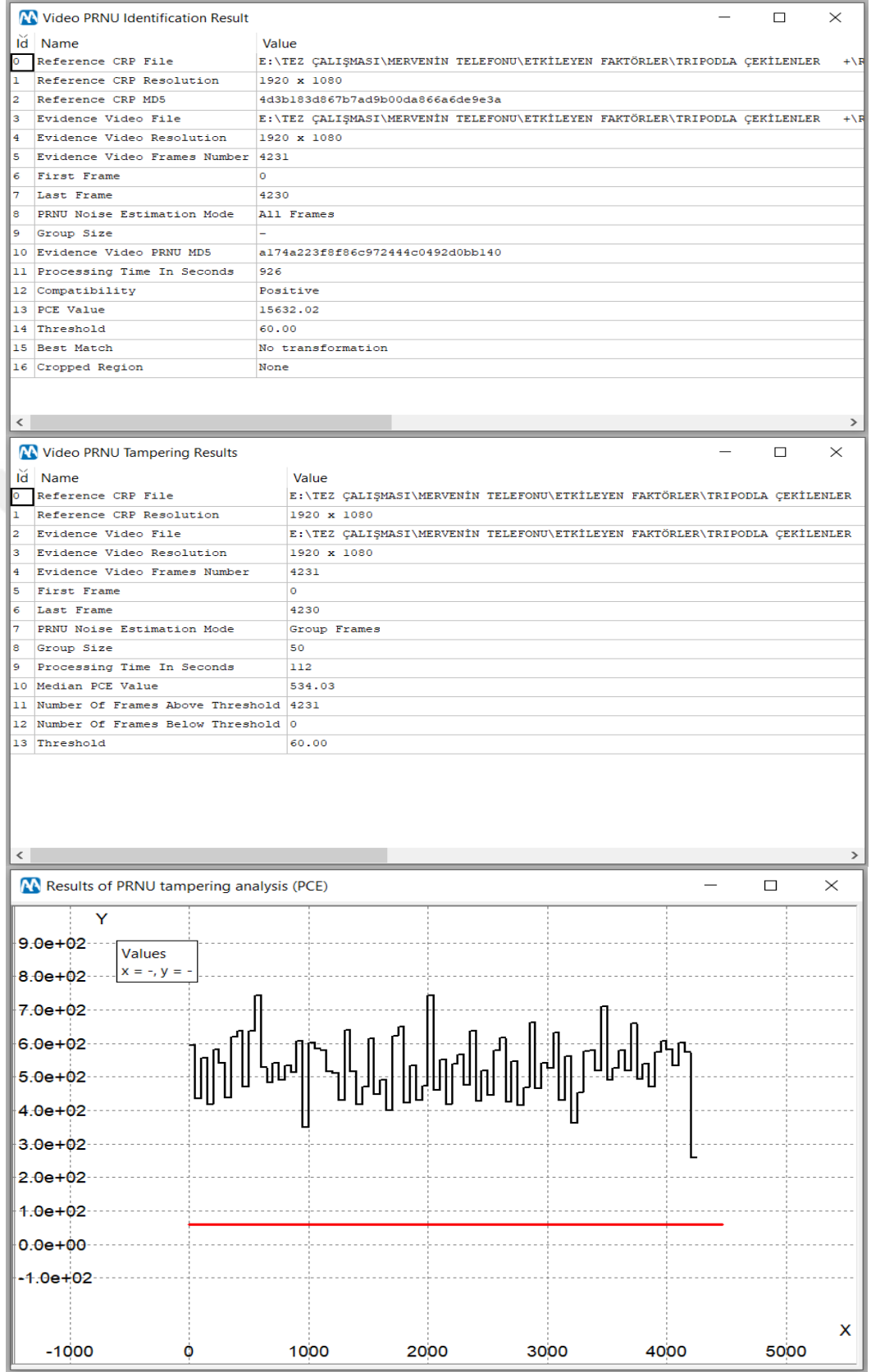
Bu deneylerde, sarı tonlarında tişört, kahverengi tonlarında laminant, kırmızı tonlarında koltuk, beyaz/gri tonlarda mermer ve beyaz tonlarda dolap cisimleri kanıt videoları olarak, iç ortamda, gündüz koşullarında, tripod kullanılarak, 1920x1080 çözünürlüğünde çekimler yapıldı. Referans videoları ise iç ve dış ortamda, gündüz koşullarında, 1920x1080 çözünürlüklerinde duvar ve gökyüzü videosu olarak çekimleri yapıldı.

Yapılan deneyler neticesinde, tüm renk tonlarındaki eşyaların çekildiği kanıt videolarının kaynak analizi uygunluk sonucu “Pozitif” sonuçlanmıştır. Dolayısıyla, bu renk tonlarının PRNU’yu olumsuz yönde etkilemediği değerlendirilmektedir.

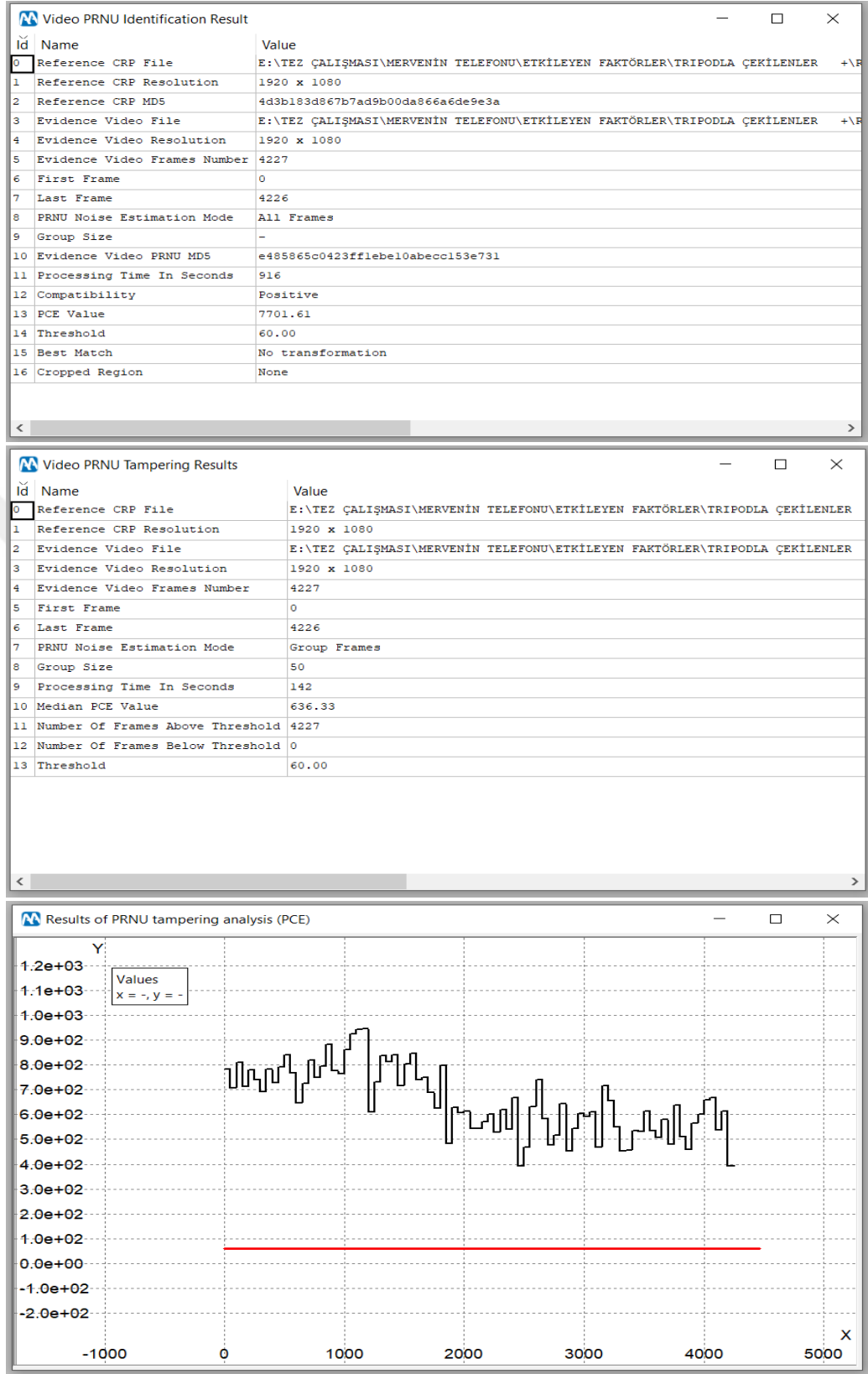
Analiz sonuçları Şekil-3.71.- Şekil-3.75.’te gösterilmiştir:



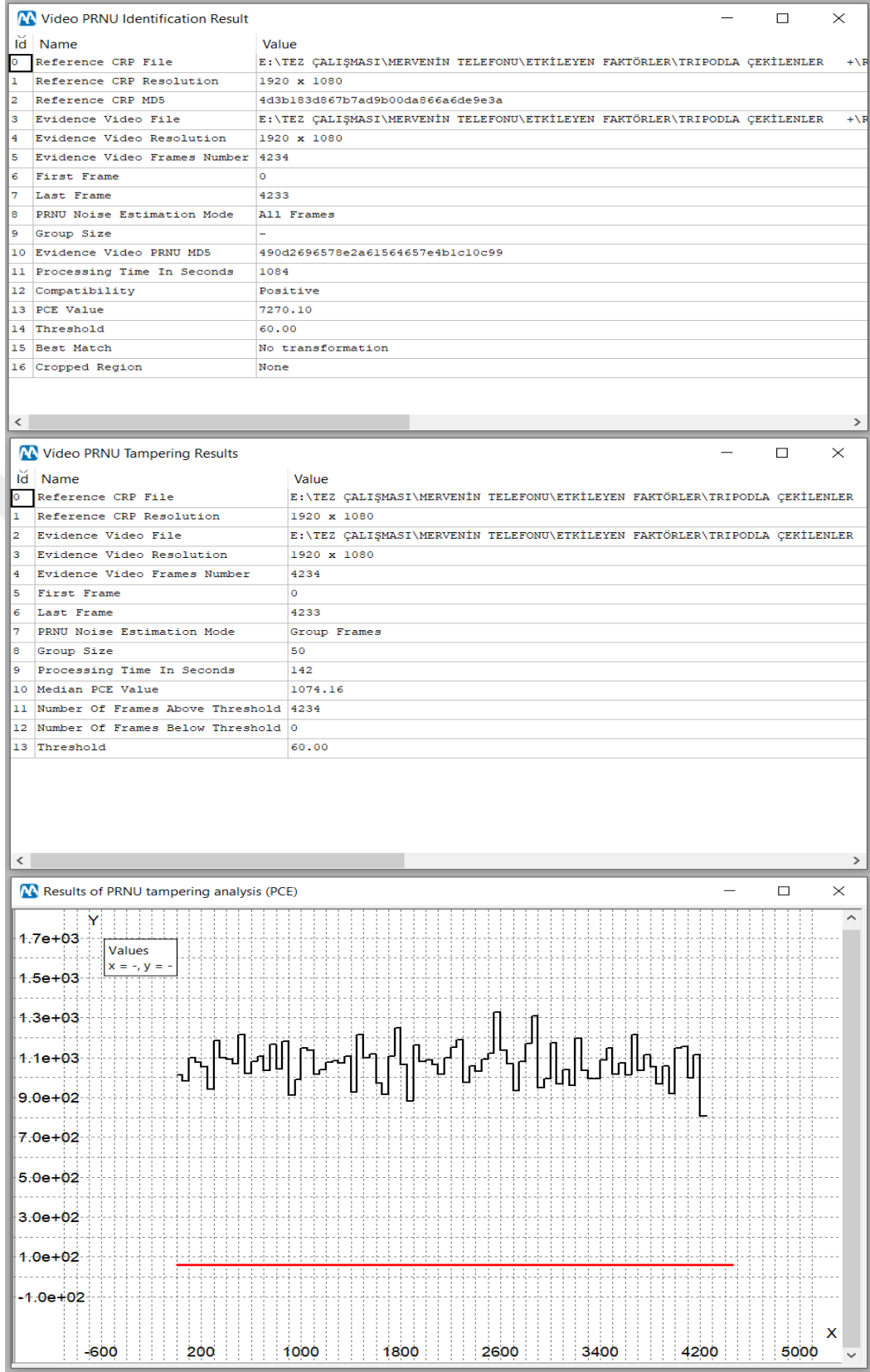
Şekil-3.71. Kanıt videosu olarak çekilen beyaz tonlarındaki cismin çekildiği kanıt videosu ile iç ortamda çekilen duvar referans video modeliyle kaynak analizi mukayesesine yönelik analiz sonucu.



Şekil-3.72. Kanıt videosu olarak çekilen beyaz/gri tonlarında cismin çekildiği kanıt videosu ile dış ortamda çekilen gökyüzü referans video modelinin mukayesesine yönelik analiz sonuçları.



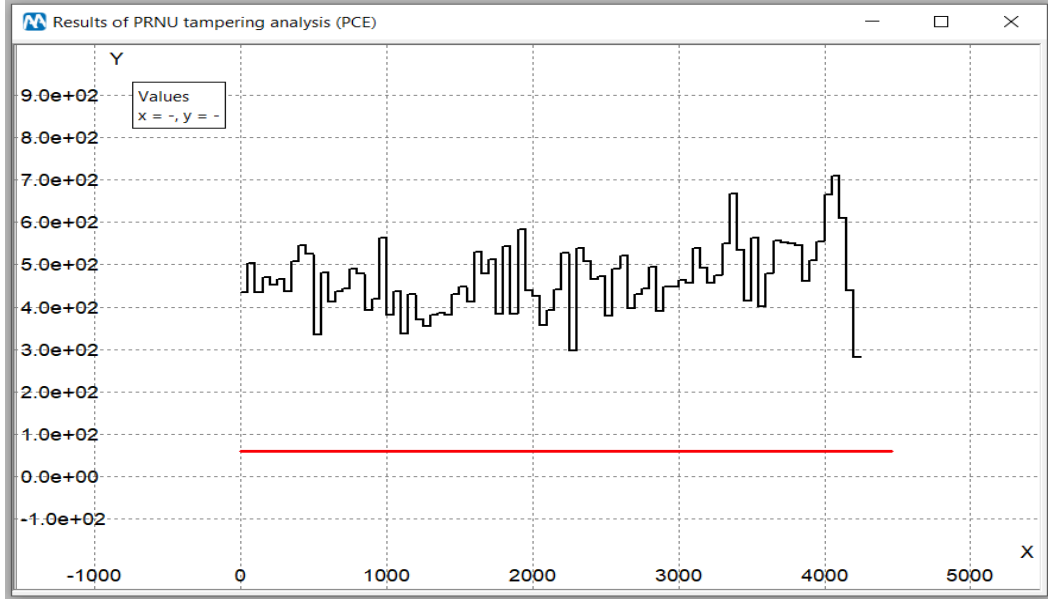
Şekil-3.73. Kanıt videosu olarak çekilen kırmızı tonlarındaki cismin çekildiği kanıt videosu ile dış ortamda çekilen gökyüzü referans video modelinin mukayesesine yönelik analiz sonuçları.



Şekil-3.74. Kanıt videosu olarak çekim yapılan kahverengi tonlarındaki cismin çekildiği kanıt videosu ile dış ortamda çekilen gökyüzü referans video modelinin mukayesesine yönelik analiz sonuçları.

Video PRNU Identification Result		
Id	Name	Value
0	Reference CRP File	E:\TEZ ÇALIŞMASI\MERVENİN TELEFONU\ETKİLEYEN FAKTÖRLER\TRIPODLA ÇEKİLENLER +\R
1	Reference CRP Resolution	1920 x 1080
2	Reference CRP MD5	4d3b183d867b7ad9b00da866a6de9e3a
3	Evidence Video File	E:\TEZ ÇALIŞMASI\MERVENİN TELEFONU\ETKİLEYEN FAKTÖRLER\TRIPODLA ÇEKİLENLER +\R
4	Evidence Video Resolution	1920 x 1080
5	Evidence Video Frames Number	4229
6	First Frame	0
7	Last Frame	4228
8	PRNU Noise Estimation Mode	All Frames
9	Group Size	-
10	Evidence Video PRNU MD5	82f6294ce69521e73483f89ce98e00ce
11	Processing Time In Seconds	1281
12	Compatibility	Positive
13	PCE Value	14621.01
14	Threshold	60.00
15	Best Match	No transformation
16	Cropped Region	None

Video PRNU Tampering Results		
Id	Name	Value
0	Reference CRP File	E:\TEZ ÇALIŞMASI\MERVENİN TELEFONU\ETKİLEYEN FAKTÖRLER\TRIPODLA ÇEKİLENLER
1	Reference CRP Resolution	1920 x 1080
2	Evidence Video File	E:\TEZ ÇALIŞMASI\MERVENİN TELEFONU\ETKİLEYEN FAKTÖRLER\TRIPODLA ÇEKİLENLER
3	Evidence Video Resolution	1920 x 1080
4	Evidence Video Frames Number	4229
5	First Frame	0
6	Last Frame	4228
7	PRNU Noise Estimation Mode	Group Frames
8	Group Size	50
9	Processing Time In Seconds	146
10	Median PCE Value	456.09
11	Number Of Frames Above Threshold	4229
12	Number Of Frames Below Threshold	0
13	Threshold	60.00



Şekil-3.75. Kanıt videosu olarak çekim yapılan sarı tonlarındaki cismin çekildiği kanıt videosu ile dış ortamda çekilen gökyüzü referans video modelinin mukayesesine yönelik analiz sonuçları.

3.7. Iphone Marka 8 Plus Model Telefon Kamerası ile Çekilen Görüntü Kayıtları Üzerinde Şüpheli Kamera Tespitine Yönelik Yapılan Çalışmalar

3.7.1. Normal Koşullarda (Herhangi Bir Müdahale Olmadan) Yapılan Çekimler

Iphone marka 8 Plus model telefon kamerası ile iç ve dış ortamda, gündüz koşullarında, kameranın yatay ve dikey çekim konumlarında, 1920x1080 çözünürlüğünde, kamera hareket ettirilerek (el ile) ve sabit tutularak (el ile) ve tripod kullanılarak çekilmiştir. Çekimlerde iç ortamlarda duvar, dış ortamlarda gökyüzü referans olarak kullanılmıştır.

- 1920x1080 çözünürlüğündeki kayıtlardan dış ortamda, gündüz koşullarında, kamera hareket ettirilerek ve yatay çekim konumunda, 1920x1080 çözünürlüğünde yapılan çekim hariç olmak üzere, diğer çekimlerin Amped Authenticate yazılımında kaynak analizi uygunluk sonucu “Pozitif” olarak sonuçlanmıştır. Ancak toplam karelerinden threshold değerinin altında ve üstünde kalan karelerin olduğu görülmüştür.

- Dış ortamda, gündüz koşullarında, kamera hareket ettirilerek ve yatay çekim konumunda, 1920x1080 çözünürlüğünde yapılan çekimlerin kaynak analizine yönelik mukayesesi “Negatif” olarak sonuçlanmıştır.

- İç ortamda, gündüz koşullarında, kamera hareket ettirilerek, dikey çekim konumunda, 1920x1080 çözünürlüğünde çekim yapılan görüntünün kaynak analizi uygunluk sonucu “Pozitif” olarak sonuçlanmış ancak tüm kareleri 60 eşliğinin altında kaldığı görülmüştür.

3.7.2. Kaynak Analizi Sonucuna Etki Edebileceği Değerlendirilen Faktörlere Göre Yapılan Çekimler

3.7.2.1. Adobe Premiere Yazılımı Kullanılarak Iphone Marka 8 Plus Model Telefon Kamerası ile Çekilen Görüntülerin Birbirlerinin İçine Eklenmesiyle Oluşturulan Yeni Videoların Kaynak Analizi

Bu deney ile amaçlanan; aynı ve farklı kameralardan çekimi yapılan videoların birbirleri içine eklenerek oluşturulan yeni videonun aynı sensörden çekilip çekilmediği

sonucunu gösteren uygunluk (compatibility) denetiminde verebileceği sonucu test etmekle birlikte “Video PRNU Identification Result” ile “Video PRNU Tampering Result” tablolarındaki sonuçları analiz etmektir. Bu kapsamda yapılan deneyler şu şekildedir:

- İç ve dış ortamda, gündüz ve akşam koşullarında, kamera yatay ve dikey çekim konumunda, 1920x1080 çözünürlüğündeki iki ayrı video Adobe Premiere yazılımında birbirinin içine eklenerek 1080x1920 çözünürlüğünde yeni bir video oluşturuldu. Bu videonun iç mekanda, gündüz koşullarında çekilen referans video modeliyle mukayesesi “Negatif”, dış mekanda, akşam koşullarında çekilen referans video modeliyle mukayesesi ise “Pozitif” sonuçlanmıştır. Ayrıca referans video çözünürlüğünün çerçeve genişliği ve yüksekliği ile kanıt videosunun çerçeve genişliği ve yüksekliğinin birbirlerinin tersi olmasından dolayı Authenticatede “Rotate” uyarısı da görülmüştür.

Referans-1: İç ortamda, gündüz koşullarında, kamera yatay çekim konumunda, 1920x1080 çözünürlüğünde, tripod ile çekilen duvar videosu.

Referans-2: Dış ortamda, akşam koşullarında, kamera dikey çekim konumunda, 1920x1080 çözünürlüğünde, tripod ile çekilen gökyüzü videosu.

- Dış ve iç ortamda, gündüz ve akşam koşullarında, kamera yatay ve dikey çekim konumunda tripod ile çekilen, 1920x1080 ve 1280x720 çözünürlüğündeki iki ayrı video Adobe Premiere yazılımında birbiri içine eklenerek *.m4v uzantılı 1920x1080 çözünürlüğünde ve *.mp4 uzantılı 720x1280 çözünürlüğünde iki ayrı video oluşturuldu.

- Birbiri içine eklenerek yeniden oluşturulan *.m4v uzantılı 1920x1080 çözünürlüğündeki video ile 1920x1080 ve 1280x720 çözünürlüğündeki referans videolarla mukayesesinde kaynak analizi kamera uygunluk (compatibility) test sonucu “Negatif” sonuçlanmıştır.

Referans-1: İç ortamda, gündüz koşullarında, kamera dikey çekim konumunda, tripod ile çekilen, 1920x1080 çözünürlüğünde duvar videosu.

Referans-2: Dış ortamda, akşam koşullarında, kamera dikey çekim konumunda, tripod ile çekilen, 1280x720 çözünürlüğünde gökyüzü videosu.

- Birbiri içine eklenerek yeniden oluşturulan *.mp4 uzantılı 720x1280 çözünürlüğündeki video ile referans videoların kaynak analizi kamera uygunluk (compatibility) test sonucu “Negatif” sonuçlanmıştır.

Referans-1: İç ortamda, gündüz koşullarında, kamera dikey çekim konumunda, tripod ile çekilen, 1920x1080 çözünürlüğünde duvar videosu.

Referans-2:Dış ortamda, akşam koşullarında, kamera dikey çekim konumunda, tripod ile çekilen, 1280x720 çözünürlüğünde gökyüzü videosu.

- Iphone marka 8 Plus model cep telefonu ile iç ortamda, akşam koşullarında, kamera yatay çekim konumunda, 1920x1080 çözünürlüğünde, tripod ile çekim yapılan ve kamera uygunluk sonucu pozitif sonuçlanan kanıt videosu, instagramda reels olarak paylaşılmıştır. Paylaşılan bu videonun çeşitli bölümleri Adobe Premiere yazılımı ile orijinal kanıt videosuna eklenerek 1080x1920 çözünürlüğünde yeni bir video oluşturulmuştur. Oluşturulan bu video, orijinal kaynaktaki videonun referans modeliyle mukayese edilmiştir.

Instagramda paylaşıldıktan sonra orijinal kanıt videosunun içine eklenerek oluşturulan 1080x1920 çözünürlüğündeki video ile 1920x1080 çözünürlüğündeki referans video modelinin kaynak analizinde kamera uygunluk (compatibility) test sonucu “Negatif” sonuçlanmıştır. Yani aynı kaynaktan çekilen 1920x1080 çözünürlüğündeki referans video ile bu çözünürlükteki kanıt videosunun instagramda paylaşıldıktan sonra birleşimiyle oluşturulan 1080x1920 çözünürlüğündeki videonun mukayesesinde, uyumsuzluk sonucu vererek PRNU analizini olumsuz yönde etkilediği değerlendirilmektedir.

Referans video: İç ortamda, akşam koşullarında, kamera yatay çekim konumunda çekilen, 1920x1080 çözünürlüğündeki duvar videosu.

3.7.2.2. Adobe Premiere Yazılımı Kullanılarak Farklı Marka/Model Kamera Çekimlerinin Birbirlerinin İçine Eklenmesiyle Oluşturulan Yeni Videoların Kaynak Analizi

Iphone marka 8 Plus model ile Samsung marka Galaxy M31 model cep telefonundan çekim yapılan görüntü kayıtlarının birleştirilmesiyle:

Iphone marka 8 Plus model cep telefonu ile dış ortamda, gündüz koşullarında, kamera dikey konumunda, tripod ile çekilen, 1920x1080 çözünürlüğündeki video kaydı ile Samsung marka Galaxy M31 model cep telefonuyla dış ortamda, gündüz koşullarında, kamera dikey çekim konumunda, tripodsuz (el ile) çekilen, 1920x1080 çözünürlüğündeki video kayıtları, Adobe Premiere yazılımı kullanılarak biri diğerinin içine belirli bölümlerinden kesilerek eklendi. Bu ekleme sonucunda 1080x1920 çözünürlüğünde *.mp4 uzantılı bir adet video oluşturuldu. Oluşturulan bu video, orijinal referans video modelleriyle ayrı ayrı mukayese edildi.

Yeniden oluşturulan, 1080x1920 çözünürlüğünde, *.mp4 uzantılı video ile Samsung Galaxy M31 model cep telefonundan çekilen referans video modeliyle (camera reference pattern) mukayesesi, kaynak analizi uygunluk (compatibility) sonucu “Negatif” sonuçlanmıştır. Daha sonra Iphone 8 Plus model cep telefonundan çekim yapılan referans video modeliyle (camera reference pattern) mukayesesi, kaynak analizi uygunluk (compatibility) sonucu “Pozitif” sonuçlanarak, referans video çözünürlüğünün 1920x1080 ile yeniden oluşturulan kanıt video çözünürlüğünün 1080x1920 olmasından kaynaklı “Rotated” uyarısı da görülmüştür.

Ayrıca Amped Authenticatede, iç içe eklenerek oluşturulan videonun referans video modeli ile mukayesesinde, Results of PRNU Tampering Analysis (PCE) tablosunda gösterilen 60 threshold değerinin altında ve üstünde kalan (kırmızı çizginin altında ve üstünde kalan) karelerin, iç içe eklenerek oluşturulan videolarda her kameranın kendi referans video modeline denk gelen bölümlerini gösteren karelerin yaklaşık olarak değeri olduğu Amped Five yazılımında kareleri incelenerek gözlemlenmiştir.

Referans-1: Samsung Galaxy M31 model cep telefonu ile dış ortamda, gündüz koşullarında çekimi yapılan, 1920x1080 çözünürlüğünde gökyüzü videosu.

Referans-2: Iphone 8 Plus model cep telefonu ile iç ortamda, gündüz koşullarında tripod ile çekimi yapılan, 1920x1080 çözünürlüğünde duvar videosu.

3.7.2.3. Adobe Premiere Yazılımı Kullanılarak Iphone Marka 8 Plus Model Telefon Kamerası ile Çekilen Görüntülerin Belirli Bölüm/Bölümlerinden Kırılmasıyla Oluşturulan Yeni Videoların Kaynak Analizi

Videonun kırılarak tekrar uygunluk denetimine tabi tutulması şeklinde yapılan deneydeki amaç, daha önce kaynak analizi uygunluk sonucu pozitif olan görüntünün, bir yazılım müdahalesiyle kırılması sonucunda oluşacak yeni videonun Amped Authenticate yazılımı ile kaynak analizi sonuçlarını incelemektir.

Iphone marka 8 Plus model cep telefonu ile iç ortamda, gündüz koşullarında, yatay çekim konumunda, 1920x1080 çözünürlüğünde, tripod ile çekimi yapılan 01.16 dakika olan kanıt videosu, Adobe Premiere yazılımında kırılarak süresi 01.08 dakika olarak kısaltılıp 1920x1080 çözünürlüğünde yeniden oluşturuldu. Oluşturulan bu video ile referans video modeli mukayesesinde kaynak analizi “Negatif” sonuçlanmıştır. Yani bu yazılım ile müdahale edilerek, kırılmasıyla yeniden oluşturulan videonun yazılım müdahalesinden etkilendiği, orijinal referans videosu ile uyumlu olmadığı sonucuna ulaşılmaktadır.

Referans video: İç ortamda, gündüz koşullarında, yatay çekim konumunda, 1920x1080 çözünürlüğünde, tripod ile çekim yapılan duvar videosu.

3.7.2.4. Çözünürlük

Bu deney ile amaçlanan, daha önce video kaynak analizi pozitif olarak sonuçlanan videolardan bazılarının çözünürlükleri bir yazılım (Amped Five) müdahalesi ile düşürüldüğünde ve yükseltildiğinde Amped Authenticate yazılımının video kaynak analizinde verdiği sonuçlar ile çözünürlük değişiminin kaynak analizine olan etkisini incelemektir.

Bu kapsamda yapılan deneyler şu şekildedir:

- İç ortamda, gündüz koşullarında, kamera dikey çekim konumunda, 1920x1080 çözünürlüğünde çekim yapılan görüntünün önce referans video çözünürlüğü daha sonra kanıt video çözünürlüğü Amped Five yazılımında 960x540 çözünürlüğünde düşürülerek yeniden oluşturulmuştur. Çözünürlüğü düşürülen referans ile orijinal 1920x1080 çözünürlüğündeki

kanıt videosu ve çözünürlüğü düşürülen kanıt ile orijinal 1920x1080 çözünürlüğündeki referans videosu Authenticate’de mukayese edilmiştir.

Mukayese neticesinde, çözünürlüğü düşürülen referans ve kanıt videosunun kaynak analizi uygunluk sonuçları “Pozitif” sonuçlanmıştır. Ayrıca videoların orijinal çekim çözünürlükleri yazılım vasıtasıyla sonradan değiştirildiği için yeniden ölçeklendirildiği anlamına gelen “Resized” uyarısını da vermiştir. Ayrıca çözünürlüğü düşürülen kanıt videosunun analizinde Video PRNU Tampering Results tablosunda toplam 4550 karesi olan videonun 2800 karesinin 60 eşliğinin üstünde, 350 karesinin altında kalarak tabloda yer aldığı ancak geriye kalan 1400 karenin ise tabloda yer almadığı görülmüştür.

- İç ortamda, akşam koşullarında, kamera dikey çekim konumunda, 1280x720 çözünürlüğünde çekim yapılan görüntünün önce referans video çözünürlüğü sonra kanıt video çözünürlüğü Amped Five yazılımında 3840x2160 çözünürlüğüne yükseltilerek yeniden oluşturulmuştur. Çözünürlüğü yükseltile referans ile orijinal 1280x720 çözünürlüğündeki kanıt videosu ve çözünürlüğü yükseltile kanıt ile orijinal 1280x720 çözünürlüğündeki referans videosu Authenticate’de mukayese edilmiştir.

Mukayese neticesinde, çözünürlüğü yükseltile kanıt videosunun kaynak analizi uygunluk sonucu “Pozitif” ve videoların orijinal çekim çözünürlükleri yazılım vasıtasıyla sonradan değiştirildiği için yeniden ölçeklendirildiği anlamına gelen “Resized” sonucunu verdiği de görülmüştür. Çözünürlüğü yükseltile referans videonun kaynak analizi uygunluk sonucu “Negatif” sonuç vererek Video PRNU Tampering Results tablosunda toplam 2150 karesi olan videonun 1050 karesinin 60 eşliğinin üstünde kalarak tabloda yer aldığı ancak geriye kalan 1100 karenin ise tabloda yer almadığı görülmektedir.

- Yazılım müdahalesi olmadan orijinal kamera çekiminde çözünürlükleri birbirinden farklı, aynı ve farklı ortam/koşullarda çekim yapılan birkaç videonun kaynak analizi sonucunu test etmek için mukayeseleri yapılmıştır.

- İlk deneyde, iç ortamda, gündüz koşullarında, kamera yatay çekim konumunda, 1920x1080 çözünürlüğünde kanıt videosu ile iç ortamda, gündüz koşullarında, kamera yatay çekim konumunda, tripod ile çekilen, 1280x720 çözünürlüğünde duvar referans videosu mukayese edilmiş ve kaynak analizi sonucu “Pozitif” sonuçlanmıştır. Ayrıca görüntülerin

çözünürlüklerinin birbirinden farklı olmasından kaynaklı olarak “Resized” uyarısı verdiği görülmüştür.

- Sonrasında, dış ortamda, akşam koşullarında, kamera yatay çekim konumunda, 1920x1080 çözünürlüğünde gökyüzü referans videosu ile iç ortamda, gündüz koşullarında, yatay çekim konumunda tripod ile çekilen, 1280x720 çözünürlüğünde kanıt videosu mukayese edilmiş ve kaynak analizi sonucu “Negatif” sonuçlanmıştır.

Ayrıca Iphone 8 Plus cep telefonu ile 1920x1080 çözünürlüğünde çekilen ve Amped Five’ta 960x540 çözünürlüğüne düşürülen videonun, çözünürlüğü değiştirilmeden önceki PCE değeri 284.58 iken, çözünürlüğü düşürüldükten sonra değeri 124.20 ve 327.70 olarak değişiklik göstermiştir. Ayrıca 1280x720 çözünürlükte çekilen ve Amped Five’ta 3840x2160 çözünürlüğüne yükseltile videonun, çözünürlüğü değiştirilmeden önceki PCE değeri 417.01 iken, çözünürlüğü yükseltildikten sonra 0.61 ve 96.81 olarak azalarak değişiklik göstermiştir.

3.7.2.5. Işık Koşulları

Bu deneylerle amaçlanan, Iphone 8 Plus cep telefonu ile akşam, gündüz ve karanlık ortamlarda yapılan çekimlerin yani farklı ışık koşullarının kamera sensör gürültüsünü etkileyip etkilemediğini incelemek ve Amped Authenticate yazılımının bu deneyler karşısındaki sonuçlarını analiz etmektir. Bu kapsamda yapılan deneyler şu şekildedir:

- Akşam ve karanlık koşullarda çekilen, 1920x1080 çözünürlüğündeki referans videoları ile gündüz koşullarda çekilen, 1920x1080 çözünürlüğündeki kanıt videosu mukayese edilmiştir. Mukayese neticesinde, kanıt videosunun akşam koşullarında çekilen referans ile mukayesesi “Pozitif”, karanlık koşullarda çekilen referans ile mukayesesi “Negatif” sonuçlanmıştır.

- Akşam koşullarında 1920x1080 ve karanlık koşullarda çekilen, 3840x2160 çözünürlüğündeki kanıt videoları ile gündüz koşullarında çekilen, 3840x2160 çözünürlüğündeki referans videosu mukayese edilmiştir. Mukayese neticesinde her iki referans ile kanıt videosunun mukayesesi “Negatif” sonuçlanmıştır.

Dolayısıyla bu kamera için, referans ve kanıt videolarının birbirinden farklı ışık koşullarında olmasının PRNU analizini olumsuz yönde etkilediği değerlendirilmektedir.

3.7.2.6. Hareketli/ Hareketsiz Kamera Çekimi

Bu deneyle amaçlanan: çekim yapılırken kameranın hareketli ve hareketsiz olmasının kamera sensör gürültüsünü, kaynak analizine yönelik yapılan mukayesede aynı sensörden çekilip çekilmediği sonucunu gösteren uygunluk (compatibility) denetimi sonucunu test etmekle birlikte “Video PRNU Identification Result” ile “Video PRNU Tampering Result” tablolarındaki sonuçları analiz etmektir. Bu kapsamda yapılan deneyler şu şekildedir:

- Öncelikle cep telefonu yavaş hareket ettirilerek (el ile) referans videosu ve hareket ettirilmeden (el ile) çekilen 1920x1080 çözünürlüğündeki kanıt videosu mukayese edilmiştir.
- Daha sonra cep telefonu yavaş hareket ettirilerek kanıt videosu ve hareket ettirilmeden (el ile) çekilen 1920x1080 çözünürlüğünde referans videosu mukayese edilmiştir.

Yapılan her iki deney neticesinde, görüntülerin kaynak analizi uygunluk sonucu “Pozitif” sonuçlanmıştır. Dolayısıyla kameranın çekim esnasında hareketli ve hareketsiz olmasının Iphone 8 Plus model cep telefonu için kaynak analizi uygunluk sonucunu olumsuz yönde etkilemediği tespit edilmiştir. Ancak videoların kaynak analizi “Pozitif” sonuçlanmasına rağmen tüm karelerinin 60 threshold değerinin altında kaldığı görülmüştür.

3.7.2.7. İç Mekan/ Dış Mekan Çekimi

Bu deney amaçlanan: çekimlerin iç (kapalı) bir ortamda yapılması ile dış (açık) ortamda yapılmasının kamera sensör gürültüsünü, kaynak analizine yönelik yapılan mukayesede aynı sensörden çekilip çekilmediği sonucunu gösteren uygunluk (compatibility) denetimi sonucunu test etmekle birlikte “Video PRNU Identification Result” ile “Video PRNU Tampering Result” tablolarındaki sonuçları analiz etmektir.

Bu deneylerde, hem referans hem de kanıt videolarının çekimleri dış ve iç ortamda yapılarak birbirleri ile mukayese edilmiştir. Öncelikle dış ortamda çekilen referans videosu ile iç ortamda çekilen kanıt videosu, Amped Authenticate yazılımında karşılaştırılmıştır. Daha sonra iç ortamda çekilen referans videosu ile dış ortamda çekilen kanıt videosunun mukayesesi yapılmıştır.

Yapılan deneyler neticesinde; her iki ortamda da mukayeseleri yapılan kanıt videolarının farklı ortamda çekilen referans video modelleriyle kaynak analizi uygunluk sonucu “Pozitif” sonuçlanmıştır. Dolayısıyla iç mekanda ve dış mekanda yapılan çekimlerin PRNU analizini olumsuz yönde etkilemediği ve bu görüntülerin aynı kamera sensörü tarafından çekildiği anlaşılmaktadır.

3.7.2.8. Video Sürelerine Göre Çekimler

Bu deney ile amaçlanan, referans ve kanıt videolarının sürelerinin bir dakikadan az, fazla ve birbirlerinden farklı olmasının kaynak analizi uygunluk sonucunu olumsuz yönde etkileyip etkilemediğini incelemektir.

Deneyler, referans ve kanıt videoları bir dakika, bir dakikadan az ve fazla olmak üzere dış ve iç ortamda, gündüz koşullarında, 1920x1080, 3840x2160 çözünürlüğünde ve tripod kullanılarak yapılmıştır.

Yapılan deneyler sonucunda birbirinden farklı sürelerdeki referans ve kanıt videolarının kaynak analizine yönelik mukayeseleri “Pozitif” sonuçlanmıştır. Ancak referans videosu 01.20 dakika iken kanıt videosu 06.04 dakika olan görüntülerin kaynak analizine yönelik mukayesesi sonucunda “Cropped and Rotate” uyarısını verdiği görülmüştür.

Dolayısıyla bu kamera sensörü için, referans ve kanıt videosunun bir dakikadan az, fazla ve birbirlerinden farklı sürelerde olmasının kaynak analizi uygunluk sonucunu, PRNU’yu olumsuz yönde etkilemediği görülmüştür.

3.7.2.9. Yatay/ Dikey Çekim

Kamera optik eksenini yatay ve dikey konumda iken çekilen videolardır. Bu deney ile amaçlanan, referans ve kanıt videolarının kameraların yatay ve dikey çekim konumlarında çekilerek ve sonradan bir yazılım vasıtasıyla konum açılarının değiştirilmesi (rotate edilmesi) neticesinde birbirlerinin aksi konumlarında olan videoların Amped Authenticate yazılımında kaynak analizi uyumluluk sonucunu test etmek ve farklı çekim konumlarının kamera sensör gürültüsünü, PRNU’yu olumsuz yönde etkileyip etkilemediğini incelemektir.

Bu deneylerde, hem referans hem de kanıt videoları yatay ve dikey çekim konumlarında, 1280x720 ile 1920x1080 çözünürlüklerinde çekilen ve kaynak analizi mukayese sonucu “Pozitif” olan görüntüler arasından seçilerek mukayese edilmiştir. Ayrıca 1920x1080 ve 1280x720 çözünürlüğündeki iki kanıt videosunun da çekim konumu Amped Five yazılımında “Rotate” filtresi kullanılarak değiştirilmiştir.

Yapılan deneyler neticesinde; referansı dikey, kanıtı yatay, 1920x1080 ve 1280x720 çözünürlüğündeki videolar ile referansı yatay, kanıtı dikey çekim konumunda olan, 1920x1080 çözünürlüğündeki videoların kaynak analizi mukayesesi “Negatif” sonuçlanmıştır. Referansı yatay, kanıtı dikey çekim konumunda olan, 1280x720 çözünürlüğündeki videoların kaynak analizi mukayesesi “Pozitif” sonuçlanmıştır.

Amped Five yazılımı ile konumları “Rotate” filtresi kullanılarak değiştirilen 1280x720 ve 1920x1080 çözünürlüğündeki kanıt videoları, kendi aksi konumundaki referans videolarıyla mukayeseleri de “Pozitif” sonuçlanmıştır. Ayrıca konumları sonradan yazılım vasıtasıyla değiştirilmelerinden (rotate edilmelerinden) kaynaklı olarak Authenticate analizinde “Rotate” sonucu da görülmüştür.

Dolayısıyla referans videosu ile kanıt videosunun çekim konumlarının birbirlerinin aksi şekilde olması PRNU analizini olumsuz yönde etkileyebileceği, Amped Five’da konumlarının sonradan değiştirilmesinin ise kaynak analizi uygunluk sonucunu, PRNU’yu olumsuz yönde etkilemediği değerlendirilmektedir.

3.7.2.10. Optik Zoom

Bu deney ile amaçlanan, çekim esnasında kameranın zoom özelliği kullanılarak, zoomlama yapılmasının kaynak analizi uygunluk sonucunu, PRNU’yu olumsuz yönde etkileyip etkilemediğini test etmektir. Bu kapsamda yapılan deneyler şu şekildedir:

- Iphone 8 Plus model cep telefonu ile tripod kullanılarak dış ortamda, gündüz koşullarında, kamera dikey çekim konumunda, 1920x1080 çözünürlüğünde kameranın zoom özelliği kullanılarak çekim yapılmıştır. Zoom kullanılarak yapılan bu kanıt videosunun kaynak analizi uygunluk sonucu “Negatif” sonuçlanmıştır.

- İç ortamda, akşam koşullarında, kameranın yatay ve dikey çekim konumlarında, 3840x2160 çözünürlüğünde kameranın zoom özelliği kullanılarak çekimler yapılmıştır. Zoom kullanılarak yapılan bu çekimlerin kaynak analizi uygunluk sonucu “Negatif” sonuçlanmıştır.

- İç ortamda, gündüz koşullarında, kameranın dikey çekim konumunda, 3840x2160 çözünürlüğünde kameranın zoom özelliği kullanılarak çekim yapılmıştır. Zoom kullanılarak yapılan bu çekimin kaynak analizi uygunluk sonucu “Pozitif” sonuçlanarak toplam 4338 kare sayısından 3900 karenin 60 eşliğinin altında, 438 karenin üstünde kaldığı görülmüştür.

Yapılan analiz neticesinde ise Results of PRNU Tampering Analysis (PCE) tablosunda gösterilen 60 threshold değerinin altında kalan (kırmızı çizginin altında kalan) karelerin, zoomlama yapılan bölümleri gösteren karelerin yaklaşık olarak değeri olduğu Amped Five yazılımında kareleri incelenerek gözlemlenmiştir. Yani zoomlama yapılan bölümlerin 60 eşliğinin altında kaldığı görülmüştür.

Dolayısıyla kameranın optik zoom özelliği, kaynak analizi uygunluk sonucunu olumsuz yönde etkilemediği threshold değerinin altında kalan kısımların zoom yapılarak çekilen kısımların yaklaşık değerini gösteren alanlar olduğu tespit edilmiştir.

3.7.2.11. Tripod ile Çekim

Iphone marka 8 Plus model cep telefonu kamerası ile tripod kullanılarak, dış ve iç ortamlarda, gündüz, akşam ve karanlık koşullarda, kameranın yatay ve dikey çekim konumunda, bazı videolarda zoom kullanılarak, 1280x720, 1920x1080 ve 3840x2160 çözünürlüklerinde görüntüler çekilmiştir. Bu deneylerde amaçlanan, tripod ile çekim yapılmasının kaynak analizi mukayese sonuçlarında olumlu yönde değişim olup olmayacağını analiz etmektir. Bu kapsamda yapılan deneyler neticesinde;

- Iphone marka 8 Plus model cep telefonu kamerası ile tripod kullanılarak dış ortamda, akşam koşullarında, kameranın yatay ve dikey çekim konumlarında, 1280x720, 1920x1080 ve 3840x2160 çözünürlüklerinde videolar çekilmiştir. Bu videolardan 3840x2160 çözünürlüğündeki videoların kaynak analizi mukayesesi “Negatif”, diğer çözünürlükler “Pozitif” sonuçlanmıştır.

- Dış ortamda, gündüz koşullarında, kameranın yatay ve dikey çekim konumlarında, 1280x720 ve 1920x1080 çözünürlüklerinde videolar çekilmiştir. Bu videolardan 1280x720 çözünürlüğünde, dikey konumda çekilen video ile, dikey konumda zoom kullanılarak çekimi yapılan 1920x1080 çözünürlüğündeki videonun kaynak analizi uygunluk sonucu “Negatif” sonuçlanmıştır. Diğer çekimlerin sonucu ise “Pozitif” sonuçlanmıştır.

- İç ortamda, akşam koşullarında, kameranın yatay ve dikey çekim konumlarında, 1280x720, 1920x1080 ve 3840x2160 çözünürlüklerinde videolar çekilmiştir. Bu videolardan kamera dikey konumda, 3840x2160 çözünürlüğünde çekim yapılan video ile zoom kullanılarak çekimi yapılan 3840x2160 çözünürlüğünde iki video “Negatif” sonuçlanmıştır. Diğer çekimlerin sonucu ise “Pozitif” sonuçlanmıştır.

- İç ortamda, karanlık koşullarda, kamera dikey çekim konumunda ve 1920x1080 çözünürlüğünde çekim yapılan görüntünün kaynak analizi uygunluk sonucu “Negatif” sonuçlanmıştır.

- İç ortamda, gündüz koşullarında, kameranın yatay ve dikey çekim konumlarında, 1280x720, 1920x1080 ve 3840x2160 çözünürlüklerinde videolar ile 3840x2160 çözünürlüğünde zoom kullanılarak video çekilmiştir. Bu videolardan, kamera dikey konumunda, 1280x720 çözünürlüğündeki videonun kaynak analizi uygunluk sonucu, group frame sorgulamasında “Negatif”, all frame sorgulamasında “Pozitif” sonuçlanmıştır. 3840x2160 çözünürlüğünde, kamera yatay konumunda çekimi yapılan video ise “Negatif” sonuçlanmıştır. Diğer çekimlerin sonucu “Pozitif” sonuçlanmıştır.

Amped Authenticate’n “Toplu İşleme” (batch processing) özelliği kullanılarak görüntülerin kaynak analizi sorgulamalarını toplu yapabilmek için, tüm kameralarla çekimi yapılan bazı görüntülerin bu özellik kullanılarak mukayeseleri yapıldı. Yapılan deneyler neticesinde, cihaz analizi uygunluk sonuçlarını tek bir tabloda toplu görebilme imkanı bulunmaktadır. Bu kapsamda yapılan deneyler neticesinde;

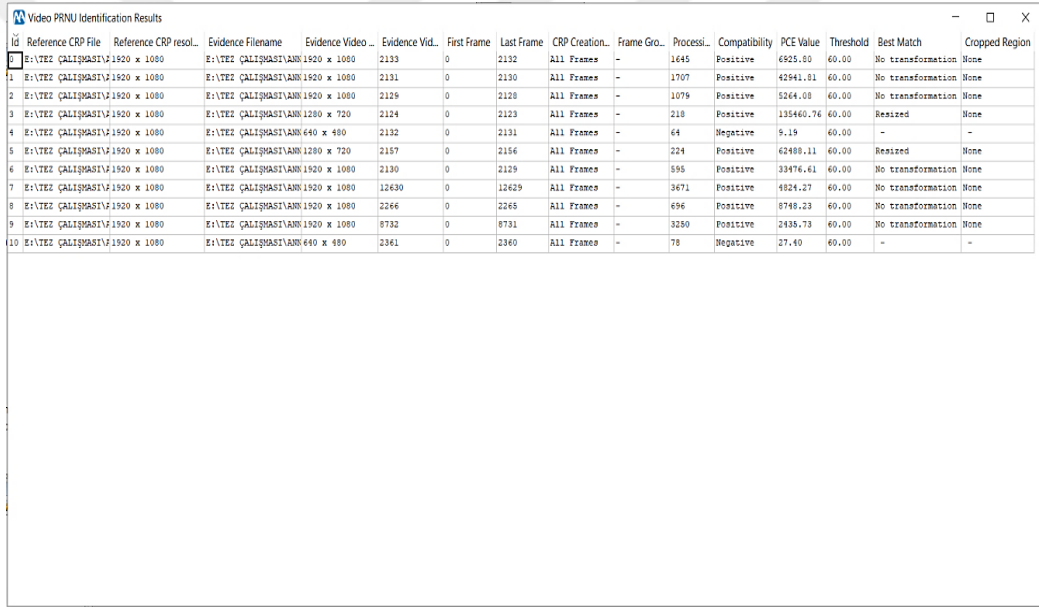
- Samsung marka J7 model cep telefonundan çekimi yapılan, birbirinden farklı iki referans modeli (referans -1 ve 2) ile çeşitli ortamlarda, koşullarda ve çözünürlüklerde çekilen video kayıtları ile sonradan sosyal medyada (whatsapp) paylaşılan ve Adobe Premiere programında belirli bölümlerinden kırılan ve içine bir video eklenerek oluşturulan çeşitli özellikteki toplamda 11 adet video kaydı, “Batch processing (toplu işleme)” özelliği ile toplu

işlenerek analiz edilmiştir. Analiz için iki ayrı referans videosunun modeli oluşturularak 11 video ile toplu mukayese yapılmıştır.

Referans-1: İç ortamda, gündüz koşullarında, 1920x1080 çözünürlüğünde çekilen duvar videosu.

Referans-2: Dış ortamda, gündüz koşullarında, 1920x1080 çözünürlüğünde çekilen gökyüzü videosu.

Referans-1 ile 11 adet kanıt videosunun “Toplu İşleme (Batch Processing)” özelliği ile kaynak analizi mukayese sonuçları Şekil-3.76. ve Şekil-3.77.’de gösterilmiştir.



Id	Reference CRP File	Reference CRP resolu.	Evidence Filename	Evidence Video	Evidence Vid.	First Frame	Last Frame	CRP Creation	Frame Gro.	Process	Compatibility	PCE Value	Threshold	Best Match	Cropped Region
1	E:\TEZ ÇALIŞMASTI\1920 x 1080	E:\TEZ ÇALIŞMASTI\1920 x 1080	E:\TEZ ÇALIŞMASTI\1920 x 1080	2133	0	2132	All Frames	-	1645	Positive	6925.80	60.00	No transformation	None	
2	E:\TEZ ÇALIŞMASTI\1920 x 1080	E:\TEZ ÇALIŞMASTI\1920 x 1080	E:\TEZ ÇALIŞMASTI\1920 x 1080	2129	0	2129	All Frames	-	1079	Positive	42941.01	60.00	No transformation	None	
3	E:\TEZ ÇALIŞMASTI\1920 x 1080	E:\TEZ ÇALIŞMASTI\1280 x 720	E:\TEZ ÇALIŞMASTI\1280 x 720	2124	0	2123	All Frames	-	218	Positive	135460.76	60.00	Resized	None	
4	E:\TEZ ÇALIŞMASTI\1920 x 1080	E:\TEZ ÇALIŞMASTI\640 x 480	E:\TEZ ÇALIŞMASTI\640 x 480	2132	0	2131	All Frames	-	64	Negative	9.19	60.00	-	-	
5	E:\TEZ ÇALIŞMASTI\1920 x 1080	E:\TEZ ÇALIŞMASTI\1280 x 720	E:\TEZ ÇALIŞMASTI\1280 x 720	2157	0	2156	All Frames	-	224	Positive	62488.11	60.00	Resized	None	
6	E:\TEZ ÇALIŞMASTI\1920 x 1080	E:\TEZ ÇALIŞMASTI\1920 x 1080	E:\TEZ ÇALIŞMASTI\1920 x 1080	2130	0	2129	All Frames	-	595	Positive	33476.61	60.00	No transformation	None	
7	E:\TEZ ÇALIŞMASTI\1920 x 1080	E:\TEZ ÇALIŞMASTI\1920 x 1080	E:\TEZ ÇALIŞMASTI\12630	12630	0	12629	All Frames	-	3671	Positive	4924.27	60.00	No transformation	None	
8	E:\TEZ ÇALIŞMASTI\1920 x 1080	E:\TEZ ÇALIŞMASTI\1920 x 1080	E:\TEZ ÇALIŞMASTI\1920 x 1080	2266	0	2265	All Frames	-	696	Positive	8749.33	60.00	No transformation	None	
9	E:\TEZ ÇALIŞMASTI\1920 x 1080	E:\TEZ ÇALIŞMASTI\1920 x 1080	E:\TEZ ÇALIŞMASTI\1920 x 1080	8732	0	8731	All Frames	-	3280	Positive	2435.73	60.00	No transformation	None	
10	E:\TEZ ÇALIŞMASTI\1920 x 1080	E:\TEZ ÇALIŞMASTI\640 x 480	E:\TEZ ÇALIŞMASTI\640 x 480	2361	0	2360	All Frames	-	78	Negative	27.40	60.00	-	-	

Şekil-3.76. Toplu işleme (batch processing) analiz sonucu.

Video PRNU Identification Results																
Id	Reference CRP File	Reference CRP resol.	Evidence Filename	Evidence Video ..	Evidence Vid..	First Frame	Last Frame	CRP Creation..	Frame Gro..	Processi..	Compatibility	PCE Value	Threshold	Best Match	Cropped Region	
0	E:\TEZ ÇALIŞMASI\1920 x 1080		E:\TEZ ÇALIŞMASI\ANNEMİN TELEFONU,,,\ETRİLEYEN FAKTÖRLER\batch processing' sonuçları,,,			2133	0	2132	All Frames	-	1645	Positive	4925.80	60.00	No transformation	None
1	E:\TEZ ÇALIŞMASI\1920 x 1080		E:\TEZ ÇALIŞMASI\ANNEMİN TELEFONU,,,\ETRİLEYEN FAKTÖRLER\batch processing' sonuçları,,,			2131	0	2130	All Frames	-	1707	Positive	42941.81	60.00	No transformation	None
2	E:\TEZ ÇALIŞMASI\1920 x 1080		E:\TEZ ÇALIŞMASI\ANNEMİN TELEFONU,,,\ETRİLEYEN FAKTÖRLER\batch processing' sonuçları,,,			2129	0	2128	All Frames	-	1079	Positive	5266.08	60.00	No transformation	None
3	E:\TEZ ÇALIŞMASI\1920 x 1080		E:\TEZ ÇALIŞMASI\ANNEMİN TELEFONU,,,\ETRİLEYEN FAKTÖRLER\batch processing' sonuçları,,,			2124	0	2123	All Frames	-	210	Positive	135460.76	60.00	Resized	None
4	E:\TEZ ÇALIŞMASI\1920 x 1080		E:\TEZ ÇALIŞMASI\ANNEMİN TELEFONU,,,\ETRİLEYEN FAKTÖRLER\batch processing' sonuçları,,,			2132	0	2131	All Frames	-	64	Negative	9.19	60.00	-	-
5	E:\TEZ ÇALIŞMASI\1920 x 1080		E:\TEZ ÇALIŞMASI\ANNEMİN TELEFONU,,,\ETRİLEYEN FAKTÖRLER\batch processing' sonuçları,,,			2157	0	2156	All Frames	-	224	Positive	42488.11	60.00	Resized	None
6	E:\TEZ ÇALIŞMASI\1920 x 1080		E:\TEZ ÇALIŞMASI\ANNEMİN TELEFONU,,,\ETRİLEYEN FAKTÖRLER\batch processing' sonuçları,,,			2130	0	2129	All Frames	-	595	Positive	33476.61	60.00	No transformation	None
7	E:\TEZ ÇALIŞMASI\1920 x 1080		E:\TEZ ÇALIŞMASI\ANNEMİN TELEFONU,,,\ETRİLEYEN FAKTÖRLER\batch processing' sonuçları,,,			12430	0	12429	All Frames	-	1671	Positive	4824.27	60.00	No transformation	None
8	E:\TEZ ÇALIŞMASI\1920 x 1080		E:\TEZ ÇALIŞMASI\ANNEMİN TELEFONU,,,\ETRİLEYEN FAKTÖRLER\batch processing' sonuçları,,,			2266	0	2265	All Frames	-	494	Positive	8748.23	60.00	No transformation	None
9	E:\TEZ ÇALIŞMASI\1920 x 1080		E:\TEZ ÇALIŞMASI\ANNEMİN TELEFONU,,,\ETRİLEYEN FAKTÖRLER\batch processing' sonuçları,,,			8732	0	8731	All Frames	-	3250	Positive	2435.73	60.00	No transformation	None
10	E:\TEZ ÇALIŞMASI\1920 x 1080		E:\TEZ ÇALIŞMASI\ANNEMİN TELEFONU,,,\ETRİLEYEN FAKTÖRLER\batch processing' sonuçları,,,			2341	0	2340	All Frames	-	78	Positive	2435.73	60.00	No transformation	None

Row Details	
Id:	9
Reference CRP File:	E:\TEZ ÇALIŞMASI\ANNEMİN TELEFONU,,,\ETRİLEYEN FAKTÖRLER\batch processing' sonuçları,,,
\ref1 ve ref2 ile\crp\models.crp	
Reference CRP resolution:	1920 x 1080
Evidence Filename:	E:\TEZ ÇALIŞMASI\ANNEMİN TELEFONU,,,\ETRİLEYEN FAKTÖRLER\batch processing' sonuçları,,,
\ref1 ve ref2 ile\kırpılan.mp4	
Evidence Video Resolution:	1920 x 1080
Evidence Video Frames Number:	8732
First Frame:	0
Last Frame:	8731
CRP Creation Mode:	All Frames
Frame Group Size:	-
Processing Time In Seconds:	3250
Compatibility:	Positive
PCE Value:	2435.73
Threshold:	60.00
Best Match:	No transformation
Cropped Region:	None

Copy All

OK

Şekil-3.77. Toplu işleme export analiz sonuçları.

- Referans-2 ile 11 adet kanıt videosunun “Toplu İşleme (Batch Processing)” özelliği ile kaynak analizi sonuçları Şekil-3.78. ve Şekil-3.79.’da gösterilmiştir.

Id	Reference C...	Reference CR...	Evidence Fil...	Evidence Vid...	Evidence...	First Fr...	Last Fr...	CRP Crea...	Frame...	Proc...	Compatibility	PCE Value	Threshold	Best Match	Cropped Region
0	E:\TEZ ÇALIŞI...	E:\TEZ ÇALIŞI...	E:\TEZ ÇALIŞI...	E:\TEZ ÇALIŞI...	2133	0	2132	All Frames	-	578	Positive	10920.33	60.00	No transformation	None
1	E:\TEZ ÇALIŞI...	E:\TEZ ÇALIŞI...	E:\TEZ ÇALIŞI...	E:\TEZ ÇALIŞI...	2131	0	2130	All Frames	-	581	Positive	19806.88	60.00	No transformation	None
2	E:\TEZ ÇALIŞI...	E:\TEZ ÇALIŞI...	E:\TEZ ÇALIŞI...	E:\TEZ ÇALIŞI...	2129	0	2128	All Frames	-	580	Positive	1195.56	60.00	No transformation	None
3	E:\TEZ ÇALIŞI...	E:\TEZ ÇALIŞI...	E:\TEZ ÇALIŞI...	E:\TEZ ÇALIŞI...	2124	0	2123	All Frames	-	243	Positive	59348.02	60.00	Resized	None
4	E:\TEZ ÇALIŞI...	E:\TEZ ÇALIŞI...	E:\TEZ ÇALIŞI...	E:\TEZ ÇALIŞI...	2132	0	2131	All Frames	-	70	Negative	-0.02	60.00	-	-
5	E:\TEZ ÇALIŞI...	E:\TEZ ÇALIŞI...	E:\TEZ ÇALIŞI...	E:\TEZ ÇALIŞI...	2157	0	2156	All Frames	-	245	Positive	45291.45	60.00	Resized	None
6	E:\TEZ ÇALIŞI...	E:\TEZ ÇALIŞI...	E:\TEZ ÇALIŞI...	E:\TEZ ÇALIŞI...	2130	0	2129	All Frames	-	563	Positive	10104.65	60.00	No transformation	None
7	E:\TEZ ÇALIŞI...	E:\TEZ ÇALIŞI...	E:\TEZ ÇALIŞI...	E:\TEZ ÇALIŞI...	2130	0	2129	All Frames	-	3136	Positive	1906.10	60.00	No transformation	None
8	E:\TEZ ÇALIŞI...	E:\TEZ ÇALIŞI...	E:\TEZ ÇALIŞI...	E:\TEZ ÇALIŞI...	2266	0	2265	All Frames	-	535	Positive	3518.79	60.00	No transformation	None
9	E:\TEZ ÇALIŞI...	E:\TEZ ÇALIŞI...	E:\TEZ ÇALIŞI...	E:\TEZ ÇALIŞI...	8732	0	8731	All Frames	-	1960	Positive	880.88	60.00	No transformation	None
10	E:\TEZ ÇALIŞI...	E:\TEZ ÇALIŞI...	E:\TEZ ÇALIŞI...	E:\TEZ ÇALIŞI...	2361	0	2360	All Frames	-	55	Positive	234.66	60.00	Cropped and Rotated	x = 101, y = 440, width = 480, height = 640

Şekil-3.78. Toplu işleme (batch processing) analiz sonucu.

Id	Reference C...	Reference CR...	Evidence Fil...	Evidence Vid...	Evidence...	First Fr...	Last Fr...	CRP Crea...	Frame...	Proc...	Compatibility	PCE Value	Threshold	Best Match	Cropped Region
0	E:\TEZ ÇALIŞI...	E:\TEZ ÇALIŞI...	E:\TEZ ÇALIŞI...	E:\TEZ ÇALIŞI...	2133	0	2132	All Frames	-	578	Positive	10920.33	60.00	No transformation	None
1	E:\TEZ ÇALIŞI...	E:\TEZ ÇALIŞI...	E:\TEZ ÇALIŞI...	E:\TEZ ÇALIŞI...	2131	0	2130	All Frames	-	581	Positive	19806.88	60.00	No transformation	None
2	E:\TEZ ÇALIŞI...	E:\TEZ ÇALIŞI...	E:\TEZ ÇALIŞI...	E:\TEZ ÇALIŞI...	2129	0	2128	All Frames	-	580	Positive	1195.56	60.00	No transformation	None
3	E:\TEZ ÇALIŞI...	E:\TEZ ÇALIŞI...	E:\TEZ ÇALIŞI...	E:\TEZ ÇALIŞI...	2124	0	2123	All Frames	-	243	Positive	59348.02	60.00	Resized	None
4	E:\TEZ ÇALIŞI...	E:\TEZ ÇALIŞI...	E:\TEZ ÇALIŞI...	E:\TEZ ÇALIŞI...	2132	0	2131	All Frames	-	70	Negative	-0.02	60.00	-	-
5	E:\TEZ ÇALIŞI...	E:\TEZ ÇALIŞI...	E:\TEZ ÇALIŞI...	E:\TEZ ÇALIŞI...	2157	0	2156	All Frames	-	245	Positive	45291.45	60.00	Resized	None
6	E:\TEZ ÇALIŞI...	E:\TEZ ÇALIŞI...	E:\TEZ ÇALIŞI...	E:\TEZ ÇALIŞI...	2130	0	2129	All Frames	-	563	Positive	10104.65	60.00	No tr	Export Data As HTML
7	E:\TEZ ÇALIŞI...	E:\TEZ ÇALIŞI...	E:\TEZ ÇALIŞI...	E:\TEZ ÇALIŞI...	2130	0	2129	All Frames	-	3136	Positive	1906.10	60.00	No tr	Export Data As TSV
8	E:\TEZ ÇALIŞI...	E:\TEZ ÇALIŞI...	E:\TEZ ÇALIŞI...	E:\TEZ ÇALIŞI...	2266	0	2265	All Frames	-	535	Positive	3518.79	60.00	No transformation	Open In Excel
9	E:\TEZ ÇALIŞI...	E:\TEZ ÇALIŞI...	E:\TEZ ÇALIŞI...	E:\TEZ ÇALIŞI...	8732	0	8731	All Frames	-	1960	Positive	880.88	60.00	No transformation	None
10	E:\TEZ ÇALIŞI...	E:\TEZ ÇALIŞI...	E:\TEZ ÇALIŞI...	E:\TEZ ÇALIŞI...	2361	0	2360	All Frames	-	55	Positive	234.66	60.00	Cropped and Rotated	x = 101, y = 440, width = 480, height = 640

Id:	3
Reference CRP File:	E:\TEZ ÇALIŞMASI\ANNEMİN TELEFONU,,\ETKİLEYEN FAKTÖRLER\batch processing' sonuçları,,,ref1 ve ref2 ile\crp\models2.crp
Reference CRP resolution:	1920 x 1080
Evidence Filename:	E:\TEZ ÇALIŞMASI\ANNEMİN TELEFONU,,\ETKİLEYEN FAKTÖRLER\batch processing' sonuçları,,,ref1 ve ref2 ile\evd3,iç,yatay.mp4
Evidence Video Resolution:	1280 x 720
Evidence Video Frames Number:	2124
First Frame:	0
Last Frame:	2123
CRP Creation Mode:	All Frames
Frame Group Size:	-
Processing Time In Seconds:	243
Compatibility:	Positive
PCE Value:	59348.02
Threshold:	60.00
Best Match:	Resized
Cropped Region:	None

Şekil-3.79. Toplu işleme export analiz sonuçları.

- Amped Authenticate yazılımının etkinliğini analiz edebilmek için farklı kameralardan çekilen görüntüler birbiri ile mukayese edildi. Bu deneyde amaçlanan, kameralar kendi referans video modelleriyle farklı kanıt videolarının kaynak analizine yönelik mukayesesinde aynı sensörden çekilip çekilmediği sonucunu gösteren uygunluk (compatibility) denetimi sonucunu test etmekle birlikte “Video PRNU Identification Result” ile “Video PRNU Tampering Result” tablolarındaki sonuçları analiz etmektir.

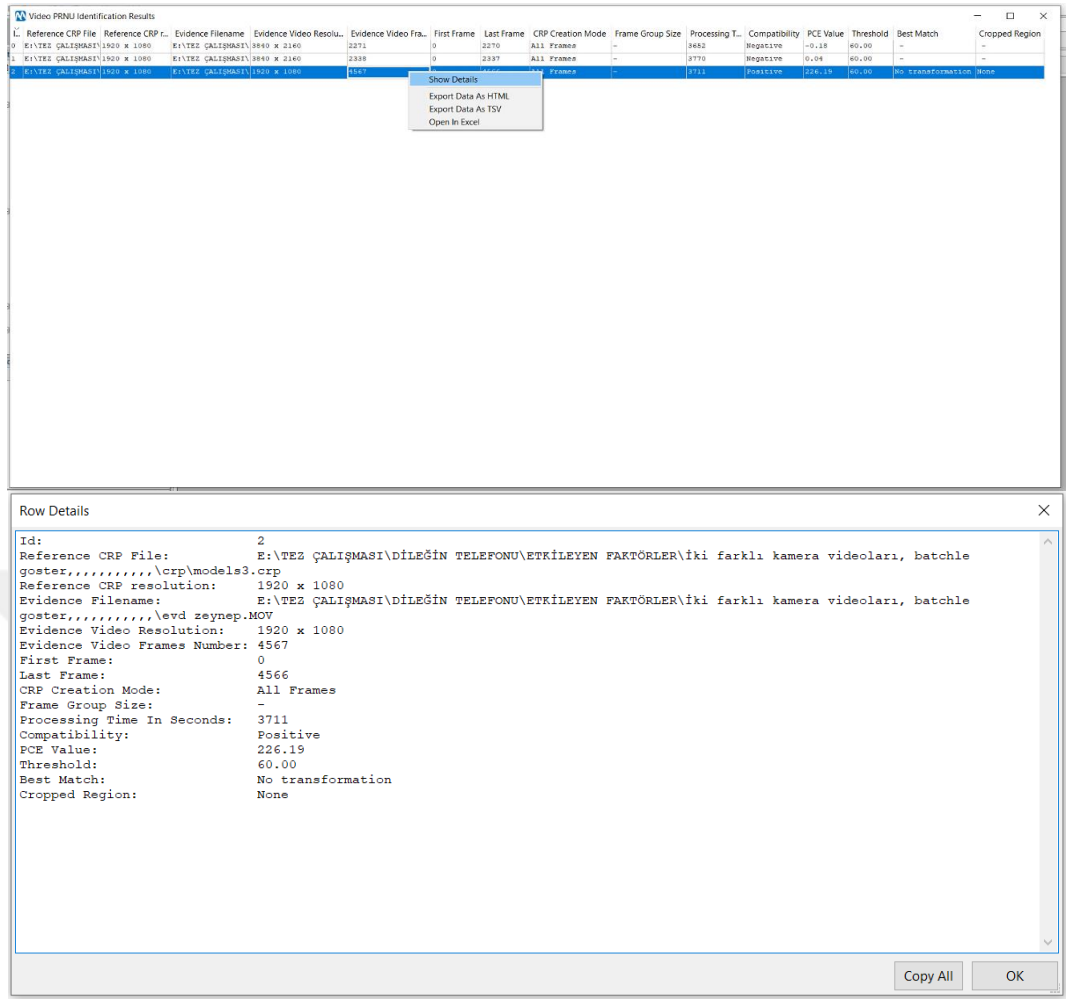
Buna yönelik olarak deneylerde kullanılan cep telefonları, fotoğraf makinası ve video kamerayla çekilen görüntüler, diğer kameralarla çekilen görüntülerde toplu işlem özelliği kullanılarak mukayese edilmiştir.

Yapılan deneylerden bir örnek olarak; Iphone marka 8 Plus model cep telefonundan çekilen referans video modeli ile Samsung marka M31 model cep telefonu, Xiaomi marka Redmi Note 8 model cep telefonu ve Iphone 8 Plus model cep telefonundan çekim yapılan toplam 3 adet kanıt videosu Amped Authenticate’de “Toplu İşleme” özelliği kullanılarak mukayese edildi. Mukayese sonucunda referans videosu Iphone 8 Plus model cep telefonundan çekilen video olduğu için Iphonedan çekilen kanıt videosunun mukayese sonucu “Pozitif”, diğer model cep telefonlarıyla mukayesesi “Negatif” sonuçlanmıştır.

Bahsedilen deneye ait mukayese sonucu Şekil-3.80. ve Şekil-3.81.’de gösterilmiştir.

Video PRNU Identification Results													
Reference CRP File	Reference CRP File	Evidence Filename	Evidence Video Resolu...	Evidence Video Fra...	First Frame	Last Frame	CRP Creation Mode	Frame Group Size	Processing T...	Compatibility	PCE Value	Threshold	Best Match
E:\VETZ ÇALIŞMASI\1920 x 1080	E:\VETZ ÇALIŞMASI\1920 x 1080	E:\VETZ ÇALIŞMASI\3040 x 2160	2271	0	2270	All Frames	-	3652	Negative	-0.10	60.00	-	-
1 E:\VETZ ÇALIŞMASI\1920 x 1080	E:\VETZ ÇALIŞMASI\1920 x 1080	E:\VETZ ÇALIŞMASI\3040 x 2160	2330	0	2337	All Frames	-	3770	Negative	0.04	60.00	-	-
2 E:\VETZ ÇALIŞMASI\1920 x 1080	E:\VETZ ÇALIŞMASI\1920 x 1080	E:\VETZ ÇALIŞMASI\3040 x 2160	4567	0	4566	All Frames	-	3711	Positive	226.19	60.00	No transformation	None

Şekil-3.80. Toplu işleme (batch processing) analiz sonucu.



Şekil-3.81. Toplu işleme export analiz sonuçları.

3.8. Sık Kullanılan Bazı Sosyal Medya Uygulamalarında (Instagram ve Whatsapp) Paylaşılan Görüntü Kayıtları Üzerinde Şüpheli Kamera Tespitine Yönelik Yapılan Çalışmalar

Bu deneylerle amaçlanan, görüntülerin Instagram ve Whatsapp gibi sosyal medya uygulamalarında paylaşılmasının kamera sensör gürültüsünü, Amped Authenticatede kaynak analizine yönelik yapılan mukayesede aynı sensörden çekilip çekilmediği sonucunu gösteren uygunluk (compatibility) denetimi sonucunu test etmekle birlikte “Video PRNU Identification Result” ile “Video PRNU Tampering Result” tablolarındaki sonuçları analiz etmektir. Bu kapsamda yapılan deneyler şu şekildedir:

- Samsung marka J7 model cep telefonu ile,

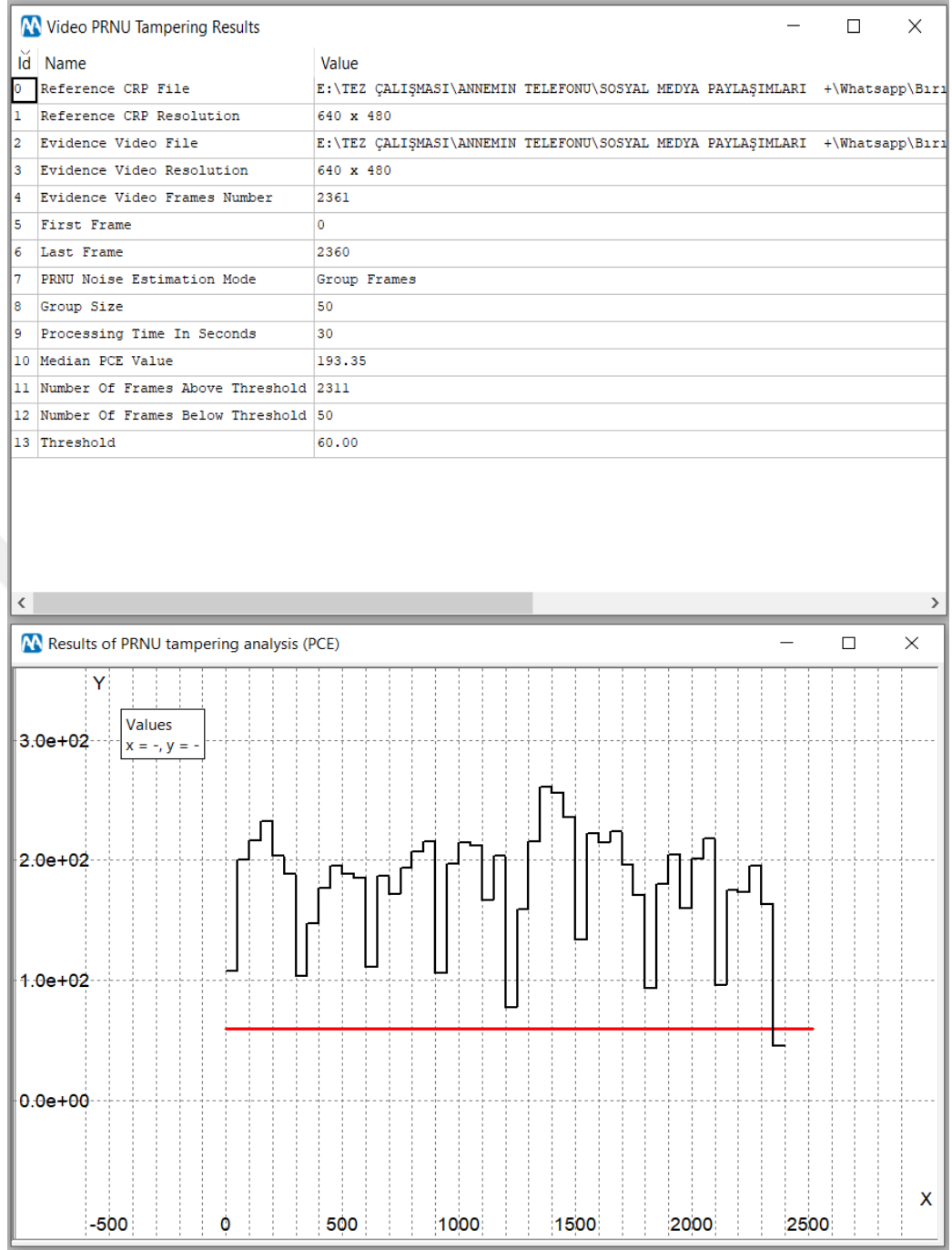
- İç mekanda, akşam koşullarında, kamera yatay çekim konumunda, 640x480 çözünürlüğünde çekimi yapılan ve video kaynak analizi pozitif sonuçlanan kanıt videosu, Samsung J7 model cep telefonundan Whatsapp uygulamasıyla Redmi Note 10S marka cep telefonuna mesaj olarak gönderilmiş ve gönderilen videonun çözünürlüğü 640x480 çözünürlüğünde kalmıştır. Gönderilen video, Redmi Note 10S marka cep telefonundan kabloyla direkt çalışma bilgisayarına kopyalanmıştır. Bu telefonda çekilen referans video modeli ile Whatsapp uygulamasından mesaj gönderilerek paylaşılan video Amped Authenticate yazılımında mukayese edilmiştir.

Yapılan analiz neticesinde; Whatsapta paylaşılan video ile referans video modelinin mukayesesinde kaynak analizi uyumluluk sonucu “Pozitif” sonuçlanmıştır. Yani videonun Whatsapp uygulamasıyla mesaj olarak paylaşılmasının PRNU analizini olumsuz yönde etkilemediği tespit edilmiştir.

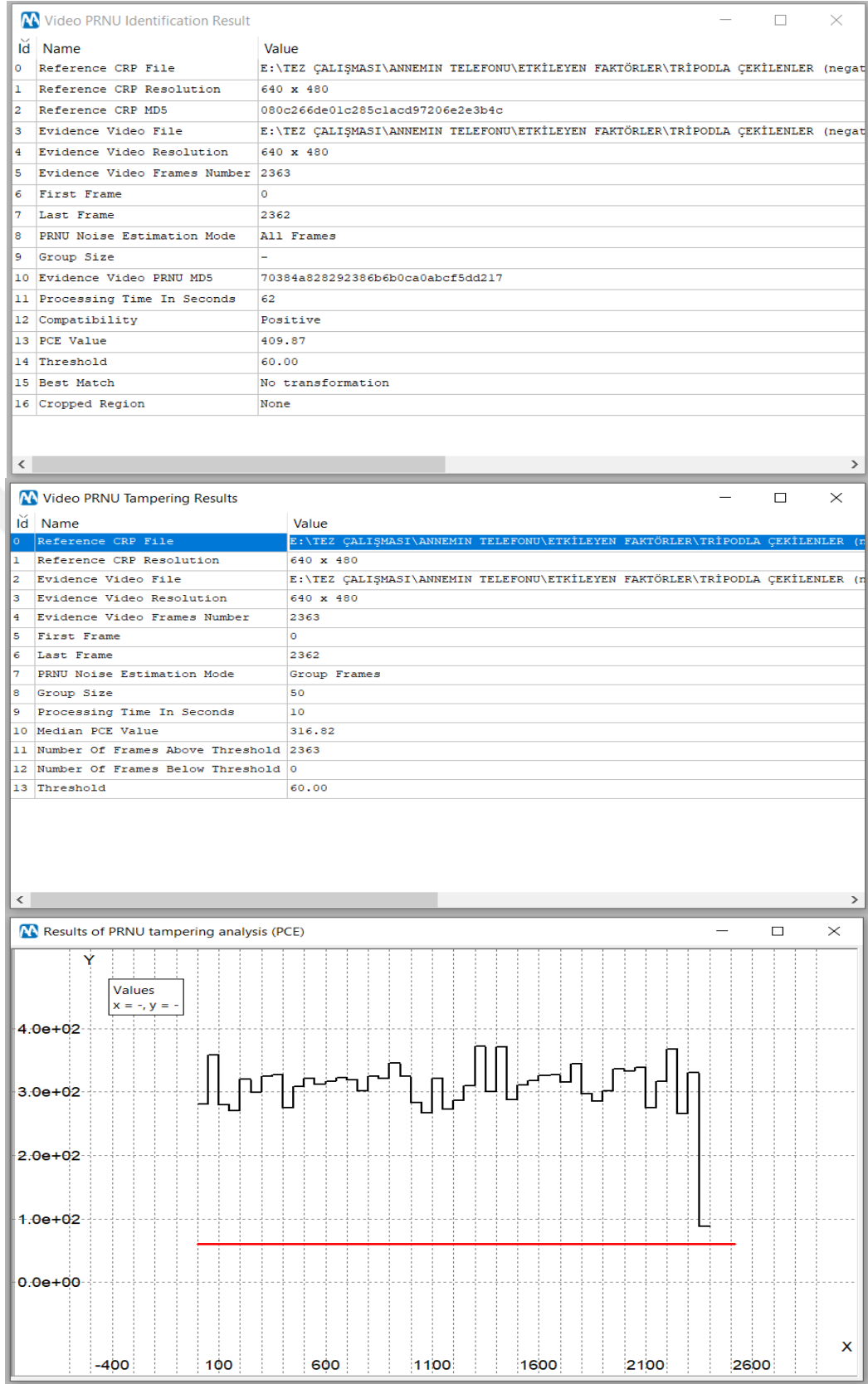
Ayrıca kanıt videosunun Whatsapp’ta paylaşılmadan önce 2363 olan kare sayısı, Whatsapta paylaşıldıktan sonra 2361 kareye düştüğü ve başlangıçta threshold 60 eşiğinin tamamının üstünde olduğu 2363 karenin, Whatsapp uygulamasında paylaşıldıktan sonra 50 karesinin 60 eşiğinin altında kaldığı görülmüştür. Kanıt videosunun Whatsapp’ta paylaşılmadan önce PCE değerinin 409.87 olduğu, sonrasında ise 271.73 olarak düştüğü gözlemlenmiştir. Analiz sonuçları Şekil-3.82.- Şekil-3.84.’te gösterilmiştir.

Video PRNU Identification Result		
Id	Name	Value
0	Reference CRP File	E:\TEZ ÇALIŞMASI\ANNEMİN TELEFONU\SOSYAL MEDYA PAYLAŞIMLARI +\Whatsapp\Birine m
1	Reference CRP Resolution	640 x 480
2	Reference CRP MD5	080c266de01c285c1acd97206e2e3b4c
3	Evidence Video File	E:\TEZ ÇALIŞMASI\ANNEMİN TELEFONU\SOSYAL MEDYA PAYLAŞIMLARI +\Whatsapp\Birine m
4	Evidence Video Resolution	640 x 480
5	Evidence Video Frames Number	2361
6	First Frame	0
7	Last Frame	2360
8	PRNU Noise Estimation Mode	All Frames
9	Group Size	-
10	Evidence Video PRNU MD5	2d3b7b1d1aaacba9f60c83fa95d88942
11	Processing Time In Seconds	76
12	Compatibility	Positive
13	PCE Value	271.73
14	Threshold	60.00
15	Best Match	No transformation
16	Cropped Region	None

Şekil-3.82. Whatsapp’ta mesaj yoluyla paylaşılan videonun kaynak analizi mukayesesine yönelik analiz sonucu.



Şekil-3.83. Whatsapp'ta mesaj yoluyla paylaşılan videonun kaynak analizi mukayesesine yönelik analiz sonuçları.



Şekil-3.84. Whatsapp'ta mesaj yoluyla paylaşılan videonun, paylaşım öncesi kaynak analizi mukayesesine yönelik analiz sonuçları.

- Samsung marka Galaxy M31 model cep telefonu ile;

- Dış ortamda, akşam koşullarında, kamera yatay çekim konumunda, 1280x720 çözünürlüğünde daha önce çekim yapılan ve video kaynak analizi pozitif sonuçlanan kanıt videosu ve referans videosu, Samsung Galaxy M31 cep telefonundan Instagram uygulaması ile Xiaomi Redmi Note 10S telefonuna mesaj atılarak paylaşılmış ve çözünürlüğü 720x404 olarak değişmiştir. Xiaomi Redmi Note 10S telefonundan bu videolar direkt kabloyla alınarak çalışma bilgisayara aktarılmıştır.

- Sonrasında daha önce dış ortamda, gündüz koşullarında, kamera yatay çekim konumunda, 1920x1080 çözünürlüğünde çekimi yapılan kanıt videosu Instagramdan reels olarak paylaşılmış ve çözünürlüğü 1080x1920 olarak değişmiştir. Samsung Galaxy M31 cep telefonundan paylaşılan bu reels videosu direkt çalışma bilgisayarına aktararak alınmıştır. Instagramda mesaj olarak paylaşılan referans ve kanıt videosu, orijinal referans videosu ile mukayese edilmiştir. Daha sonra instagram da mesaj olarak paylaşılan kanıt videosu, orijinal referans video ile mukayese edilmiştir.

Mukayese sonucunda, orijinal referans ile instagramda paylaşılan kanıt videosunun kaynak analizi mukayesesi “Negatif” sonuçlanmıştır. Ayrıca 2125 olan kare sayısından 2025 karenin 60 eşiğinin altında kalarak tabloda yer aldığı, geriye kalan 100 karenin tabloda yer almadığı görülmüştür.

Instagramda mesaj olarak paylaşılan referans ile paylaşılan kanıt videosu mukayese edilerek “Negatif” sonuçlanmıştır. Sonrasında reels olarak paylaşılan kanıt videosu ile orijinal referans video modeli mukayese edilmiş ve “Negatif” sonuçlanmıştır.

- Daha sonra Samsung Galaxy M31 cep telefonundan dış ortamda, akşam koşullarında, kamera yatay çekim konumunda, 1920x1080 çözünürlüğünde çekimi yapılan ve kaynak analizi uygunluk sonucu “Pozitif” sonuçlanan referans ve kanıt videosu, Whatsapp uygulamasıyla Xiaomi marka Redmi Note 10S marka cep telefonuna mesaj olarak gönderilmiş ve paylaşılan referans ve kanıt videosunun çözünürlüğü 640x352 olarak düşmüştür. Gönderilen video Xiaomi Redmi Note 10S marka cep telefonundan kabloyla direkt çalışma bilgisayarına aktarılmıştır. Referans video modeli (crp dosyası) ile Whatsapp uygulamasında mesaj gönderilerek paylaşılan video Amped Authenticate yazılımında mukayese edilmiştir.

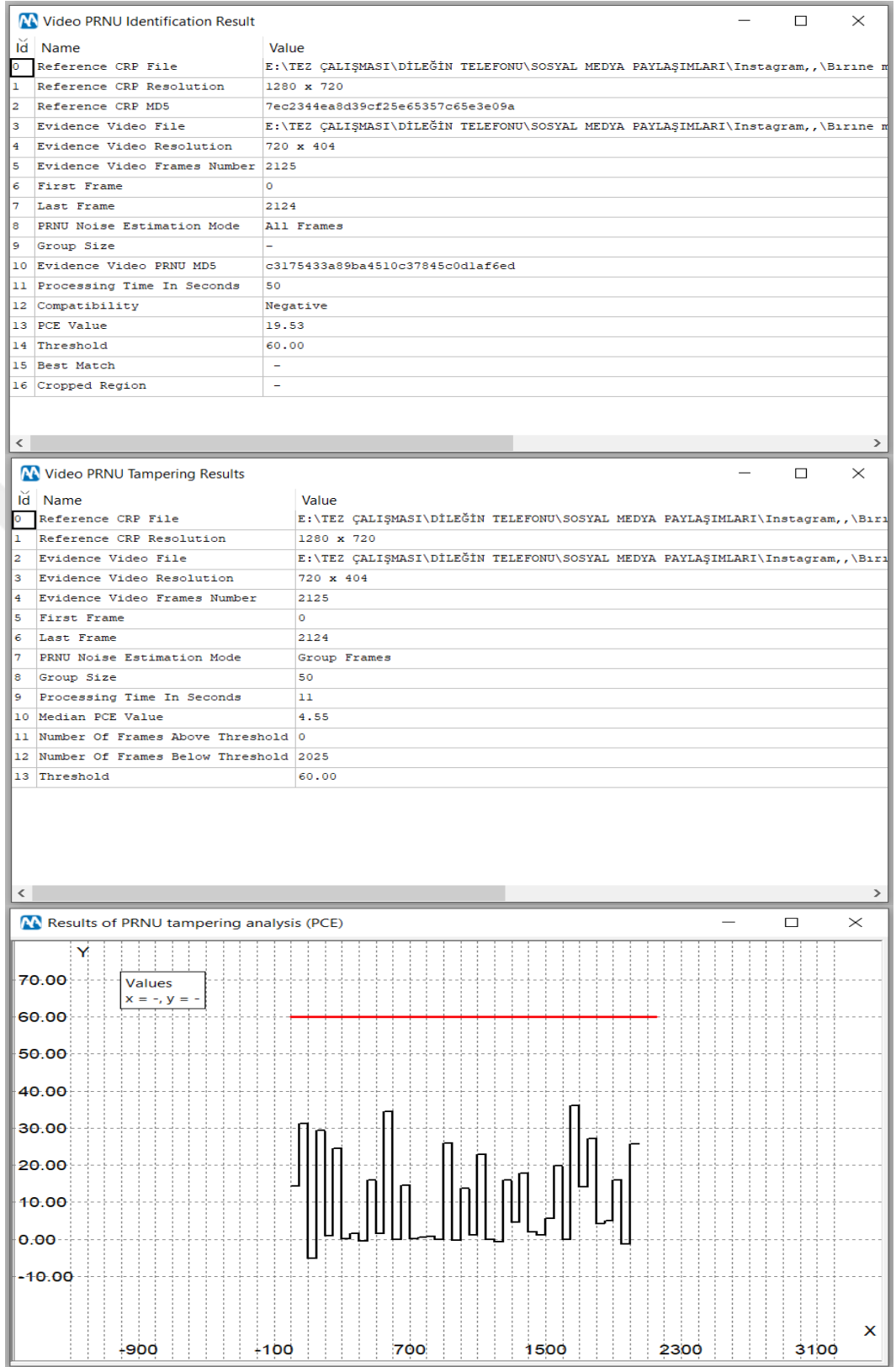
Yapılan mukayese neticesinde; Whatsapp uygulamasında paylaşılan kanıt videosu ile orijinal referans video modelinin mukayesesinde kaynak analizi uygunluk sonucu “Pozitif” sonuçlanarak, referans video çözünürlüğü ile kanıt video çözünürlüğünün birbirinden farklı olmasından dolayı “Resized” uyarısını verdiği görülmüştür. Dolayısıyla kanıt videosunun Whatsapp uygulamasıyla mesaj olarak paylaşılmasının PRNU analizini olumsuz yönde etkilemediğini göstermektedir. Ancak 2784 olan kare sayısının 60 eşliğinin altında kalan 1184 karesinin sadece tabloda yer aldığı geriye kalan 1184 karenin tabloda yer almadığı görülmüştür.

Daha sonra Whatsapp’ta paylaşılan referans videosu ile paylaşılan kanıt videosu mukayese edilmiş ve “Negatif” sonuçlanmıştır. Yani mukayese yapılacak olan referans videosunun Whatsappta paylaşılıp referans video olarak mukayese edilmesi kaynak analizi uygunluk sonucunu olumsuz yönde etkilediği görülmüştür.

Sonuç olarak, Samsung Galaxy M31 model cep telefonu kamerası için, daha önce kaynak analizi sonucu “Pozitif” olarak sonuçlanan bu görüntülerin instagramda mesaj ve reels paylaşım yapılmasının kaynak analizi sonucunu “Negatif” yönde etkilediği ancak whatsappta kanıt videosunun mesaj olarak paylaşılmasının kaynak analizi sonucunu, PRNU’yu olumsuz yönde etkilemediği yine “Pozitif” sonuçlandığı görülmüştür.

Ayrıca whatsappda mesaj olarak paylaşılan kanıt videosunun paylaşılmadan önceki PCE değeri 31835.59 iken, paylaşıldıktan sonraki değeri 96.01 olarak düşmüştür. Instagramda mesaj olarak paylaşılan kanıt videosunun paylaşılmadan önceki PCE değeri 7753.69 iken, paylaşıldıktan sonraki değeri 19.53 olarak düşmüştür. Instagramda reels olarak paylaşılan kanıt videosunun paylaşılmadan önceki PCE değeri 9714.07 iken, paylaşıldıktan sonraki değeri 1.37 olarak düşmüştür.

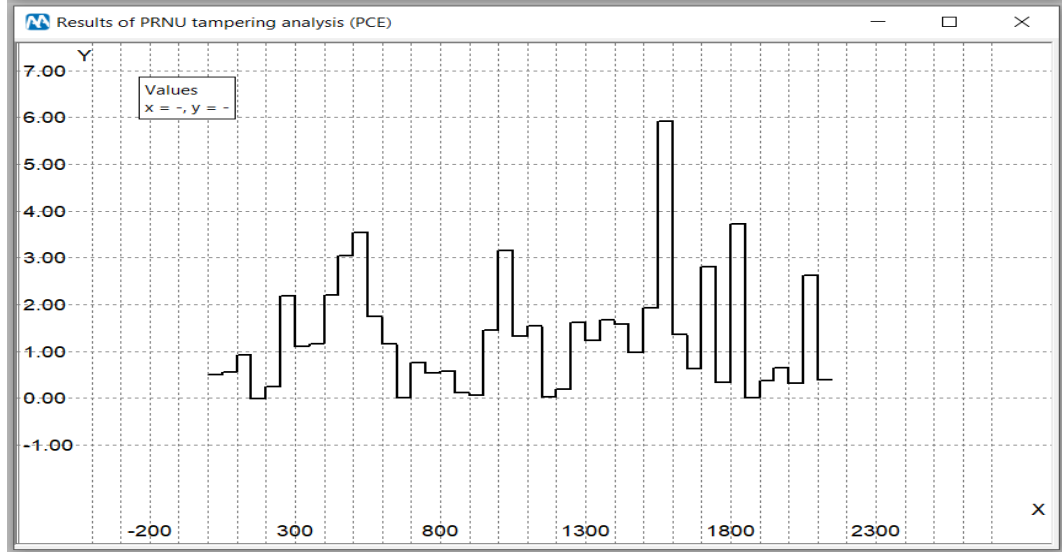
Instagramda reels olarak paylaşılan kanıt videosunun paylaşım öncesi kare sayısı, 2581 kare iken, paylaşım sonrasında 2577 kare olarak düşüş göstermiştir. Mesaj olarak paylaşılan kanıt videosunun ise kare sayısında paylaşım öncesi ve sonrasında bir değişiklik olmamıştır. Analiz sonuçları Şekil-3.85.- Şekil-3.92.’de gösterilmiştir.



Şekil-3.85. Instagramda mesaj olarak paylaşılan kanıt videosu ile referans videosunun kaynak analizi mukayesesine yönelik analiz sonuçları.

Id	Name	Value
0	Reference CRP File	E:\TEZ ÇALIŞMASI\DİLEĞİN TELEFONU\SOSYAL MEDYA PAYLAŞIMLARI\Instagram,,\Birine m
1	Reference CRP Resolution	720 x 404
2	Reference CRP MD5	129a61b308b8778ea7faad474916e7a8
3	Evidence Video File	E:\TEZ ÇALIŞMASI\DİLEĞİN TELEFONU\SOSYAL MEDYA PAYLAŞIMLARI\Instagram,,\Birine m
4	Evidence Video Resolution	720 x 404
5	Evidence Video Frames Number	2125
6	First Frame	0
7	Last Frame	2124
8	PRNU Noise Estimation Mode	All Frames
9	Group Size	-
10	Evidence Video PRNU MD5	c3175433a89ba4510c37845c0d1af6ed
11	Processing Time In Seconds	50
12	Compatibility	Negative
13	PCE Value	1.48
14	Threshold	60.00
15	Best Match	-
16	Cropped Region	-

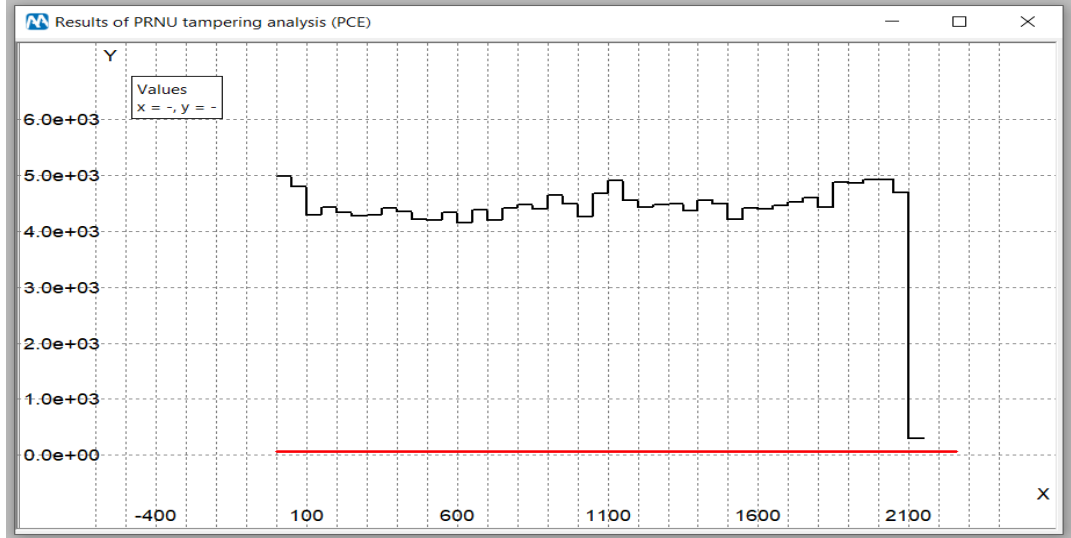
Id	Name	Value
0	Reference CRP File	E:\TEZ ÇALIŞMASI\DİLEĞİN TELEFONU\SOSYAL MEDYA PAYLAŞIMLARI\Instagram,,\Birine m
1	Reference CRP Resolution	720 x 404
2	Evidence Video File	E:\TEZ ÇALIŞMASI\DİLEĞİN TELEFONU\SOSYAL MEDYA PAYLAŞIMLARI\Instagram,,\Birine m
3	Evidence Video Resolution	720 x 404
4	Evidence Video Frames Number	2125
5	First Frame	0
6	Last Frame	2124
7	PRNU Noise Estimation Mode	Group Frames
8	Group Size	50
9	Processing Time In Seconds	15
10	Median PCE Value	1.11
11	Number Of Frames Above Threshold	0
12	Number Of Frames Below Threshold	2125
13	Threshold	60.00



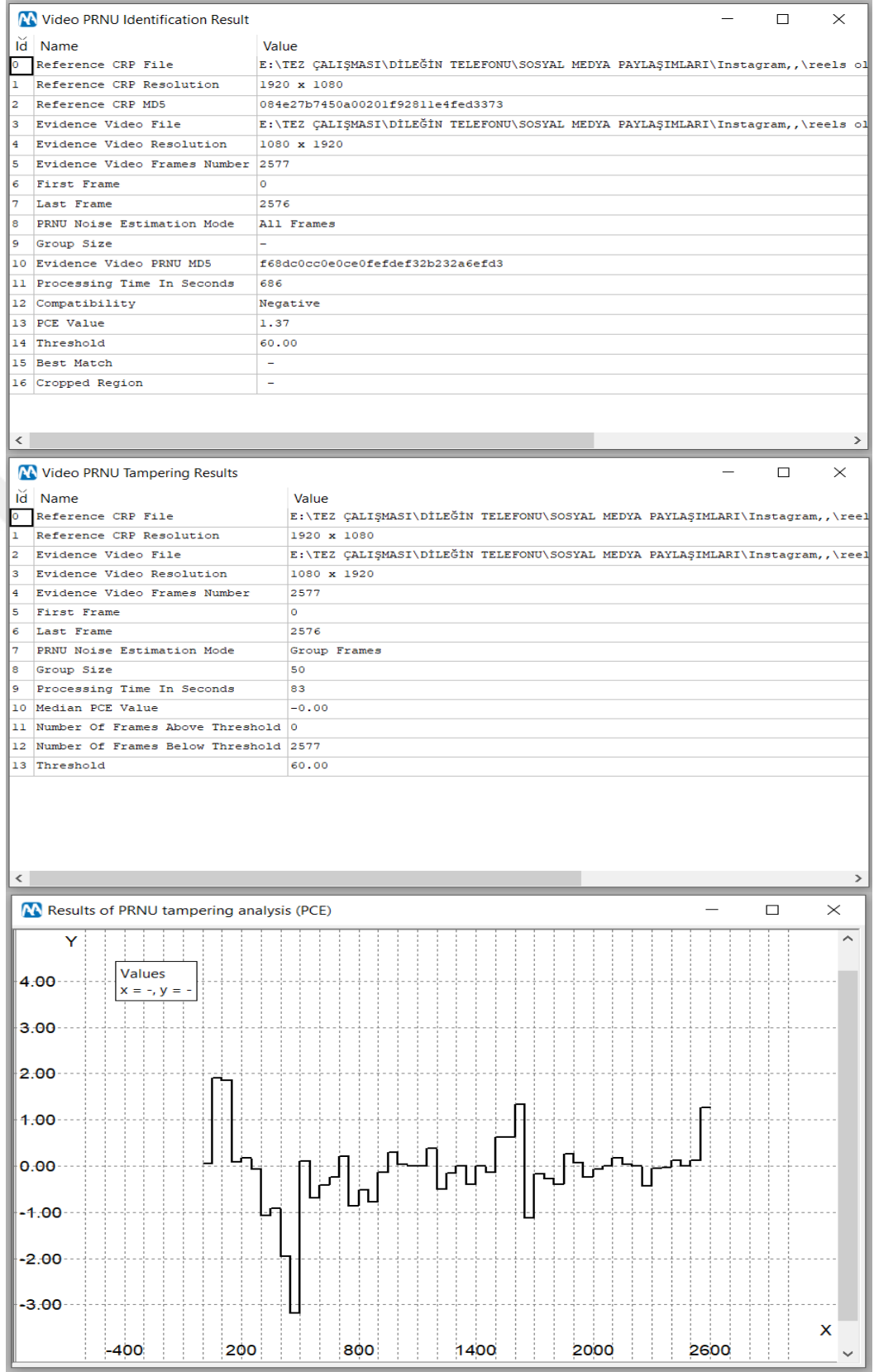
Şekil-3.86. Instagramda mesaj olarak paylaşılan kanıt ve referans videosunun kaynak analizi mukayesesine yönelik analiz sonuçları.

Video PRNU Identification Result		
Id	Name	Value
0	Reference CRP File	E:\TEZ ÇALIŞMASI\DİLEĞİN TELEFONU\ETKİLEYEN FAKTÖRLER\TRİPODLA ÇEKİLENLER +\diş
1	Reference CRP Resolution	1280 x 720
2	Reference CRP MD5	7ec2344ea8d39cf25e65357c65e3e09a
3	Evidence Video File	E:\TEZ ÇALIŞMASI\DİLEĞİN TELEFONU\ETKİLEYEN FAKTÖRLER\TRİPODLA ÇEKİLENLER +\diş
4	Evidence Video Resolution	1280 x 720
5	Evidence Video Frames Number	2126
6	First Frame	0
7	Last Frame	2125
8	PRNU Noise Estimation Mode	All Frames
9	Group Size	-
10	Evidence Video PRNU MD5	f0e30d6bbcc2a71030a7624ae0ed0d9c
11	Processing Time In Seconds	213
12	Compatibility	Positive
13	PCE Value	7753.69
14	Threshold	60.00
15	Best Match	No transformation
16	Cropped Region	None

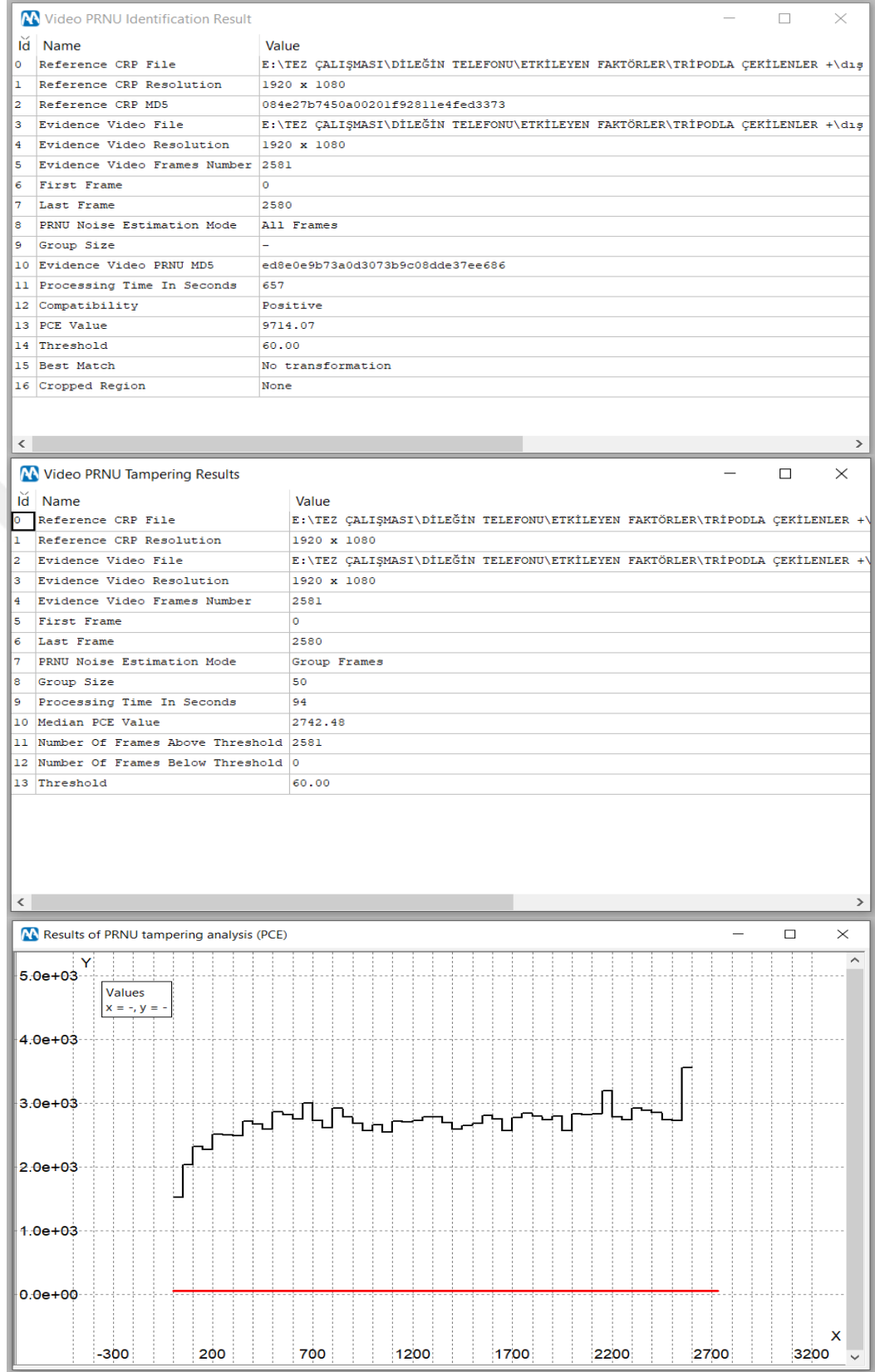
Video PRNU Tampering Results		
Id	Name	Value
0	Reference CRP File	E:\TEZ ÇALIŞMASI\DİLEĞİN TELEFONU\ETKİLEYEN FAKTÖRLER\TRİPODLA ÇEKİLENLER +\
1	Reference CRP Resolution	1280 x 720
2	Evidence Video File	E:\TEZ ÇALIŞMASI\DİLEĞİN TELEFONU\ETKİLEYEN FAKTÖRLER\TRİPODLA ÇEKİLENLER +\
3	Evidence Video Resolution	1280 x 720
4	Evidence Video Frames Number	2126
5	First Frame	0
6	Last Frame	2125
7	PRNU Noise Estimation Mode	Group Frames
8	Group Size	50
9	Processing Time In Seconds	35
10	Median PCE Value	4435.09
11	Number Of Frames Above Threshold	2126
12	Number Of Frames Below Threshold	0
13	Threshold	60.00



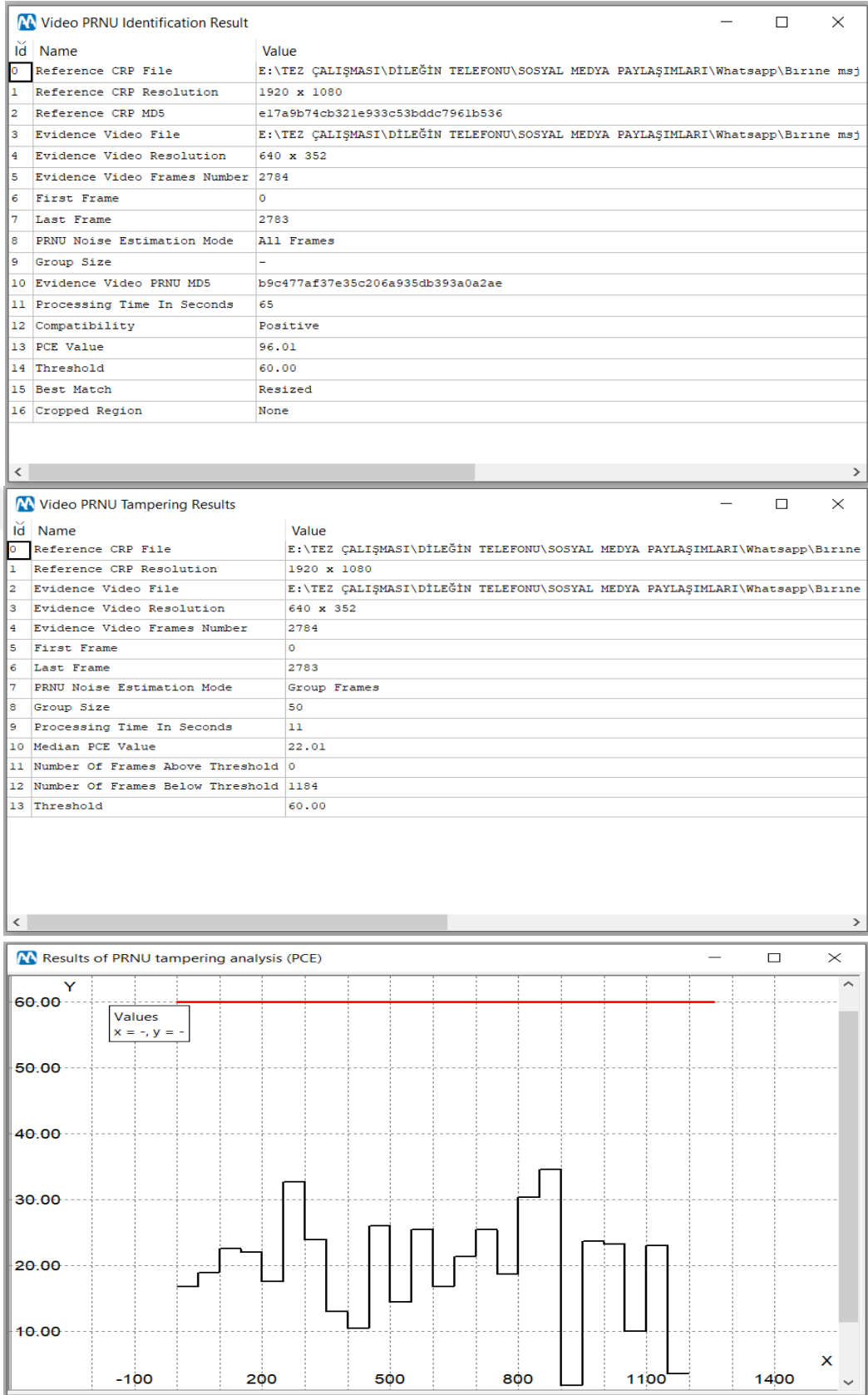
Şekil-3.87. Instagramda mesaj olarak paylaşılan kanıt videosunun paylaşım öncesi kaynak analizi mukayesesine yönelik analiz sonuçları.



Şekil-3.88. Instagramda reels olarak paylaşılan kanıt videosu ile referans videosunun kaynak analizi mukayesesine yönelik analiz sonuçları.



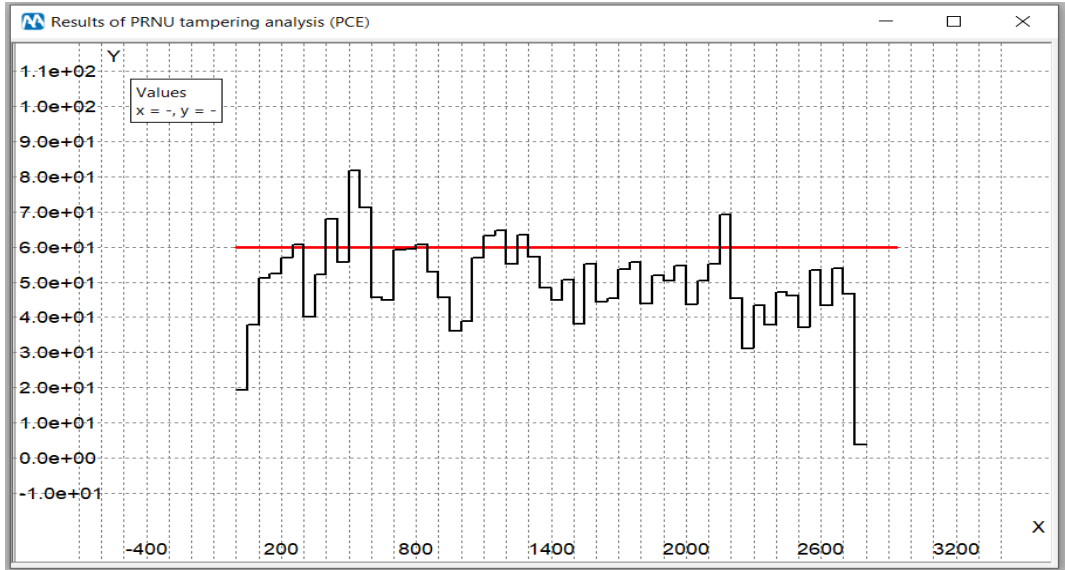
Şekil-3.89. Instagramda reels olarak paylaşılan kanıt videosunun paylaşım öncesi kaynak analizi mukayesesine yönelik analiz sonuçları.



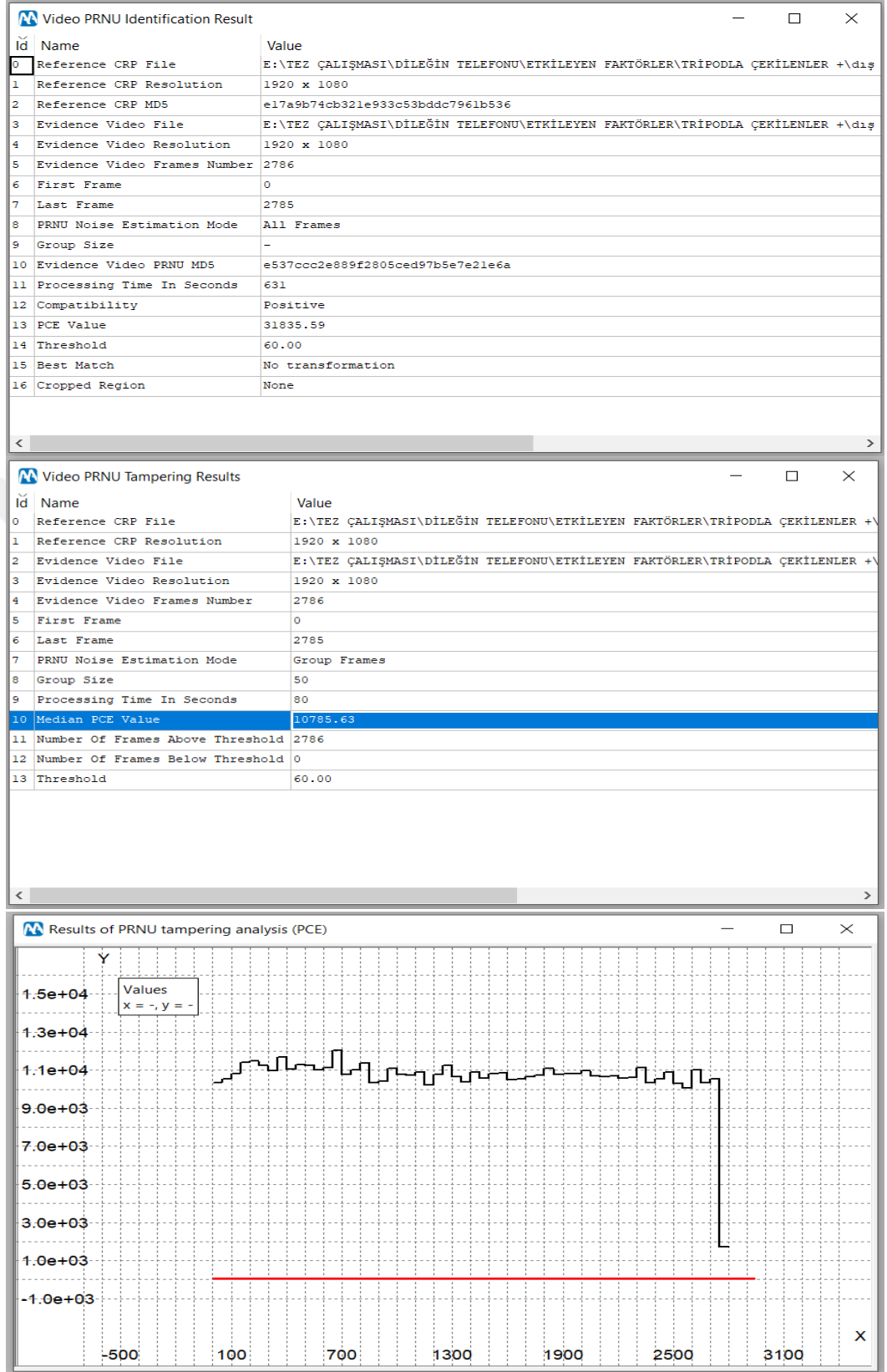
Şekil-3.90. Whatsapta mesaj olarak paylaşılan kanıt videosu ile referans videonun kaynak analizi mukayesesine yönelik analiz sonuçları.

Id	Name	Value
0	Reference CRP File	E:\TEZ ÇALIŞMASI\DİLEĞİN TELEFONU\SOSYAL MEDYA PAYLAŞIMLARI\Whatsapp\Birine msj
1	Reference CRP Resolution	640 x 352
2	Reference CRP MD5	ebaf35fde6bfa86a3c1b36a8b971204b
3	Evidence Video File	E:\TEZ ÇALIŞMASI\DİLEĞİN TELEFONU\SOSYAL MEDYA PAYLAŞIMLARI\Whatsapp\Birine msj
4	Evidence Video Resolution	640 x 352
5	Evidence Video Frames Number	2784
6	First Frame	0
7	Last Frame	2783
8	PRNU Noise Estimation Mode	All Frames
9	Group Size	-
10	Evidence Video PRNU MD5	b9c477af37e35c206a935db393a0a2ae
11	Processing Time In Seconds	61
12	Compatibility	Negative
13	PCE Value	54.14
14	Threshold	60.00
15	Best Match	-
16	Cropped Region	-

Id	Name	Value
0	Reference CRP File	E:\TEZ ÇALIŞMASI\DİLEĞİN TELEFONU\SOSYAL MEDYA PAYLAŞIMLARI\Whatsapp\Birine
1	Reference CRP Resolution	640 x 352
2	Evidence Video File	E:\TEZ ÇALIŞMASI\DİLEĞİN TELEFONU\SOSYAL MEDYA PAYLAŞIMLARI\Whatsapp\Birine
3	Evidence Video Resolution	640 x 352
4	Evidence Video Frames Number	2784
5	First Frame	0
6	Last Frame	2783
7	PRNU Noise Estimation Mode	Group Frames
8	Group Size	50
9	Processing Time In Seconds	10
10	Median PCE Value	51.10
11	Number Of Frames Above Threshold	434
12	Number Of Frames Below Threshold	2350
13	Threshold	60.00



Şekil-3.91. Whatsapta mesaj olarak paylaşılan kanıt ve referans videonun kaynak analizi mukayesesine yönelik analiz sonuçları.



Şekil-3.92. Whatsapta mesaj olarak paylaşılan kanıt videosunun paylaşım öncesi kaynak analizi mukayesesine yönelik analiz sonuçları.

- Xiaomi marka Redmi Note 8 Model cep telefonu ile;

- Dış ortamda, akşam koşullarında, kamera yatay çekim konumunda, 1920x1080 çözünürlüğünde daha önce çekim yapılan ve video kaynak analizi “Pozitif” sonuçlanan referans ve kanıt videosu, Xiaomi marka Redmi Note 8 model cep telefonundan Instagram uygulaması ile Xiaomi Redmi Note 10S telefonuna mesaj atılarak paylaşılmış ve 1920x1080 olan videonun çözünürlüğü 720x404 olarak düşmüştür. Xiaomi Redmi Note 10S model telefondan bu videolar direkt kabloyla alınarak çalışma bilgisayarına aktarılmıştır. Mesaj olarak paylaşılan referans ve kanıt videosu, orijinal, paylaşılmayan referans videosu ile mukayese edilmiştir.

Mukayese neticesinde; mesaj olarak paylaşılan kanıt videosu ile orijinal referans videosunun kaynak analizi sonucu “Negatif” sonuçlanmıştır. Ayrıca toplam 2266 kare sayısının 916 karesinin 60 eşiğinin altında kalarak tabloda yer aldığı, geriye kalan 1350 karenin tabloda yer almadığı görülmüştür. Mesaj olarak paylaşılan kanıt videosu ile paylaşılan referans videosunun kaynak analizi sonucu “Negatif” sonuçlanmış ve toplam kare sayısının tamamı 60 eşiğinin altında kalarak tabloda yer aldığı görülmüştür.

- Sonrasında dış ortamda, akşam koşullarında, kamera yatay çekim konumunda, 1920x1080 çözünürlüğünde, Xiaomi marka Redmi Note 8 model cep telefonundan instagram hesabından reels olarak paylaşılmış ve 1920x1080 olan videonun çözünürlüğü 720x1280 olarak düşmüştür. Paylaşılan reels videosu direkt çalışma bilgisayarına kopyalanmıştır. Paylaşılan bu videonun kaynak analizi mukayese sonucu “Negatif” sonuçlanarak, tabloda videonun tüm karelerinin 60 eşiğinin altında kaldığı görülmüştür.

- Daha sonra dış ortamda, akşam koşullarında, kamera yatay çekim konumunda, 1920x1080 çözünürlüğünde çekimi yapılan ve kaynak analizi uygunluk sonucu “Pozitif” sonuçlanan referans ve kanıt videosu Whatsapp uygulamasıyla, Xiaomi marka Redmi Note 8 model cep telefonundan, Xiaomi marka Redmi Note 10S model cep telefonuna mesaj olarak gönderilmiş ve 1920x1080 olan videonun çözünürlüğü 640x352 olarak düşmüştür. Gönderilen video Xiaomi marka Redmi Note 10S model cep telefonundan kabloyla direkt çalışma bilgisayarına kopyalanmıştır.

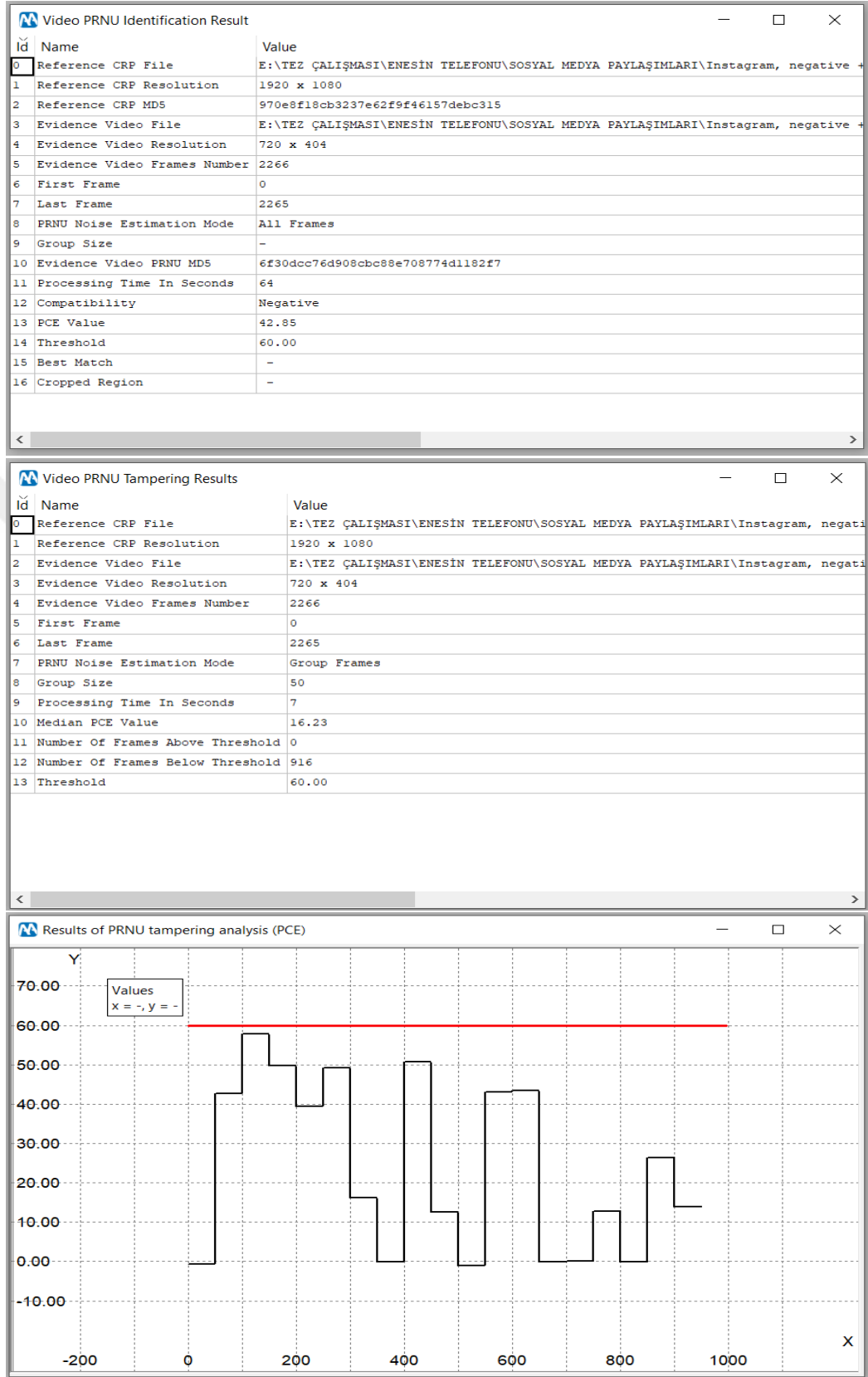
Mesaj olarak paylaşılan kanıt videosu ile orijinal referans videosunun kaynak analizi sonucu “Pozitif” sonuçlanmıştır. Ayrıca Whatsappta paylaşıldıktan sonra çözünürlüğü düşen kanıt videosunun Amped Authenticate analizinde “Resized” uyarısını verdiği görülmüştür. Mesaj olarak paylaşılan kanıt videosu ile paylaşılan referans videosunun kaynak analizi sonucu da “Pozitif” sonuçlanmıştır.

Sonuç olarak, Instagramda paylaşılmadan önce kaynak analizi uygunluk sonucu “Pozitif” olan videonun instagramda mesaj ve reels olarak paylaşılmasının ardından “Negatif” sonuçlandığı, Whatsappta paylaşılmadan önce kaynak analizi uygunluk sonucu “Pozitif” olan videonun ise whatsappda mesaj olarak paylaşılmasının ardından yine “Pozitif” sonuçlandığı görülmüştür. Dolayısıyla bu kamera sensörü için instagramda paylaşılmalarının kaynak analizi uygunluk sonucunu “Negatif” yönde etkilediği, whatsappda paylaşılmalarının ise kaynak analizi uygunluk sonucunu “Negatif” yönde etkilemediği gözlemlenmiştir.

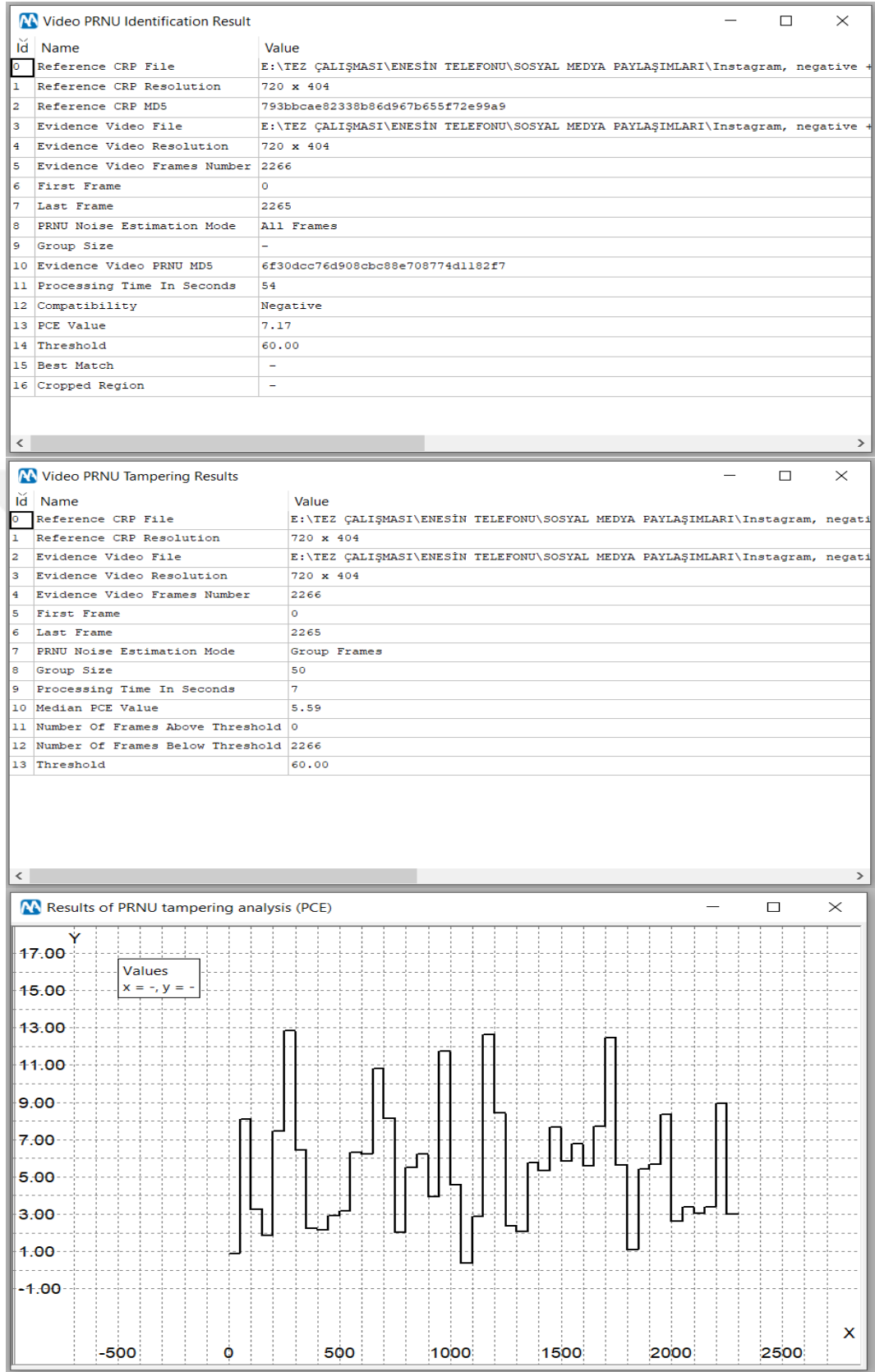
Whatsappta mesaj olarak paylaşılan kanıt videosunun paylaşılmadan önceki PCE değeri 167610.81 iken, paylaşıldıktan sonraki değeri 40772.45 olarak düşmüştür. Instagramda mesaj olarak paylaşılan kanıt videosunun paylaşılmadan önceki PCE değeri 167610.81 iken, paylaşıldıktan sonraki değeri 42.85 olarak düşmüştür. Instagramda reels olarak paylaşılan kanıt videosunun paylaşılmadan önceki PCE değeri 167610.81 iken, paylaşıldıktan sonraki değeri -0.13 olarak düşmüştür.

Ayrıca Whatsappta mesaj olarak paylaşılan 1920x1080 çözünürlüğündeki kanıt videosunun paylaşılmadan önceki kare sayısı 2287 iken, paylaşım sonrasında 640x352’ye düşen videonun kare sayısının 2295 olarak değiştiği gözlemlenmiştir.

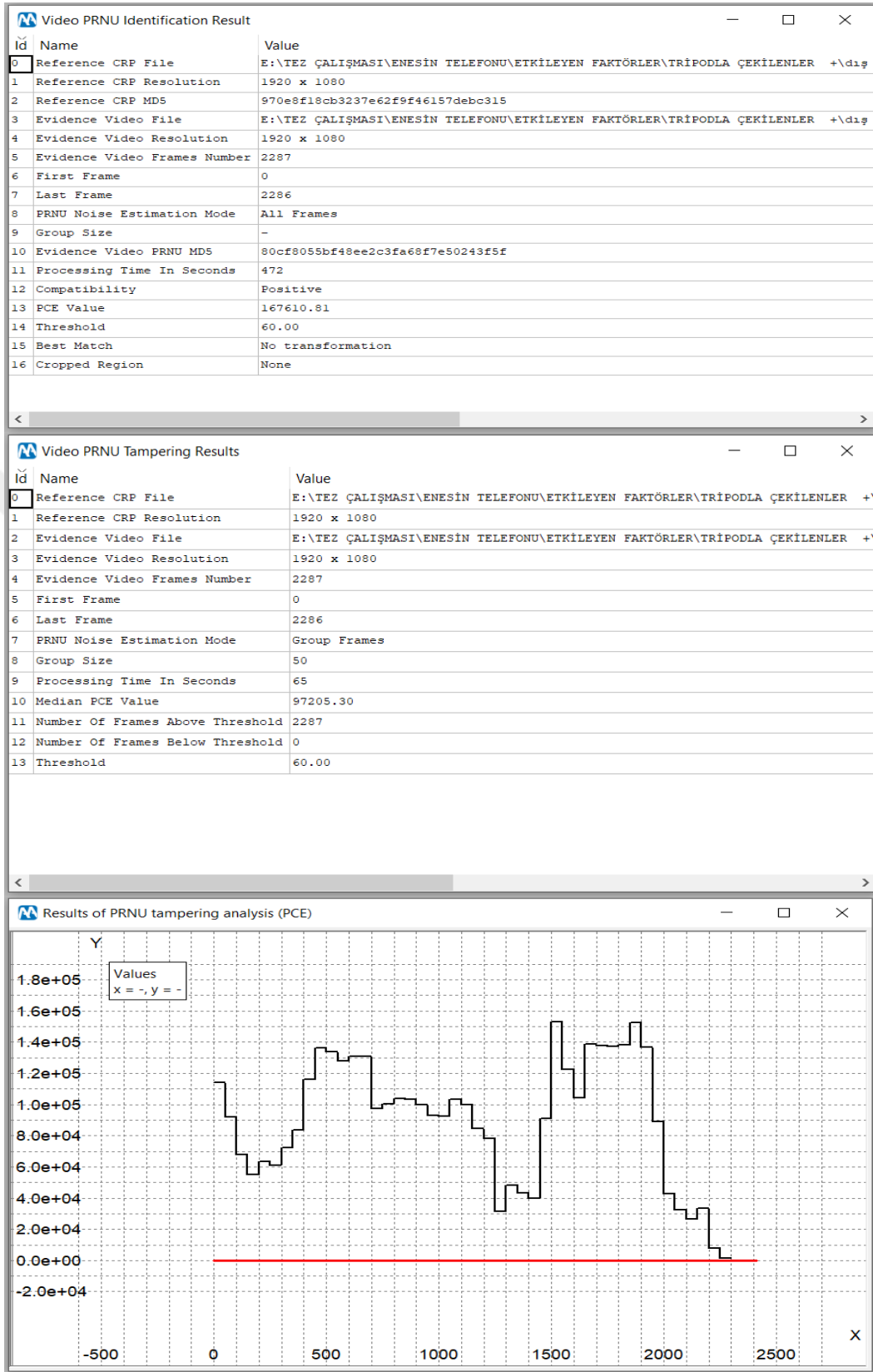
Instagramda reels olarak paylaşılan bu videonun paylaşım öncesi kare sayısı 2287 iken, paylaşım sonrasında 2262 kareye düştüğü görülmüştür. Instagramda mesaj olarak paylaşılan videonun paylaşım öncesi kare sayısı 2287 iken, paylaşım sonrasında 2266 kareye düştüğü görülmüştür. Analiz sonuçları Şekil-3.93.- Şekil-3.100.’de gösterilmiştir.



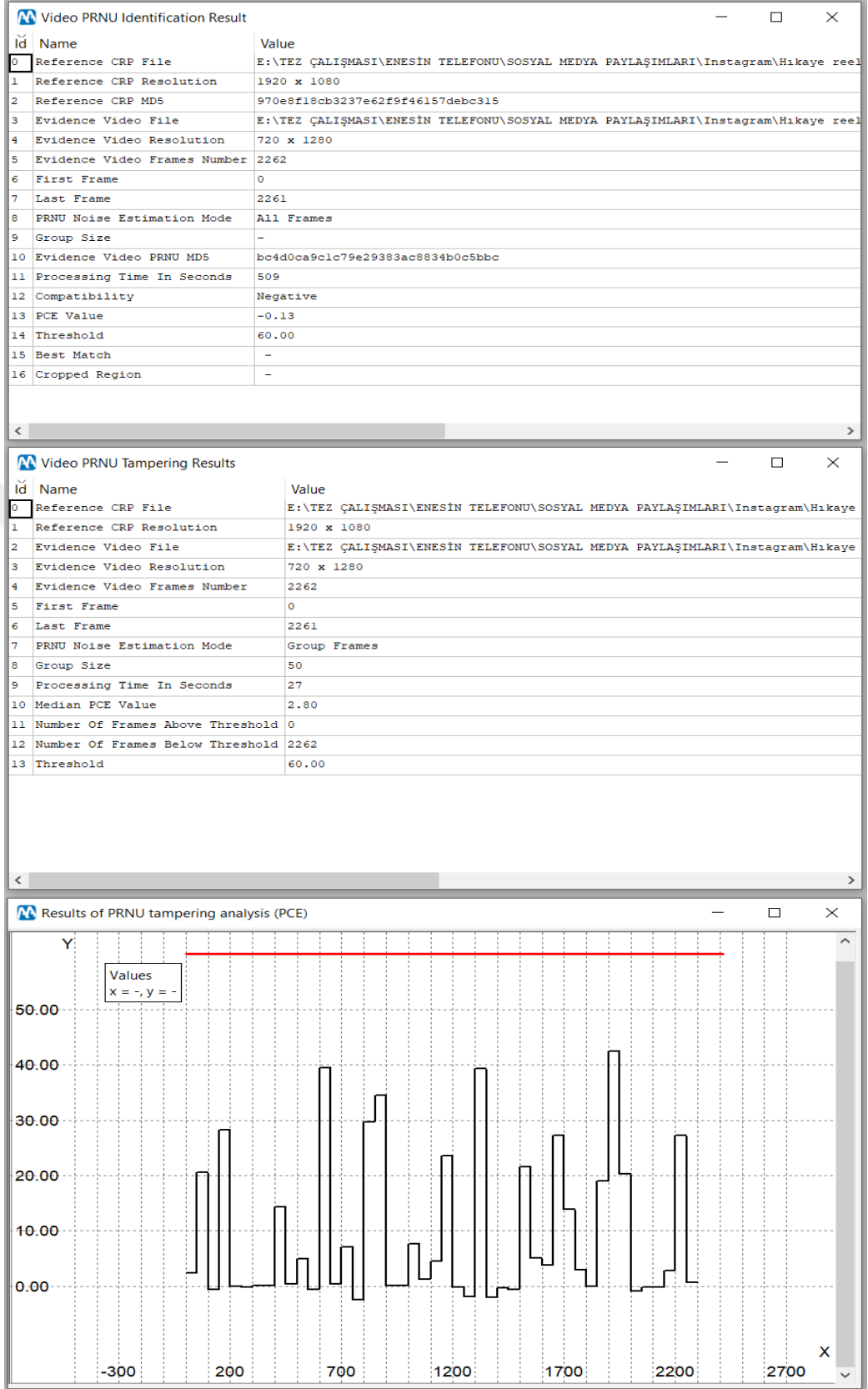
Şekil-3.93. Instagramda mesaj olarak paylaşılan kanıt videosu ile referans videosunun kaynak analizi mukayesesine yönelik analiz sonuçları.



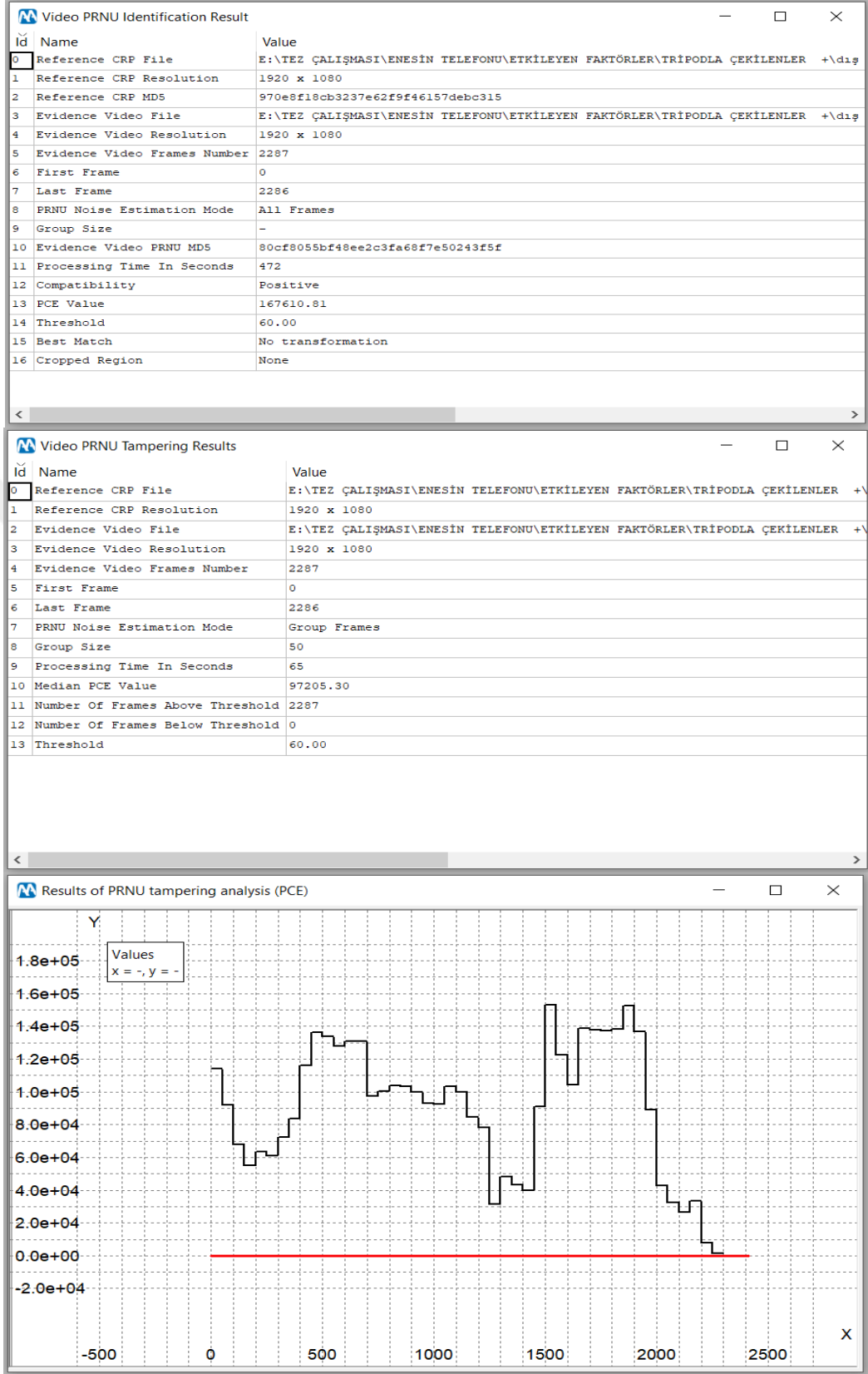
Şekil-3.94. Instagramda mesaj olarak paylaşılan kanıt ve referans videosunun kaynak analizi mukayesesine yönelik analiz sonuçları.



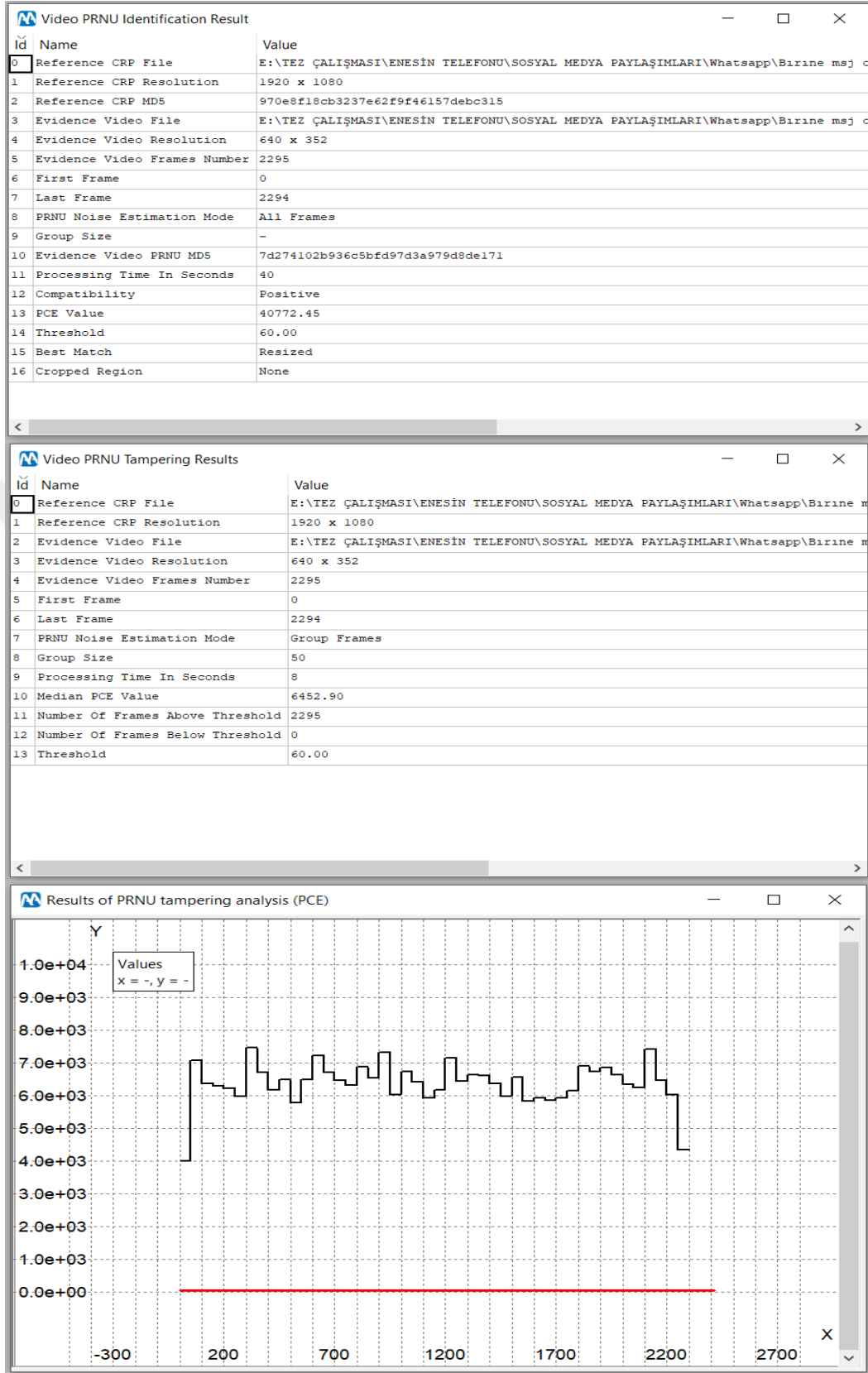
Şekil-3.95. Instagramda mesaj olarak paylaşılan kanıt videosunun paylaşım öncesi kaynak analizi mukayesesine yönelik analiz sonuçları.



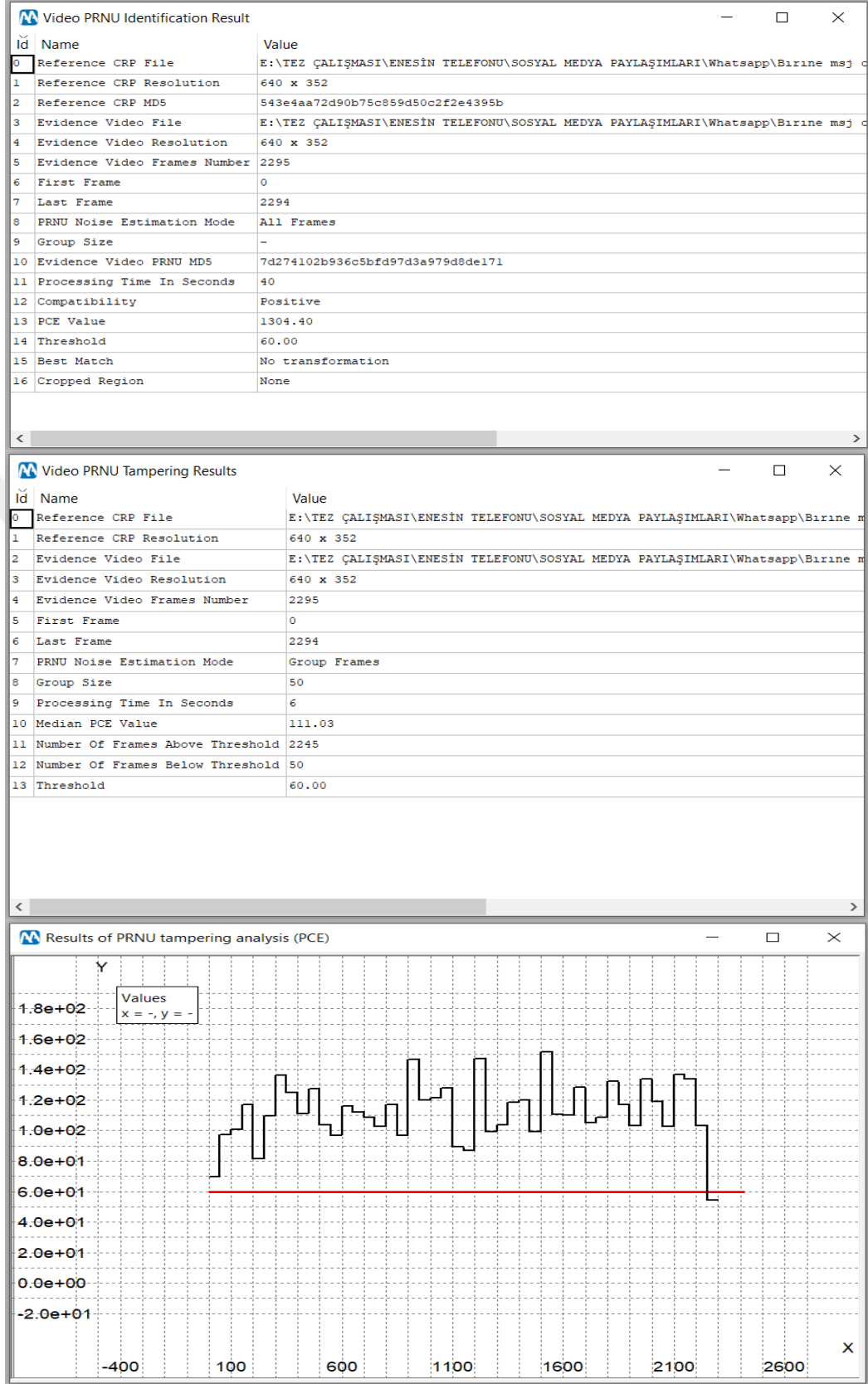
Şekil-3.96. Instagramda reels olarak paylaşılan kanıt videosu ile referans videonun kaynak analizi mukayesesine yönelik analiz sonuçları.



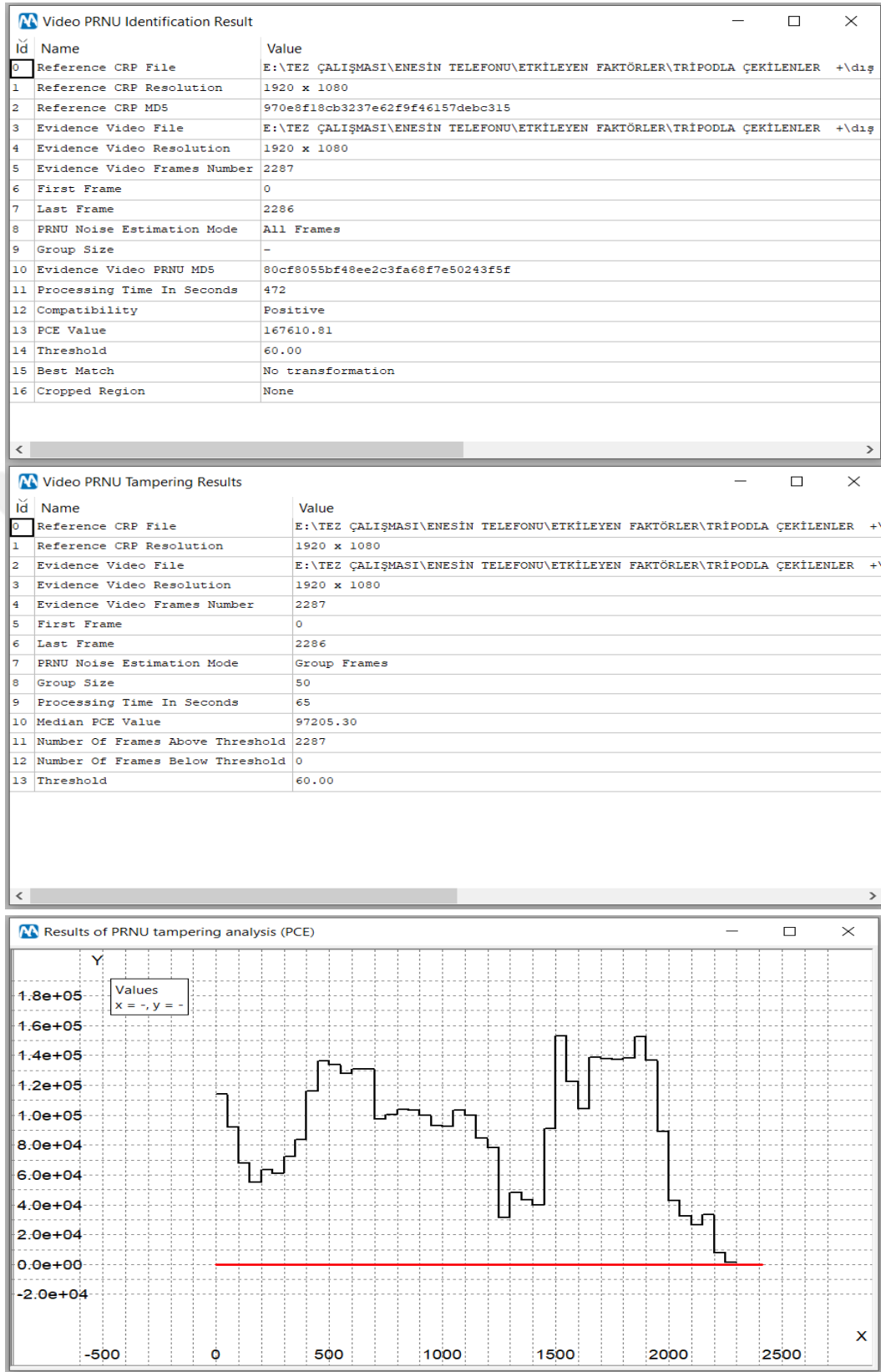
Şekil-3.97. Instagramda reels olarak paylaşılan kanıt videosunun paylaşım öncesi kaynak analizi mukayesesine yönelik analiz sonuçları.



Şekil-3.98. Whatsapta mesaj olarak paylaşılan kanıt videosu ile referans videosunun kaynak analizi mukayesesine yönelik analiz sonuçları.



Şekil-3.99. Whatsapta mesaj olarak paylaşılan kanıt ve referans videosunun kaynak analizi mukayesesine yönelik analiz sonuçları.



Şekil-3.100. Whatsappta mesaj olarak paylaşılan kanıt videosunun paylaşım öncesi kaynak analizi mukayesesine yönelik analiz sonuçları.

- Xiaomi marka Redmi Note 10S model cep telefonundan, Samsung marka J7 model cep telefonuna Whatsapptan mesaj olarak paylaşım yapıldığında;

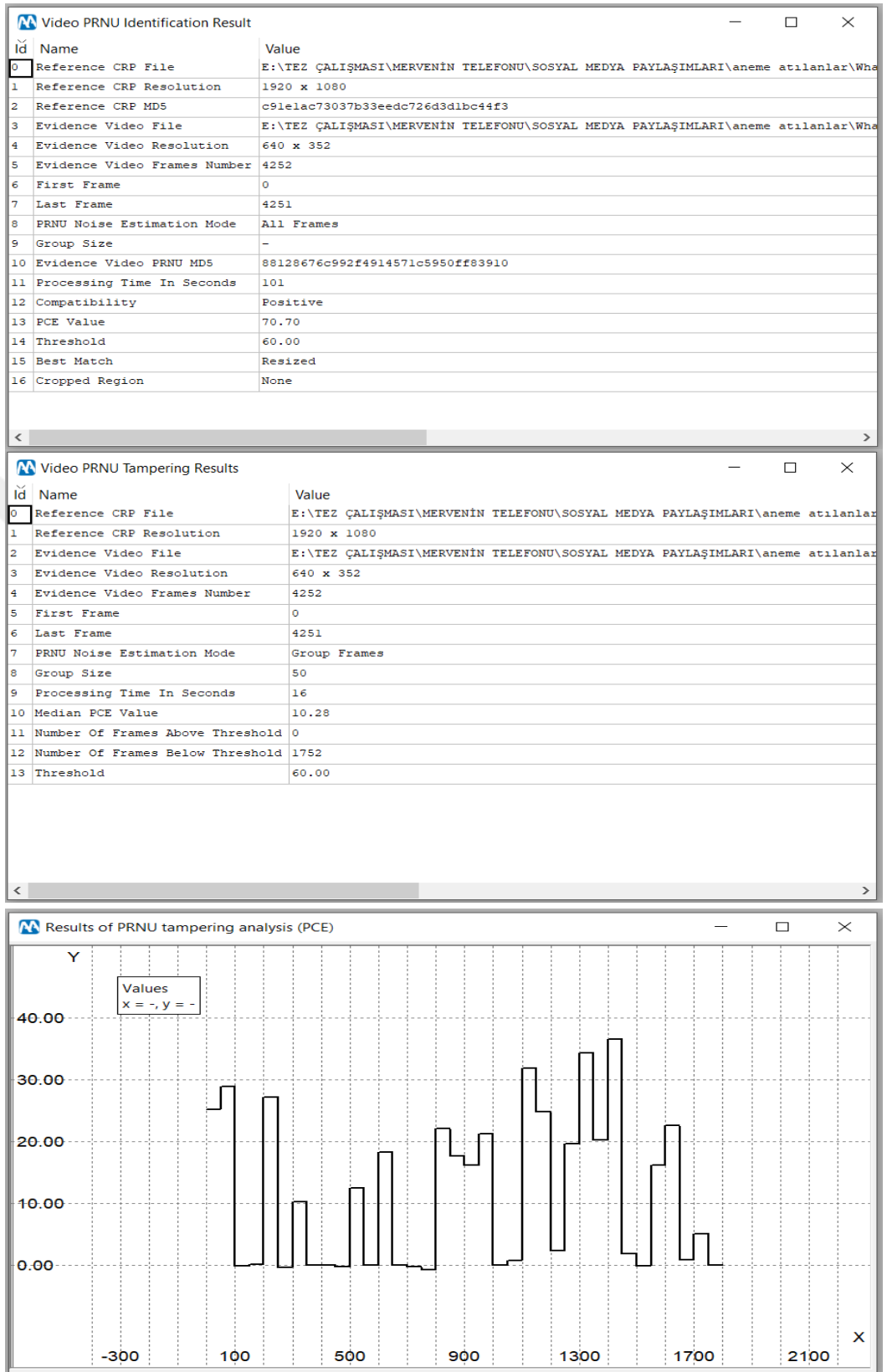
- Xiaomi marka Redmi Note 10S model cep telefonu ile dış ortamda, gündüz koşullarında, kamera yatay çekim konumunda, 1920x1080 çözünürlüğünde daha önce çekim yapılan ve video kaynak analizi pozitif olarak sonuçlanan kanıt videosu, Xiaomi marka Redmi Note 10S model cep telefonundan Whatsapp uygulaması ile Samsung J7 model cep telefonuna mesaj atılarak paylaşılmış ve 1920x1080 olan videonun çözünürlüğü 640x352 olarak düşmüştür. Samsung J7 model cep telefonundan bu videolar kablo ile direkt alınarak çalışma bilgisayarına aktarılmıştır.

Mukayese neticesinde, mesaj olarak paylaşılan kanıt videosunun kaynak analizi sonucu “Pozitif” sonuçlanmıştır. Ayrıca toplam 4252 kare sayısının 1752 karesinin 60 eşığının altında kalarak tabloda yer aldığı ancak geriye kalan 2500 karenin tabloda yer almadığı görülmüştür. Ayrıca 1920x1080 olan çözünürlüğü Whatsappta paylaşıldıktan sonra 640x352’e düşmesinden kaynaklandığı değerlendirilen “Resized” uyarısını verdiği görülmüştür.

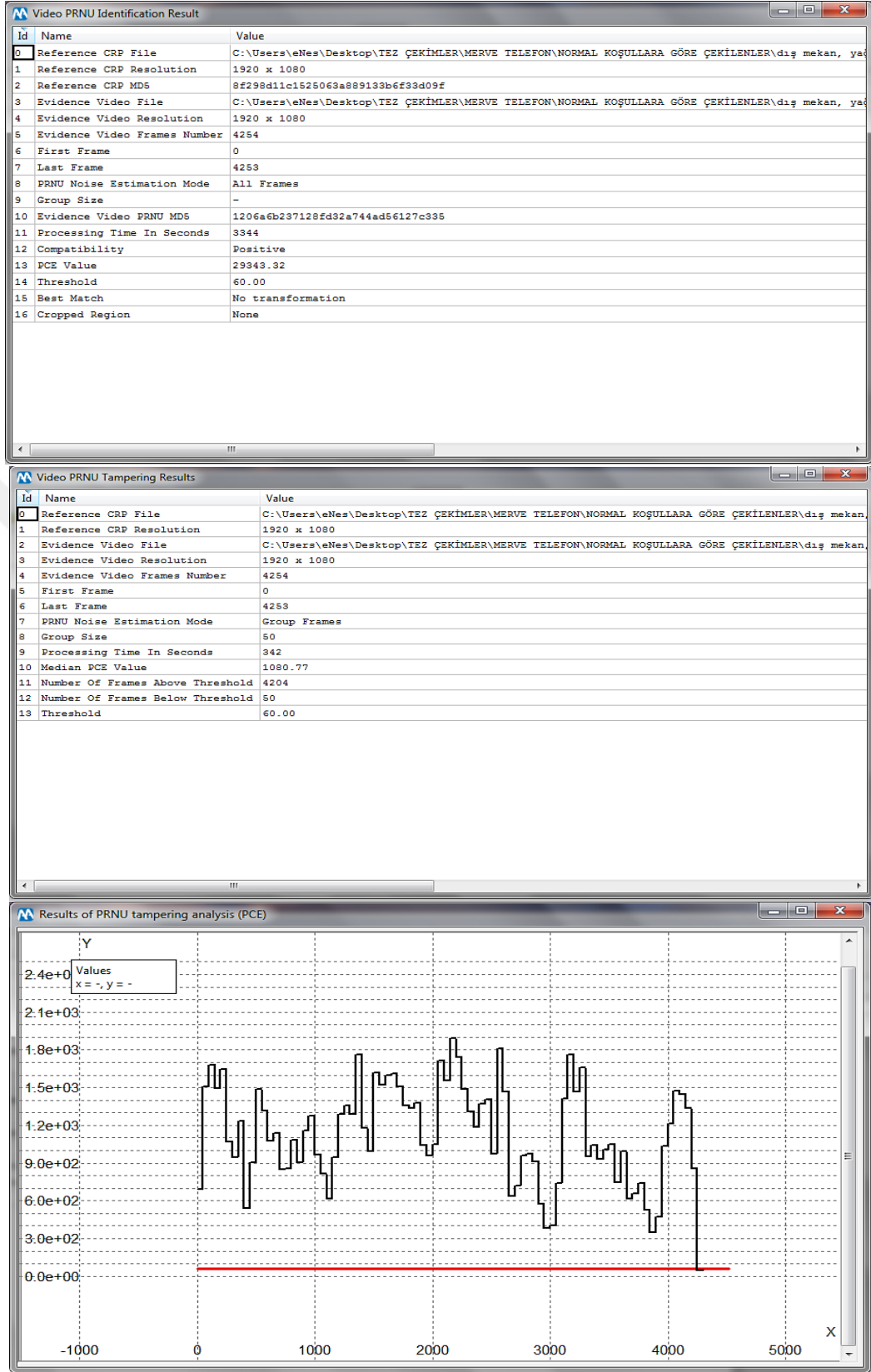
Whatsappta paylaşılmadan önce kaynak analizi uygunluk sonucu “Pozitif” olan videonun, whatsappta mesaj olarak paylaşılmasının ardından yine “Pozitif” sonuçlandığı görülmüştür. Dolayısıyla bu kamera sensörü için whatsappta paylaşılmasının kaynak analizi uygunluk sonucunu negatif yönde etkilemediği gözlemlenmiştir.

Whatsappta mesaj olarak paylaşılan kanıt videosunun paylaşılmadan önceki PCE değeri 29343.32 iken, paylaşıldıktan sonraki değeri 70.70 olarak düşmüştür. Ayrıca Whatsappta mesaj olarak paylaşılan 1920x1080 çözünürlüğündeki kanıt videosunun paylaşılmadan önceki kare sayısı 4254 iken, paylaşım sonrasında 640x352’ye düşen videonun kare sayısı 4252 olarak değiştiği gözlemlenmiştir.

Dolayısıyla Xiaomi marka Redmi Note 10S model cep telefonu için kaynak analizi “Pozitif” sonuçlanan videoların Whatsapptan Samsung J7 model cep telefonuna mesaj olarak paylaşılmasının sonucunda tekrar “Pozitif” sonuçlanmasıyla, bu sosyal medya uygulamasıyla paylaşım yapılmasının kaynak analizi uygunluk sonucunu, PRNU’yu negatif yönde etkilemediği gözlemlenmiştir. Analiz sonuçları Şekil-3.101. ve Şekil-3.102.’de gösterilmiştir.



Şekil-3.101. Whatsapta mesaj olarak paylaşılan kanıt videosu ile referans videosunun kaynak analizi mukayesesine yönelik analiz sonuçları.



Şekil-3.102. Whatsappta mesaj olarak paylaşılan kanıt videosunun paylaşım öncesi kaynak analizi mukayesesine yönelik analiz sonuçları.

- Xiaomi marka Redmi Note 10S model cep telefonundan, Xiaomi marka Redmi Note 8 model cep telefonuna Whatsaptan mesaj olarak paylaşım yapıldığında;

- Xiaomi marka Redmi Note 10S model cep telefonu ile dış ortamda, gündüz koşullarında, kamera dikey çekim konumunda, 1920x1080 çözünürlüğünde daha önce çekim yapılan ve video kaynak analizi pozitif olarak sonuçlanan kanıt videosu, Xiaomi marka Redmi Note 10S model cep telefonundan Whatsapp uygulaması ile Xiaomi marka Redmi Note 8 cep telefonuna mesaj atılarak paylaşılmış ve 1920x1080 olan videonun çözünürlüğü 640x352'ye düşmüştür. Xiaomi marka Redmi Note 8 cep telefonundan bu videolar direkt alınarak çalışma bilgisayarına aktarılmıştır.

Mukayese neticesinde, mesaj olarak paylaşılan videonun kaynak analizi sonucu “Negatif” olarak sonuçlanmıştır. Ayrıca toplam 4229 olan kare sayısının 1729 karesinin 60 eşiğinin altında kalarak tabloda yer aldığı ancak geriye kalan 2500 karenin tabloda yer almadığı görülmüştür.

Whatsapta paylaşılmadan önce kaynak analizi uygunluk sonucu “Pozitif” olan videonun whatsappta mesaj olarak paylaşılmasının ardından “Negatif” sonuçlandığı görülmüştür.

Whatsapta mesaj olarak paylaşılan kanıt videosunun paylaşılmadan önceki PCE değeri 28890.52 iken, paylaşıldıktan sonraki değeri 20.27 olarak düşmüştür. Ayrıca Whatsapta mesaj olarak paylaşılan 1920x1080 çözünürlüğündeki kanıt videosunun paylaşılmadan önceki kare sayısı 4231 iken, paylaşım sonrasında 640x352'ye düşen videonun kare sayısı 4229 olarak değiştiği gözlemlenmiştir.

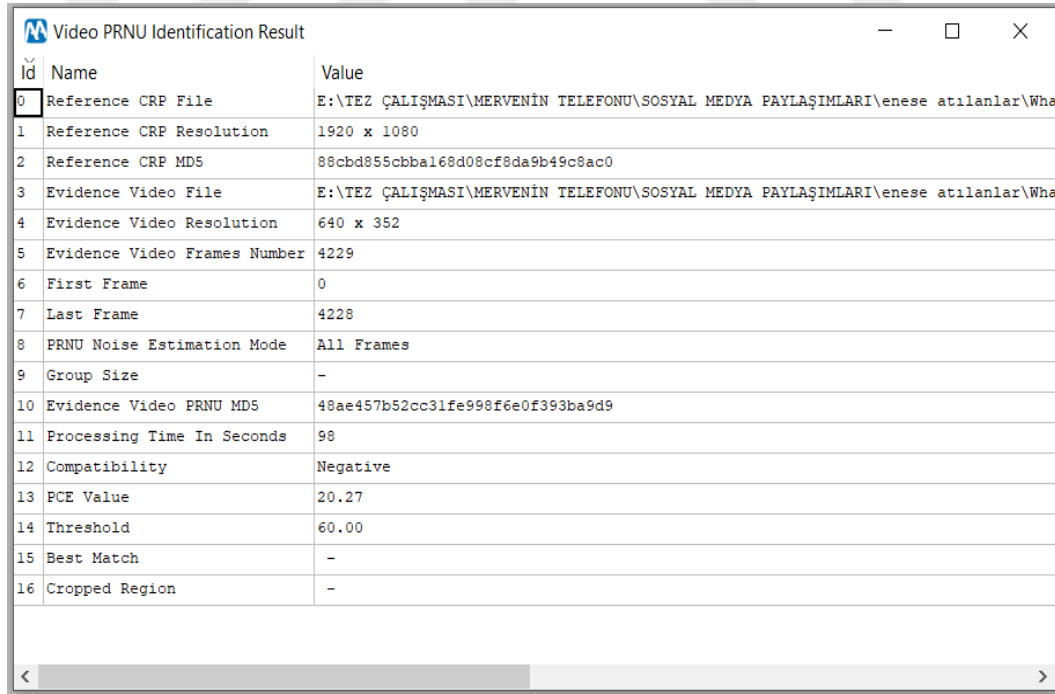
- Xiaomi marka Redmi Note 10S model cep telefonu ile iç ortamda, gündüz koşullarında, kamera yatay çekim konumunda, 1920x1080 çözünürlüğünde daha önce çekim yapılan ve video kaynak analizi pozitif olarak sonuçlanan kanıt videosu, Xiaomi marka Redmi Note 10S model cep telefonundan Whatsapp uygulaması ile Xiaomi marka Redmi Note 8 cep telefonuna mesaj atılarak paylaşılmış ve 1920x1080 olan videonun çözünürlüğü 640x352 olarak düşmüştür. Xiaomi marka Redmi Note 8 cep telefonundan bu videolar alınarak çalışma bilgisayarına aktarılmıştır.

Mukayese neticesinde, mesaj olarak paylaşılan videonun kaynak analizi sonucu “Pozitif” sonuçlanarak, toplam 2125 kare sayısının 925 karesinin 60 eşiğinin altında kalarak tabloda yer aldığı, geriye kalan 1200 karenin tabloda yer almadığı görülmüştür. Ayrıca 1920x1080 olan çözünürlüğü Whatsappta paylaşıldıktan sonra 640x352’ye düşmesinden kaynaklandığı değerlendirilen “Resized” uyarısını verdiği görülmüştür.

Whatsappta paylaşılmadan önce kaynak analizi uygunluk sonucu “Pozitif” olan videonun whatsappta mesaj olarak paylaşılmasının ardından “Pozitif” sonuçlandığı görülmüştür.

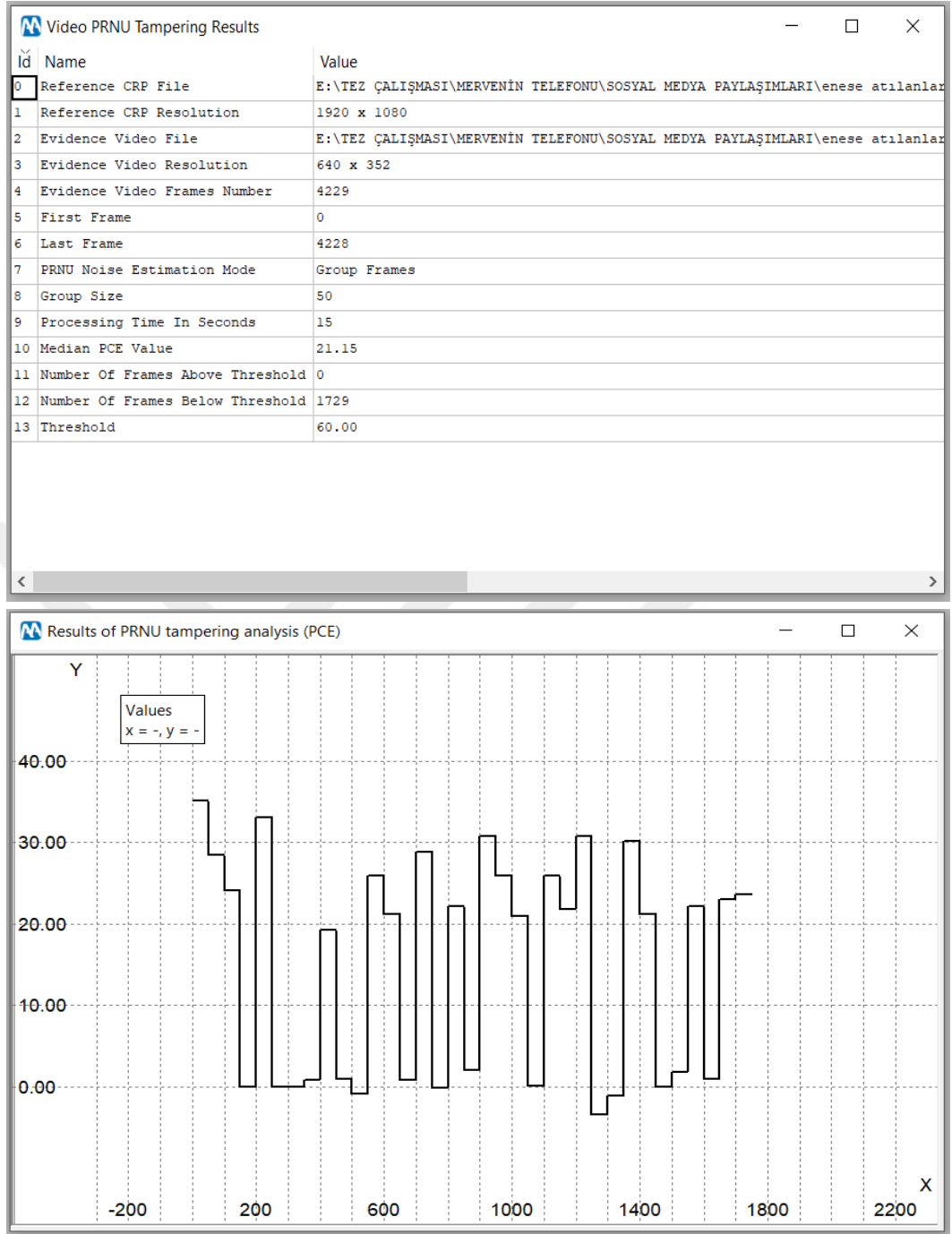
Whatsappta mesaj olarak paylaşılan kanıt videosunun paylaşılmadan önceki PCE değeri 66240.49 iken, paylaşıldıktan sonraki değeri 716.07 olarak düşmüştür. Ayrıca Whatsappta mesaj olarak paylaşılan 1920x1080 çözünürlüğündeki kanıt videosunun paylaşılmadan önceki kare sayısı 2124 iken, paylaşım sonrasında 640x352’ye düşen videonun kare sayısı 2125 olarak değiştiği gözlemlenmiştir.

Analiz sonuçları Şekil-3.103.- Şekil-3.107.’de gösterilmiştir.

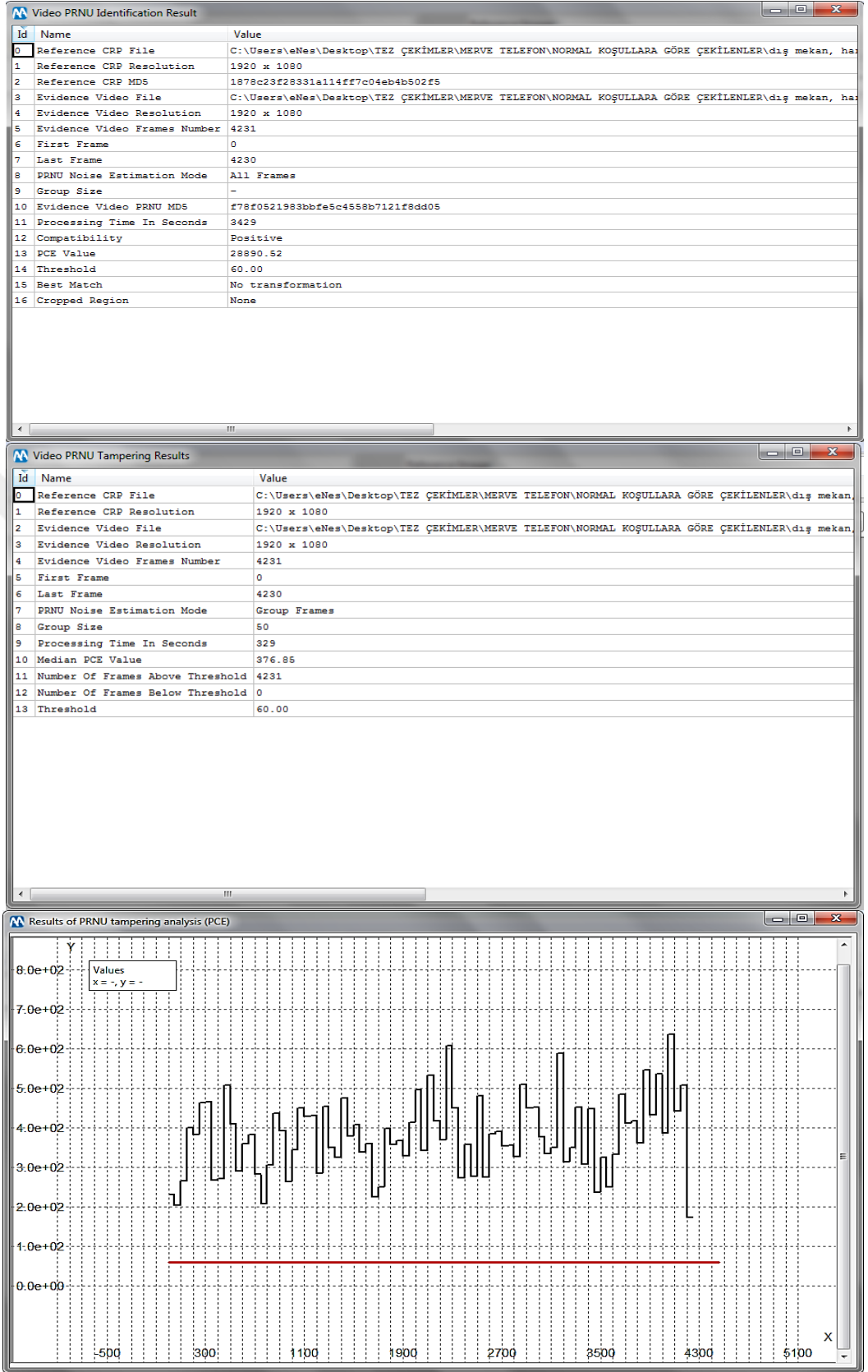


Id	Name	Value
0	Reference CRP File	E:\TEZ ÇALIŞMASI\MERVENİN TELEFONU\SOSYAL MEDYA PAYLAŞIMLARI\enese atılanlar\Whe
1	Reference CRP Resolution	1920 x 1080
2	Reference CRP MD5	88cbd855cbb168d08cf8da9b49c8ac0
3	Evidence Video File	E:\TEZ ÇALIŞMASI\MERVENİN TELEFONU\SOSYAL MEDYA PAYLAŞIMLARI\enese atılanlar\Whe
4	Evidence Video Resolution	640 x 352
5	Evidence Video Frames Number	4229
6	First Frame	0
7	Last Frame	4228
8	PRNU Noise Estimation Mode	All Frames
9	Group Size	-
10	Evidence Video PRNU MD5	48ae457b52cc31fe998f6e0f393ba9d9
11	Processing Time In Seconds	98
12	Compatibility	Negative
13	PCE Value	20.27
14	Threshold	60.00
15	Best Match	-
16	Cropped Region	-

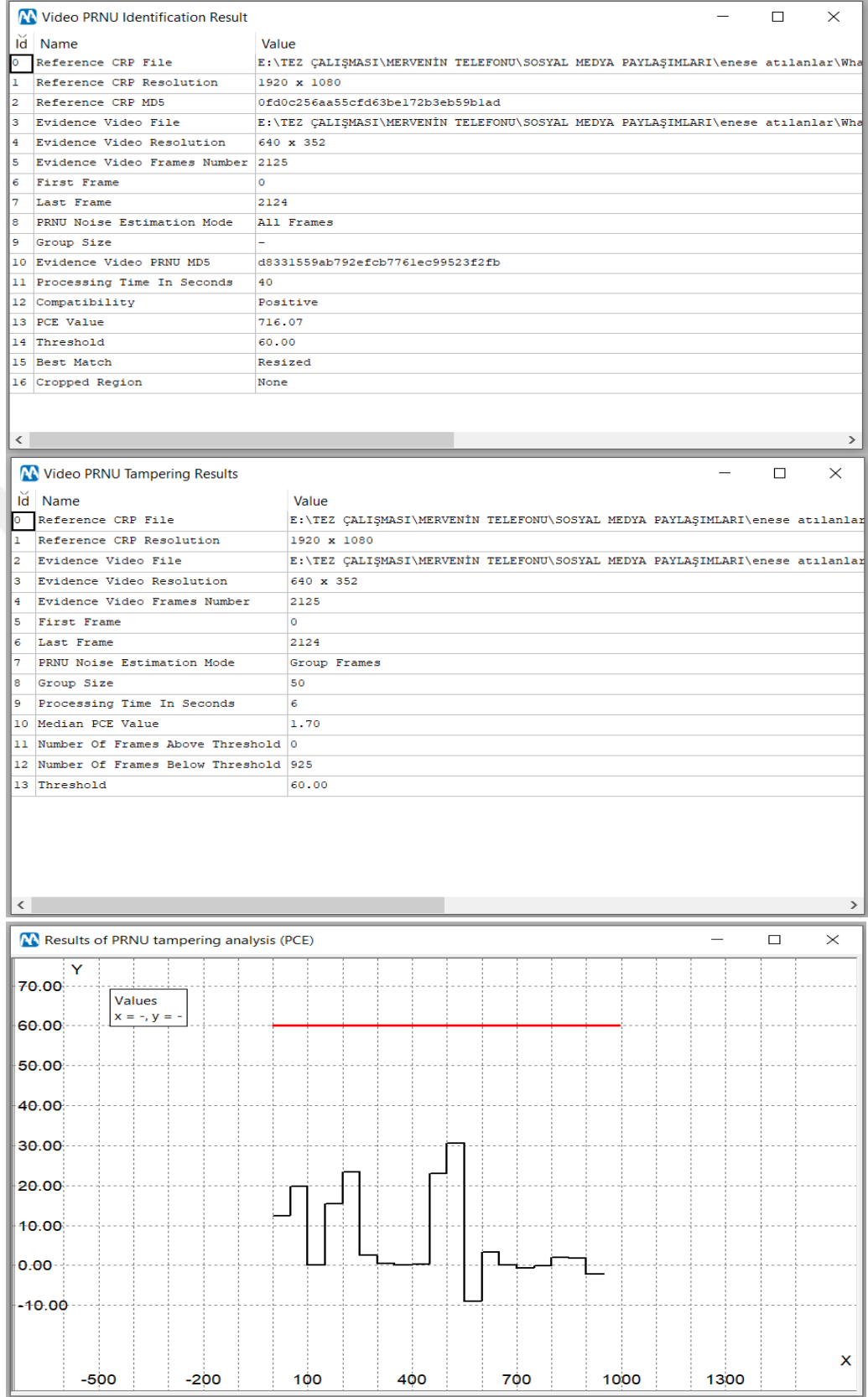
Şekil-3.103. Dış ortamda çekilen ve whatsappta mesaj olarak paylaşılan kanıt videosunun, referans videosu ile kaynak analizi mukayesesine yönelik analiz sonucu.



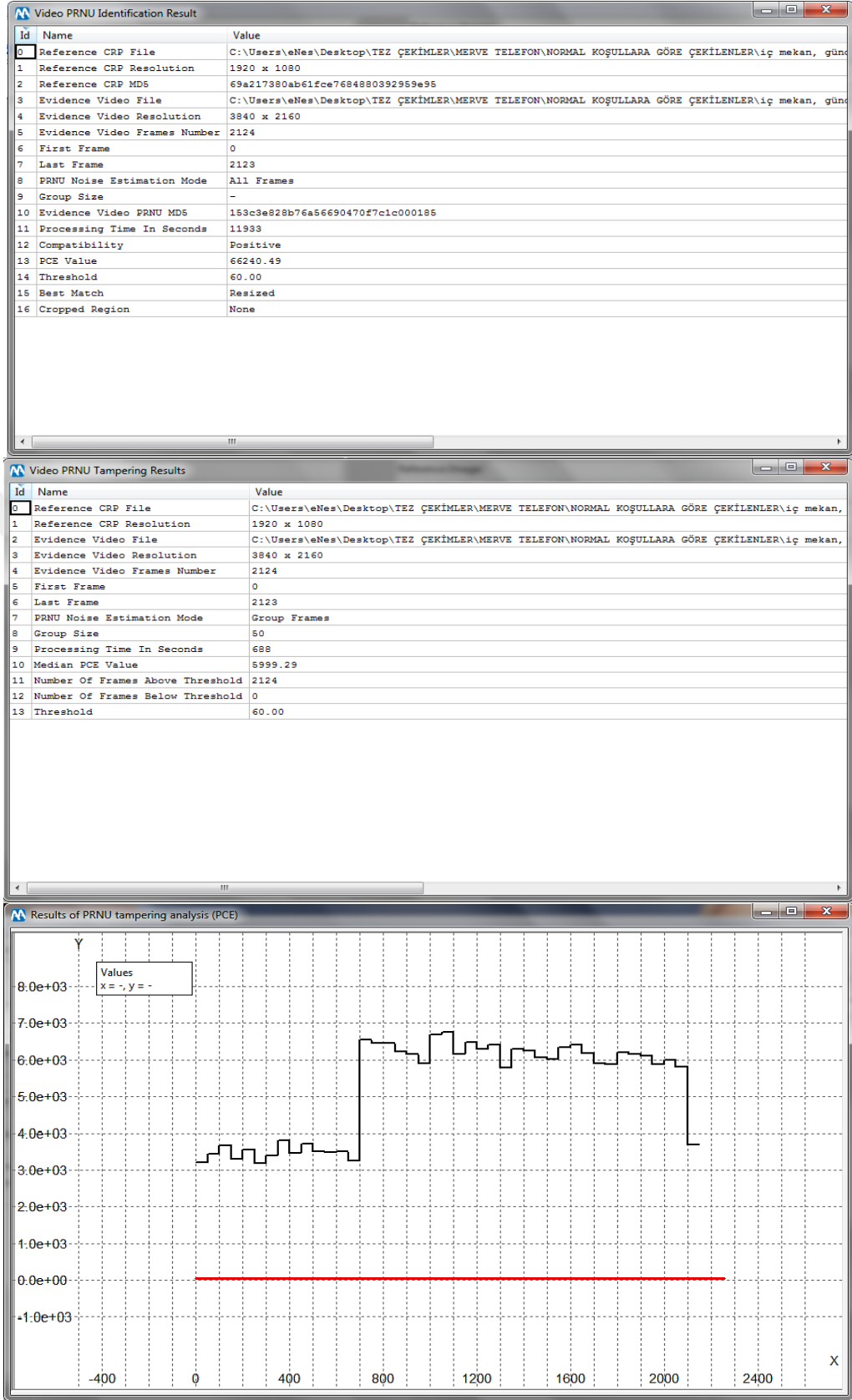
Şekil-3.104. Dış ortamda çekilen ve whatsapp'ta mesaj olarak paylaşılan kanıt videosunun, referans videosu ile kaynak analizi mukayesesine yönelik analiz sonuçları.



Şekil-3.105. Dış ortamda çekilen ve whatsapp'ta mesaj olarak paylaşılan kanıt videosunun, paylaşım öncesi kaynak analizi mukayyesine yönelik analiz sonuçları.



Şekil-3.106. İç ortamda çekilen ve whatsapp'ta mesaj olarak paylaşılan kanıt videosu ile referans videosunun kaynak analizi mukayesesine yönelik analiz sonuçları.



Şekil-3.107. İç ortamda çekilen ve whatsapp'ta mesaj olarak paylaşılan kanıt videosunun, paylaşım öncesi kaynak analizi mukayesesine yönelik analiz sonuçları.

- Xiaomi marka Redmi Note 10S model cep telefonundan Xiaomi marka Redmi Note 8 model cep telefonuna instagramdan mesaj olarak paylaşım yapıldığında;

- Xiaomi marka Redmi Note 10S model cep telefonu ile dış ortamda, gündüz koşullarında, kamera dikey çekim konumunda, 1920x1080 çözünürlüğünde daha önce çekim yapılan ve video kaynak analizi pozitif olarak sonuçlanan kanıt videosu, Xiaomi marka Redmi Note 10S model cep telefonundan instagram uygulaması ile Xiaomi marka Redmi Note 8 cep telefonuna mesaj atılarak paylaşılmış ve 1920x1080 olan videonun çözünürlüğü 720x1280 olarak düşmüştür. Xiaomi marka Redmi Note 8 cep telefonundan bu videolar direkt alınarak çalışma bilgisayarına aktarılmıştır.

Mukayese neticesinde, mesaj olarak paylaşılan videonun kaynak analizi sonucu “Pozitif” olarak sonuçlanmış ancak tüm kareleri 60 eşiğinin altında kalmıştır. Ayrıca 1920x1080 olan çözünürlüğü Whatsapta paylaşıldıktan sonra 720x1280’e düşmesinden kaynaklandığı değerlendirilen “Resized and Rotate” uyarısını verdiği görülmüştür.

Instagramda mesaj olarak paylaşılmadan önce kaynak analizi uygunluk sonucu “Pozitif” olan videonun instagramda mesaj olarak paylaşılmasının ardından tekrar “Pozitif” sonuçlandığı görülmüştür.

Instagramda mesaj olarak paylaşılan kanıt videosunun paylaşılmadan önceki PCE değeri 28890.52 iken, paylaşıldıktan sonraki değeri 87.02 olarak düşmüştür. Ayrıca instagramda mesaj olarak paylaşılan 1920x1080 çözünürlüğündeki kanıt videosunun paylaşılmadan önceki kare sayısı 4231 iken, paylaşım sonrasında 640x352’ye düşen videonun kare sayısı 2117 olarak değiştiği gözlemlenmiştir.

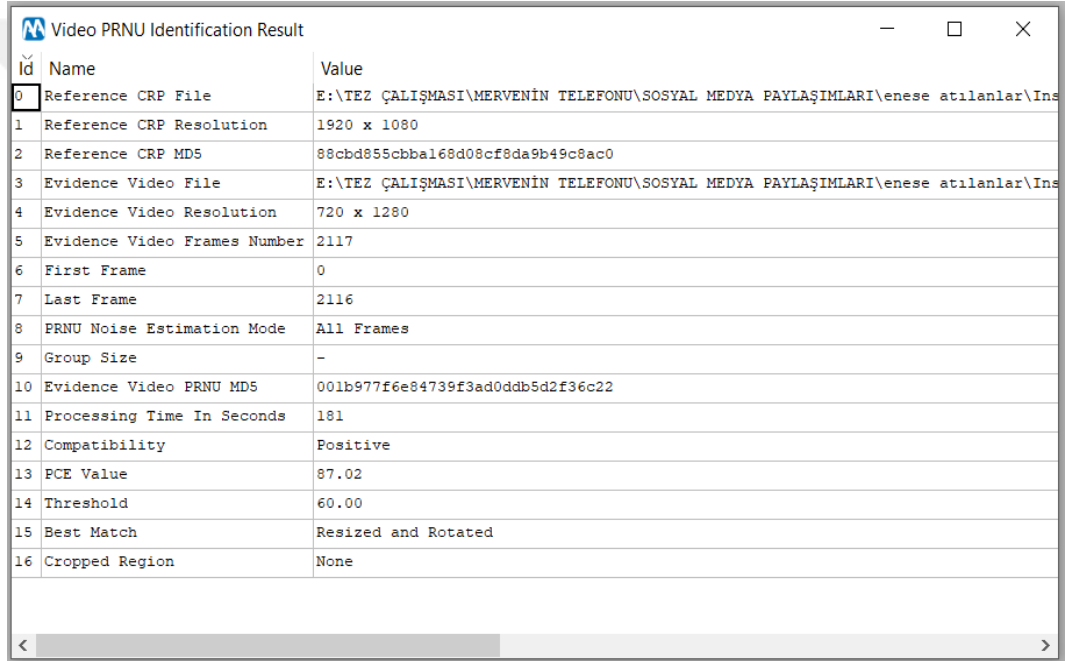
- Xiaomi marka Redmi Note 10S model cep telefonu ile dış ortamda, gündüz koşullarında, kamera yatay çekim konumunda, 1920x1080 çözünürlüğünde daha önce çekim yapılan ve video kaynak analizi pozitif olarak sonuçlanan kanıt videosu, Xiaomi marka Redmi Note 10S model cep telefonundan instagram uygulaması ile reels olarak indirilmiş ve indirilen videonun çözünürlüğü 1080x1920 olarak değişmiştir. Xiaomi marka Redmi Note 10S model cep telefonundan bu video direkt alınarak çalışma bilgisayarına aktarılmıştır.

Mukayese neticesinde, reels olarak indirilen bu videonun kaynak analizi mukayese sonucu “Negatif” sonuçlanmıştır. Instagramda reels olarak paylaşılmadan önce kaynak analizi

uygunluk sonucu “Pozitif” olan videonun instagramda reels olarak paylaşılmasının ardından “Negatif” sonuçlandığı görülmüştür.

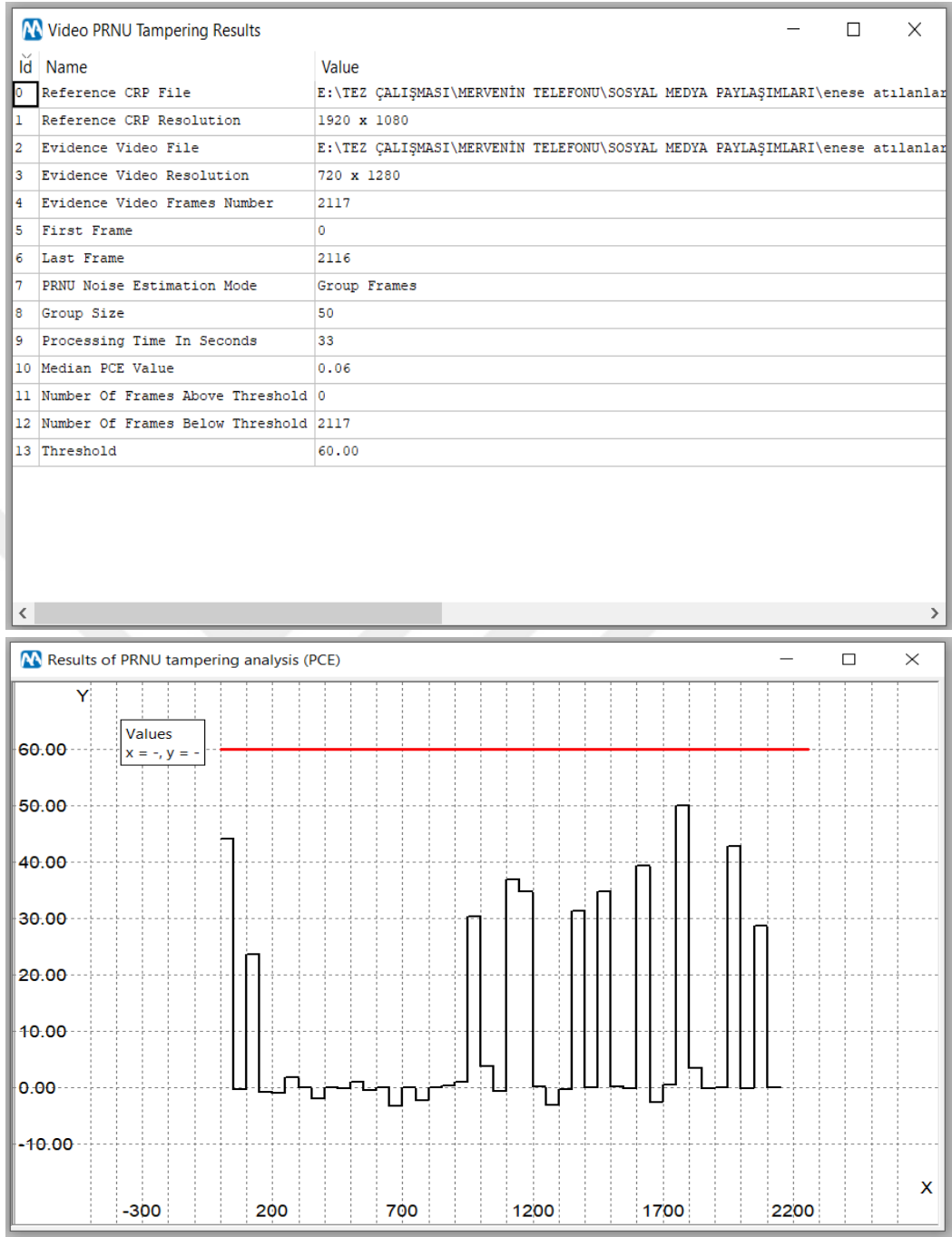
Instagramda reels olarak paylaşılan kanıt videosunun paylaşılmadan önceki PCE değeri 21957.78 iken, paylaşıldıktan sonraki değeri -0.16 olarak düşmüştür. Ayrıca instagramda mesaj olarak paylaşılan 1920x1080 çözünürlüğündeki kanıt videosunun paylaşılmadan önceki kare sayısı 4525 iken, paylaşım sonrasında 1080x1920 olan videonun kare sayısı 4523 olarak değiştiği gözlemlenmiştir.

Analiz sonuçları Şekil-3.108.- Şekil-3.112.’de gösterilmiştir.

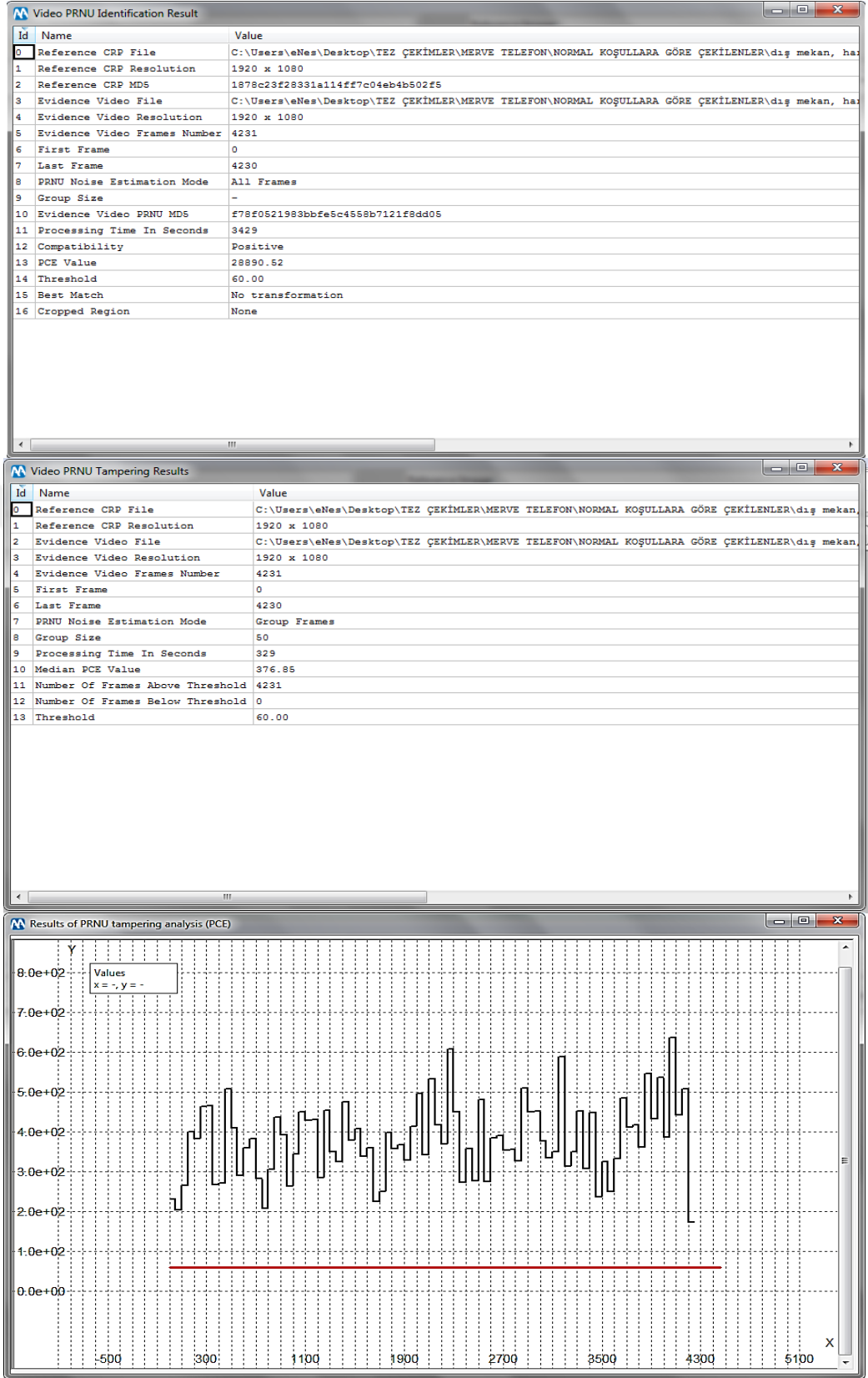


Id	Name	Value
0	Reference CRP File	E:\TEZ ÇALIŞMASI\MERVENİN TELEFONU\SOSYAL MEDYA PAYLAŞIMLARI\enese atılanlar\Ins
1	Reference CRP Resolution	1920 x 1080
2	Reference CRP MD5	88cbd855cbb168d08cf8da9b49c8ac0
3	Evidence Video File	E:\TEZ ÇALIŞMASI\MERVENİN TELEFONU\SOSYAL MEDYA PAYLAŞIMLARI\enese atılanlar\Ins
4	Evidence Video Resolution	720 x 1280
5	Evidence Video Frames Number	2117
6	First Frame	0
7	Last Frame	2116
8	PRNU Noise Estimation Mode	All Frames
9	Group Size	-
10	Evidence Video PRNU MD5	001b977f6e84739f3ad0ddb5d2f36c22
11	Processing Time In Seconds	181
12	Compatibility	Positive
13	PCE Value	87.02
14	Threshold	60.00
15	Best Match	Resized and Rotated
16	Cropped Region	None

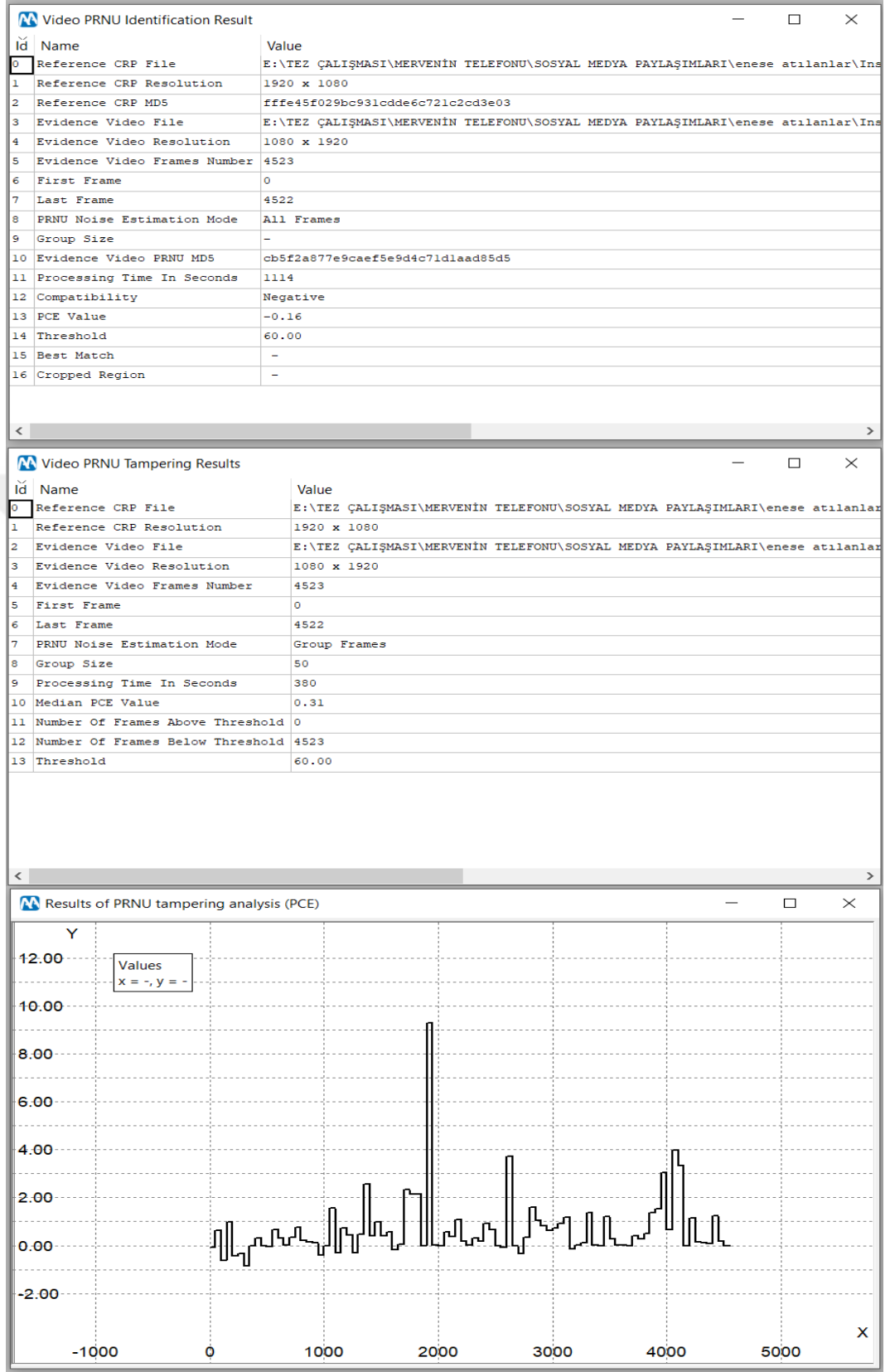
Şekil-3.108. Instagramda mesaj olarak paylaşılan kanıt videosu ile referans videosunun kaynak analizi mukayesesine yönelik analiz sonucu.



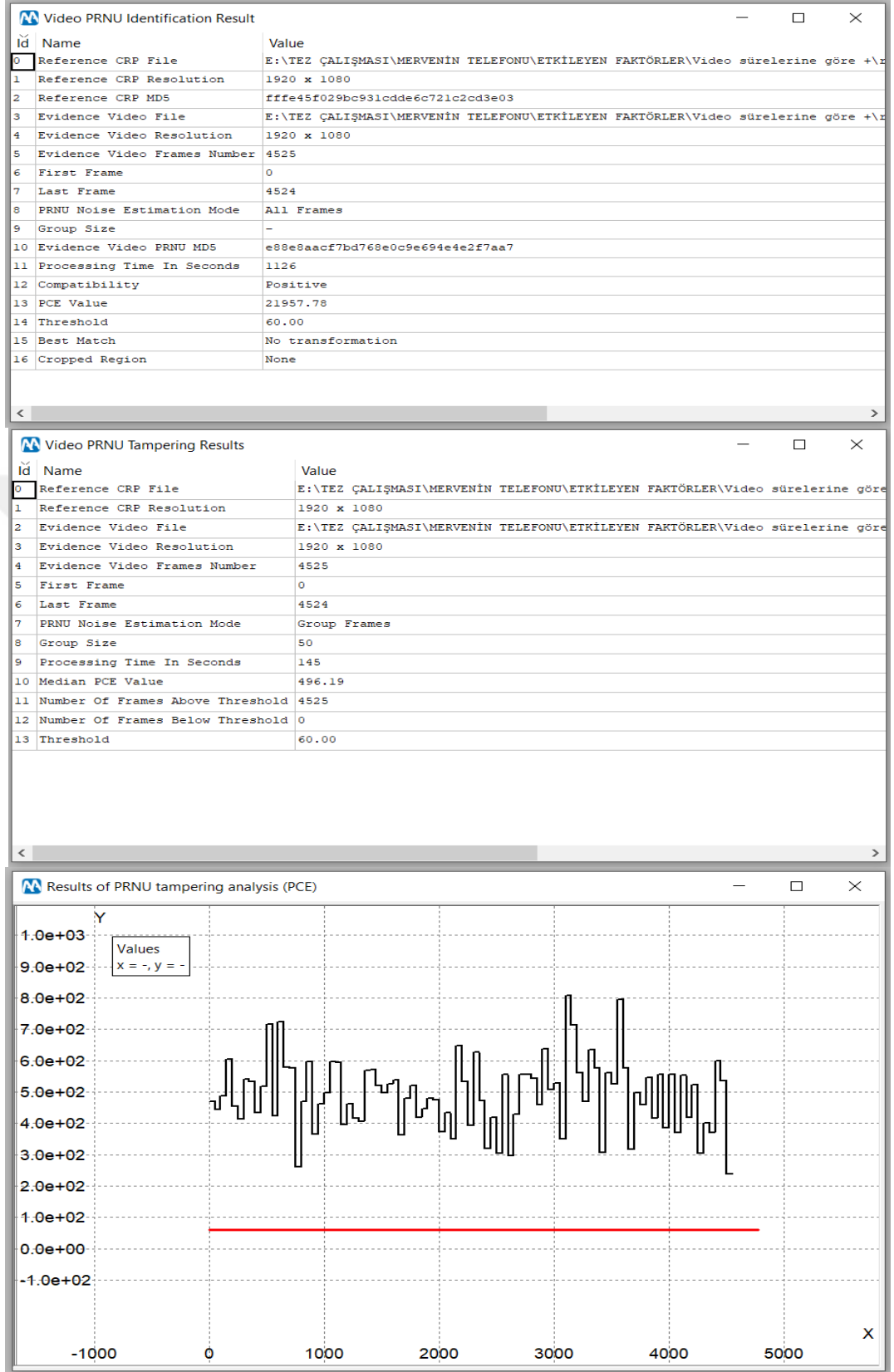
Şekil-3.109. Instagramda mesaj olarak paylaşılan kanıt videosu ile referans videosunun kaynak analizi mukayesesine yönelik analiz sonuçları.



Şekil-3.110. Instagramda mesaj olarak paylaşılan kanıt videosunun paylaşım öncesi kaynak analizi mukayesesine yönelik analiz sonuçları.



Şekil-3.111. Instagramda reels olarak paylaşılan kanıt videosu ile referans videosunun kaynak analizi mukayesesine yönelik analiz sonuçları.



Şekil-3.112. Instagramda reels olarak paylaşılan kanıt videosunun paylaşım öncesi kaynak analizi mukayesesine yönelik analiz sonuçları.

- Xiaomi marka Redmi Note 10S model cep telefonundan Iphone marka 8 Plus model cep telefonuna instagramdan mesaj olarak paylaşım yapıldığında;

- Xiaomi marka Redmi Note 10S model cep telefonu ile dış ortamda, akşam koşullarında, kamera yatay çekim konumunda, 1920x1080 çözünürlüğünde daha önce çekim yapılan ve video kaynak analizi pozitif olarak sonuçlanan kanıt videosu, Xiaomi marka Redmi Note 10S model cep telefonundan instagram uygulaması ile Iphone 8 Plus cep telefonuna mesaj atılarak paylaşılmış ve 1920x1080 olan videonun çözünürlüğü 720x404 olarak düşmüştür. Iphone 8 Plus model cep telefonundan bu videolar direkt alınarak çalışma bilgisayarına aktarılmıştır.

Mukayese sonucunda, mesaj olarak paylaşılan videonun kaynak analizi sonucu “Negatif” olarak sonuçlanmış ve 2269 olan toplam karesinden 1119 karesinin 60 eşığının altında kalarak tabloda yer aldığı, geriye kalan 1150 karenin tabloda yer almadığı görülmüştür.

Instagramda mesaj olarak paylaşılmadan önce kaynak analizi uygunluk sonucu “Pozitif” olan videonun instagramda mesaj olarak paylaşılmasının ardından “Negatif” sonuçlandığı görülmüştür.

Instagramda mesaj olarak paylaşılan kanıt videosunun paylaşılmadan önceki PCE değeri 67865.89 iken, paylaşıldıktan sonraki değeri 0.50 olarak düşmüştür. Ayrıca instagramda mesaj olarak paylaşılan 1920x1080 çözünürlüğündeki kanıt videosunun paylaşılmadan önceki kare sayısı 4536 iken, paylaşım sonrasında 720x404 olan videonun kare sayısı 2269 olarak değiştiği gözlemlenmiştir.

- Xiaomi marka Redmi Note 10S model cep telefonu ile iç ortamda, gündüz koşullarında, kamera dikey çekim konumunda, 3840x2160 çözünürlüğünde daha önce çekim yapılan ve video kaynak analizi pozitif olarak sonuçlanan kanıt videosu, Xiaomi marka Redmi Note 10S model cep telefonundan instagram uygulaması ile reels olarak indirilmiş ve indirilen videonun çözünürlüğü 720x1280 olarak değişmiştir. Xiaomi marka Redmi Note 10S model cep telefonundan bu video direkt alınarak çalışma bilgisayarına aktarılmıştır.

Mukayese sonucunda, reels olarak indirilen videonun kaynak analizi sonucu “Negatif” sonuçlanmış ancak 2357 olan toplam karesinden 750 karesinin 60 eşığının altında, 107

karesinin üstünde kalarak tabloda yer aldığı, geriye kalan 1500 karenin tabloda yer almadığı görülmüştür.

Instagramda reels olarak paylaşılmadan önce kaynak analizi uygunluk sonucu “Pozitif” olan videonun instagramda mesaj olarak paylaşılmasının ardından “Negatif” sonuçlandığı görülmüştür.

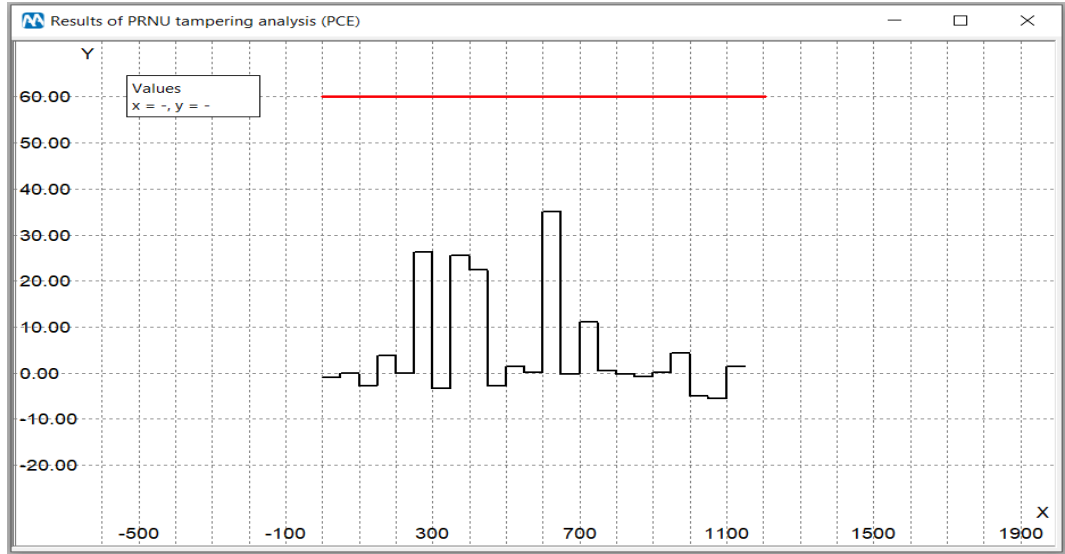
Instagramda reels olarak paylaşılan kanıt videosunun paylaşılmadan önceki PCE değeri 1482.08 iken, paylaşıldıktan sonraki değeri 26.68 olarak düşmüştür. Ayrıca instagramda mesaj olarak paylaşılan 1920x1080 çözünürlüğündeki kanıt videosunun paylaşılmadan önceki kare sayısı 2358 iken, paylaşım sonrasında 720x1280 çözünürlüğünde olan videonun kare sayısı 2357 olarak fazla değişiklik göstermediği gözlemlenmiştir.

Dolayısıyla Xiaomi marka Redmi Note 10S model cep telefonu için kaynak analizi “Pozitif” sonuçlanan videoların Whatsaptan ve Instagramdan Xiaomi marka Redmi Note 8 model cep telefonuna mesaj olarak paylaşılmasının sonucunda tekrar “Pozitif” sonuçlanmasıyla, bu sosyal medya uygulamalarıyla mesaj olarak paylaşım yapılmasının kaynak analizi uygunluk sonucunu, PRNU’yu negatif yönde etkilemediği ancak instagramda reels olarak indirilen videonun “Negatif” sonuçlanmasından kaynaklı PRNU analizini olumsuz yönde etkileyebileceği değerlendirilmektedir.

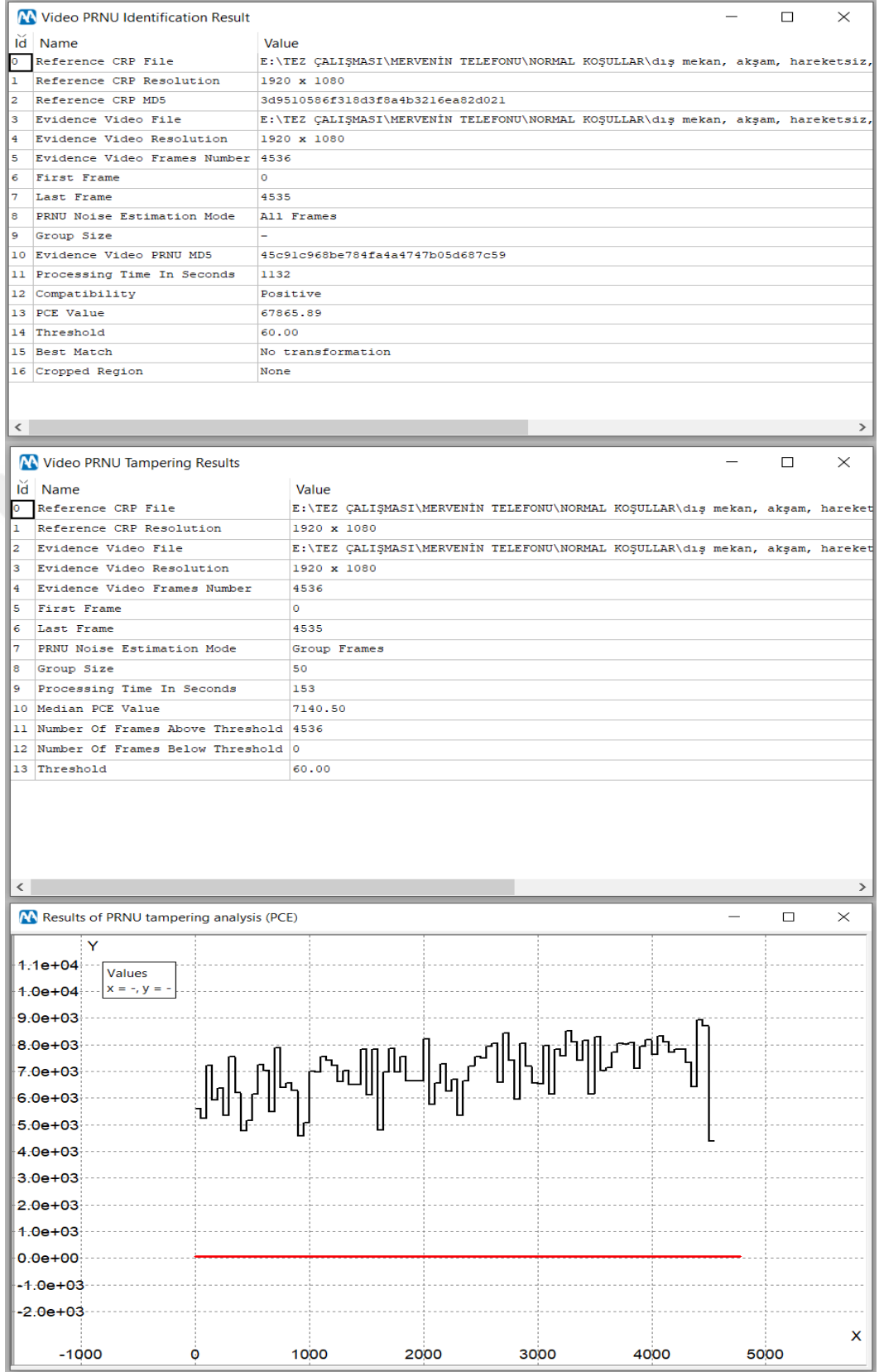
Analiz sonuçları Şekil-3.113.- Şekil-3.116.’da gösterilmiştir.

Video PRNU Identification Result		
Id	Name	Value
0	Reference CRP File	E:\TEZ ÇALIŞMASI\MERVENİN TELEFONU\SOSYAL MEDYA PAYLAŞIMLARI\zeynebe atılanlar\I
1	Reference CRP Resolution	1920 x 1080
2	Reference CRP MD5	3d9510586f318d3f8a4b3216ea82d021
3	Evidence Video File	E:\TEZ ÇALIŞMASI\MERVENİN TELEFONU\SOSYAL MEDYA PAYLAŞIMLARI\zeynebe atılanlar\I
4	Evidence Video Resolution	720 x 404
5	Evidence Video Frames Number	2269
6	First Frame	0
7	Last Frame	2268
8	PRNU Noise Estimation Mode	All Frames
9	Group Size	-
10	Evidence Video PRNU MD5	c32e66ec3829d23b98edc860c166f2bb
11	Processing Time In Seconds	55
12	Compatibility	Negative
13	PCE Value	0.50
14	Threshold	60.00
15	Best Match	-
16	Cropped Region	-

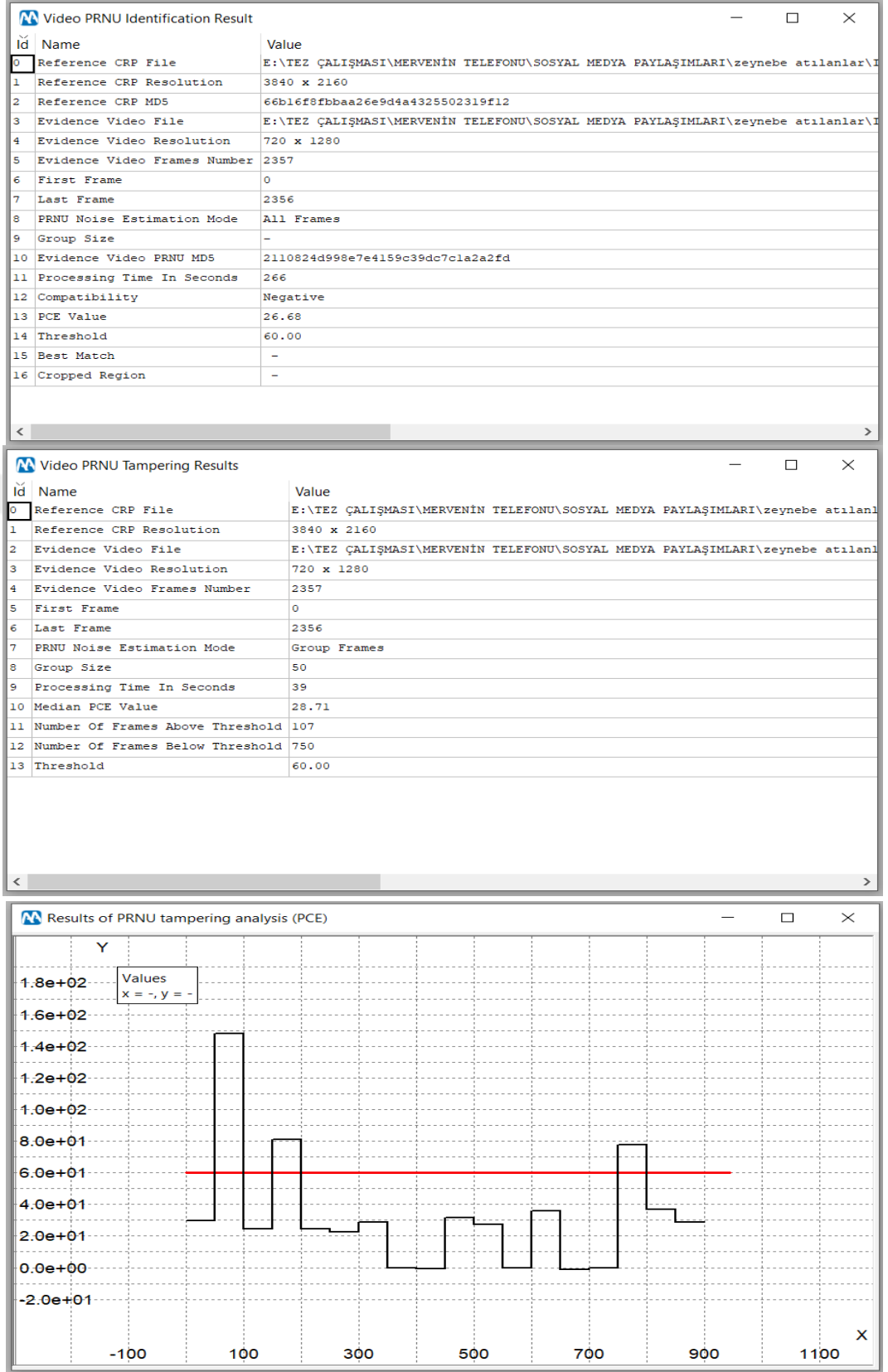
Video PRNU Tampering Results		
Id	Name	Value
0	Reference CRP File	E:\TEZ ÇALIŞMASI\MERVENİN TELEFONU\SOSYAL MEDYA PAYLAŞIMLARI\zeynebe atılanlar\I
1	Reference CRP Resolution	1920 x 1080
2	Evidence Video File	E:\TEZ ÇALIŞMASI\MERVENİN TELEFONU\SOSYAL MEDYA PAYLAŞIMLARI\zeynebe atılanlar\I
3	Evidence Video Resolution	720 x 404
4	Evidence Video Frames Number	2269
5	First Frame	0
6	Last Frame	2268
7	PRNU Noise Estimation Mode	Group Frames
8	Group Size	50
9	Processing Time In Seconds	11
10	Median PCE Value	0.17
11	Number Of Frames Above Threshold	0
12	Number Of Frames Below Threshold	1119
13	Threshold	60.00



Şekil-3.113. Instagramda mesaj olarak paylaşılan kanıt videosu ile referans videonun kaynak analizi mukayesesine yönelik analiz sonuçları.



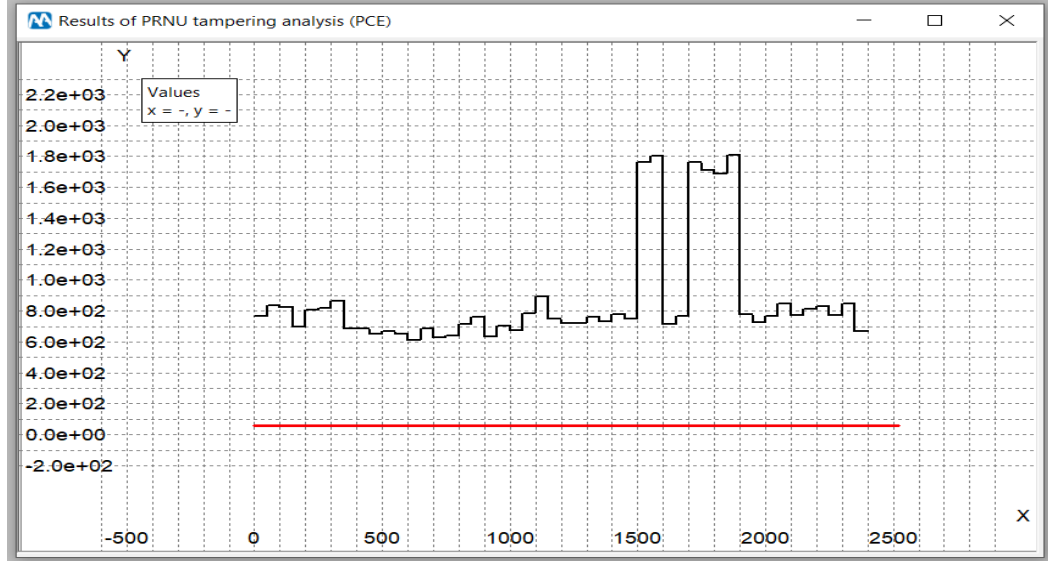
Şekil-3.114. Instagramda mesaj olarak paylaşılan kanıt videosunun, paylaşım öncesi kaynak analizi mukayesesine yönelik analiz sonuçları.



Şekil-3.115. Instagramda reels olarak paylaşılan kanıt videosu ile referans videonun kaynak analizi mukayesesine yönelik analiz sonuçları.

Video PRNU Identification Result		
Id	Name	Value
0	Reference CRP File	E:\TEZ ÇALIŞMASI\MERVENİN TELEFONU\ETKİLEYEN FAKTÖRLER\TRİPODLA ÇEKİLENLER +\D
1	Reference CRP Resolution	3840 x 2160
2	Reference CRP MD5	66b16f8fbbaa26e9d4a4325502319f12
3	Evidence Video File	E:\TEZ ÇALIŞMASI\MERVENİN TELEFONU\ETKİLEYEN FAKTÖRLER\TRİPODLA ÇEKİLENLER +\D
4	Evidence Video Resolution	3840 x 2160
5	Evidence Video Frames Number	2358
6	First Frame	0
7	Last Frame	2357
8	PRNU Noise Estimation Mode	All Frames
9	Group Size	-
10	Evidence Video PRNU MD5	91dd0d40834a52ca005bbea3d596be38
11	Processing Time In Seconds	2043
12	Compatibility	Positive
13	PCE Value	1482.08
14	Threshold	60.00
15	Best Match	No transformation
16	Cropped Region	None

Video PRNU Tampering Results		
Id	Name	Value
0	Reference CRP File	E:\TEZ ÇALIŞMASI\MERVENİN TELEFONU\ETKİLEYEN FAKTÖRLER\TRİPODLA ÇEKİLENLER
1	Reference CRP Resolution	3840 x 2160
2	Evidence Video File	E:\TEZ ÇALIŞMASI\MERVENİN TELEFONU\ETKİLEYEN FAKTÖRLER\TRİPODLA ÇEKİLENLER
3	Evidence Video Resolution	3840 x 2160
4	Evidence Video Frames Number	2358
5	First Frame	0
6	Last Frame	2357
7	PRNU Noise Estimation Mode	Group Frames
8	Group Size	50
9	Processing Time In Seconds	314
10	Median PCE Value	764.77
11	Number Of Frames Above Threshold	2358
12	Number Of Frames Below Threshold	0
13	Threshold	60.00



Şekil-3.116. Instagramda reels olarak paylaşılan kanıt videosunun paylaşım öncesi kaynak analizi mukayesesine yönelik analiz sonuçları.

- Xiaomi marka Redmi Note 10S model cep telefonundan Iphone 8 Plus model cep telefonuna Whatsapptan mesaj olarak paylaşım yapıldığında;

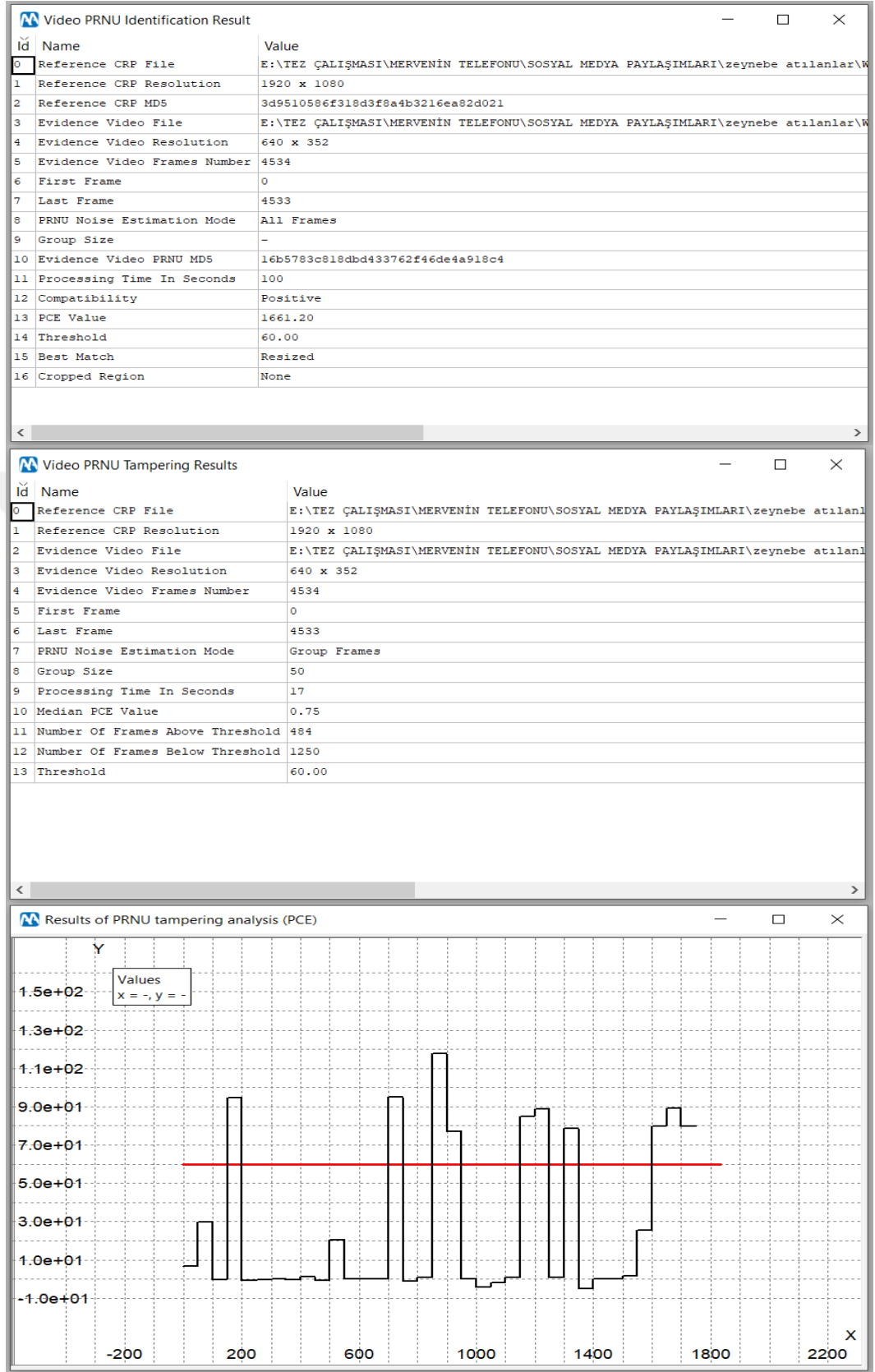
- Xiaomi marka Redmi Note 10S model cep telefonu ile dış ortamda, akşam koşullarında, kamera yatay çekim konumunda, 1920x1080 çözünürlüğünde daha önce çekim yapılan ve video kaynak analizi pozitif olarak sonuçlanan kanıt videosu, Xiaomi marka Redmi Note 10S model cep telefonundan Whatsapp uygulaması ile Iphone 8 Plus cep telefonuna mesaj atılarak paylaşılmış ve 1920x1080 olan videonun çözünürlüğü 640x352 olarak düşmüştür. Iphone 8 Plus model cep telefonundan bu videolar direkt alınarak çalışma bilgisayarına aktarılmıştır.

Mesaj olarak paylaşılan videonun kaynak analizi sonucu “Pozitif” olarak sonuçlanarak toplam 4534 karenin 1250 karesi 60 eşliğinin altında, 484 karesinin ise üstünde kalarak tabloda yer aldığı ancak geriye kalan 2800 karenin tabloda yer almadığı görülmüştür. Ayrıca 1920x1080 olan çözünürlüğü Whatsappta paylaşıldıktan sonra 640x352’ye düşerek referans videosu ile kanıt videosunun çözünürlüğünün birbirinden farklı olmasından kaynaklandığı değerlendirilen “Resized” uyarısını verdiği görülmüştür.

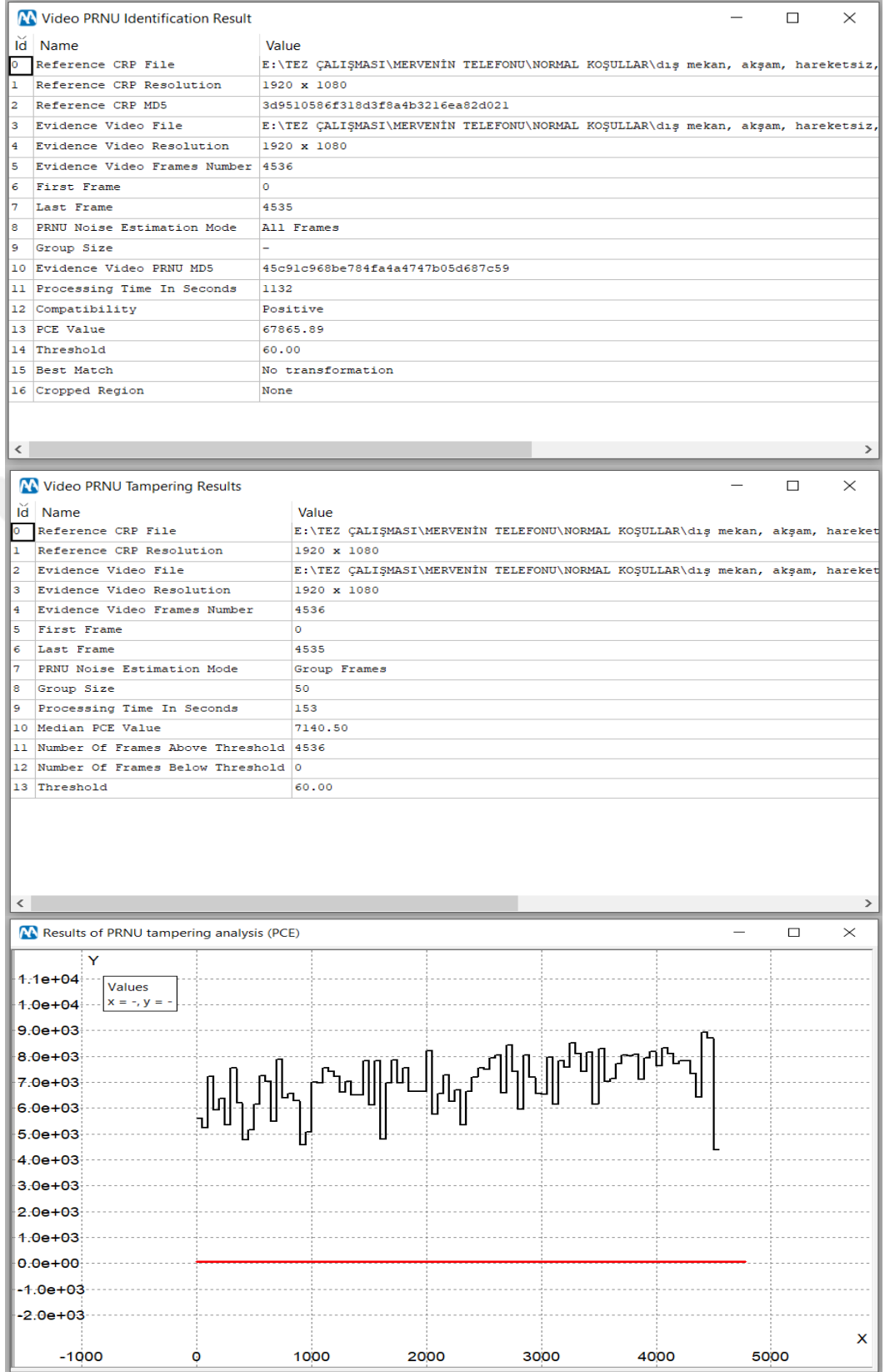
Whatsappta mesaj olarak paylaşılmadan önce kaynak analizi uygunluk sonucu “Pozitif” olan videonun Whatsappta mesaj olarak paylaşılmasının ardından “Pozitif” sonuçlandığı görülmüştür.

Whatsappta mesaj olarak paylaşılan kanıt videosunun paylaşılmadan önceki PCE Value değeri 67865.89 iken, paylaşıldıktan sonraki değeri 1661,20 olarak düşmüştür. Ayrıca Whatsappta mesaj olarak paylaşılan 1920x1080 çözünürlüğündeki kanıt videosunun paylaşılmadan önceki kare sayısı 4536 iken, paylaşım sonrasında 640x352 olan videonun kare sayısı 4534 olarak çok fazla değişiklik göstermediği gözlemlenmiştir.

Analiz sonuçları Şekil-3.117. ve Şekil-3.118.’de gösterilmiştir.



Şekil-3.117. Whatsaptan mesaj olarak paylaşılan kanıt videosu ile referans videonun kaynak analizi mukayesesine yönelik analiz sonuçları.



Şekil-3.118. Whatsapptan mesaj olarak paylaşılan kanıt videosunun paylaşım öncesi kaynak analizi mukayesesine yönelik analiz sonuçları.

- Xiaomi marka Redmi Note 10S model cep telefonundan Samsung Galaxy M31 model cep telefonuna instagramdan mesaj olarak paylaşım yapıldığında;

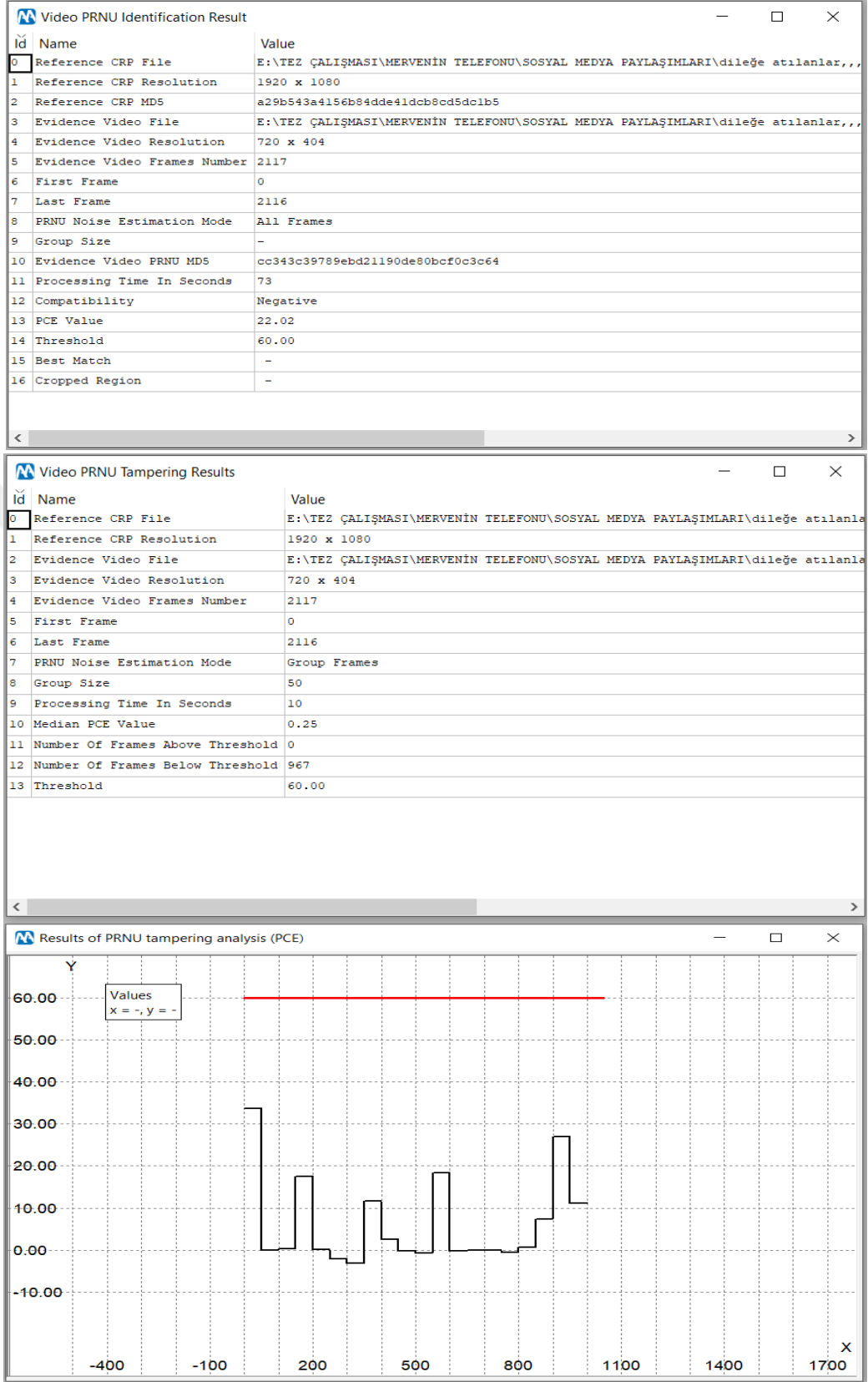
- Xiaomi marka Redmi Note 10S model cep telefonu ile iç ortamda, akşam koşullarında, kamera yatay çekim konumunda, 1920x1080 çözünürlüğünde daha önce çekim yapılan ve video kaynak analizi pozitif olarak sonuçlanan kanıt videosu, Xiaomi marka Redmi Note 10S model cep telefonundan instagram uygulaması ile Samsung Galaxy M31 model cep telefonuna mesaj atılarak paylaşılmış ve 1920x1080 olan videonun çözünürlüğü 720x404 olarak düşmüştür Samsung Galaxy M31 model cep telefonundan bu videolar direkt alınarak çalışma bilgisayarına aktarılmıştır.

Mukayese neticesinde, mesaj olarak paylaşılan videonun kaynak analizi sonucu “Negatif” sonuçlanmış ve 2117 olan toplam karesinden 967 karesinin 60 eşiğinin altında kalarak tabloda yer aldığı ancak geriye kalan 1150 karenin tabloda yer almadığı görülmüştür.

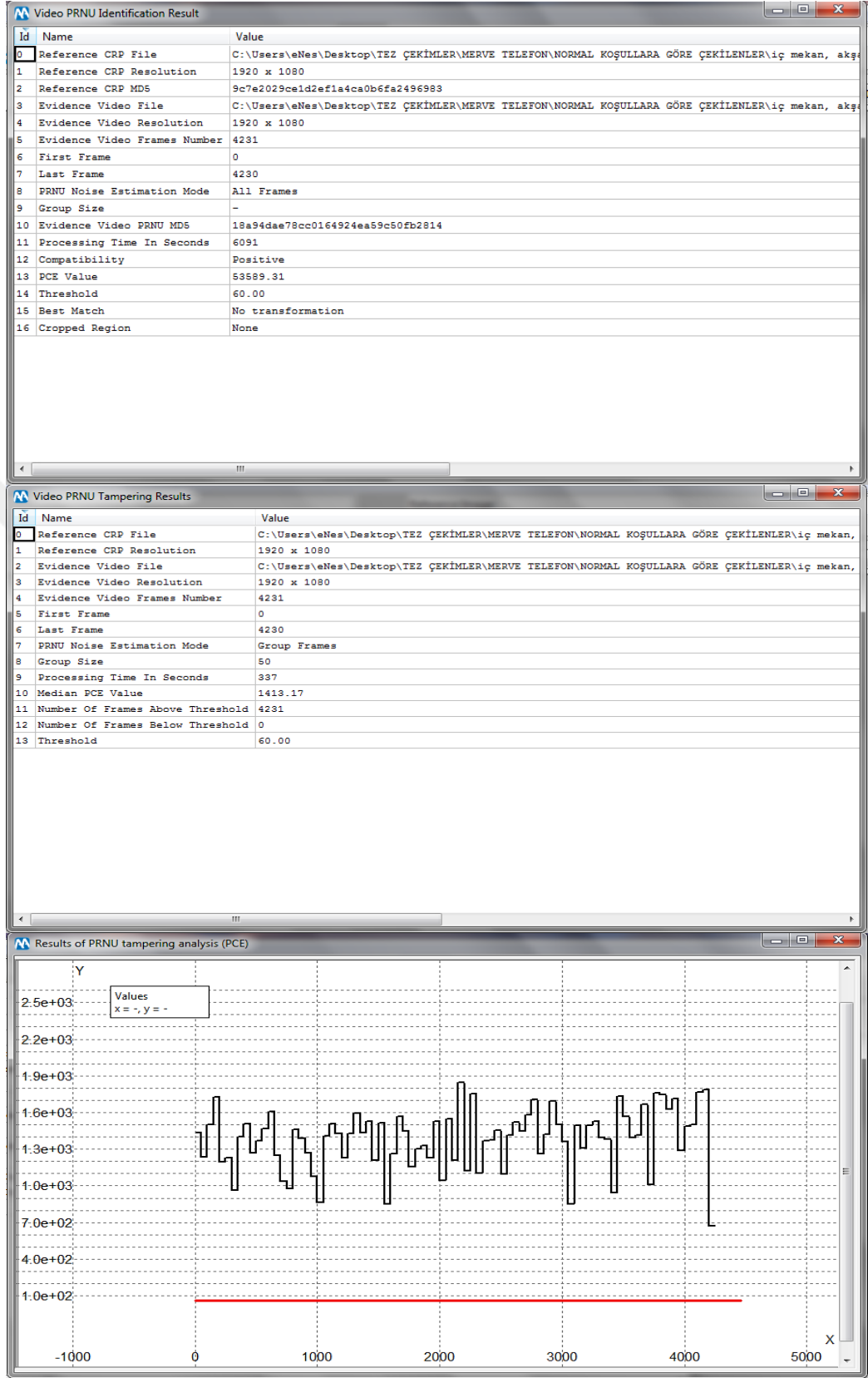
Instagramda mesaj olarak paylaşılmadan önce kaynak analizi uygunluk sonucu “Pozitif” olan videonun Instagramda mesaj olarak paylaşılmasının ardından “Negatif” sonuçlandığı görülmüştür.

Instagramda mesaj olarak paylaşılan kanıt videosunun paylaşılmadan önceki PCE değeri 53589.31 iken, paylaşıldıktan sonraki değeri 22.02 olarak düşmüştür. Ayrıca Instagramda mesaj olarak paylaşılan 1920x1080 çözünürlüğündeki kanıt videosunun paylaşılmadan önceki kare sayısı 4231 iken, paylaşım sonrasında 720x404 olan videonun kare sayısı 2117 olarak değişiklik gösterdiği gözlemlenmiştir.

Analiz sonuçları Şekil-3.119. ve Şekil-3.120.’de gösterilmiştir.



Şekil-3.119. Instagramdan mesaj olarak paylaşılan kanıt videosu ile referans videonun kaynak analizi mukayesesine yönelik analiz sonuçları.



Şekil-3.120. Instagramdan mesaj olarak paylaşılan kanıt videosunun paylaşım öncesi kaynak analizi mukayesesine yönelik analiz sonuçları.

- Xiaomi marka Redmi Note 10S model cep telefonundan Samsung marka Galaxy M31 model cep telefonuna Whatsapptan mesaj olarak paylaşım yapıldığında;

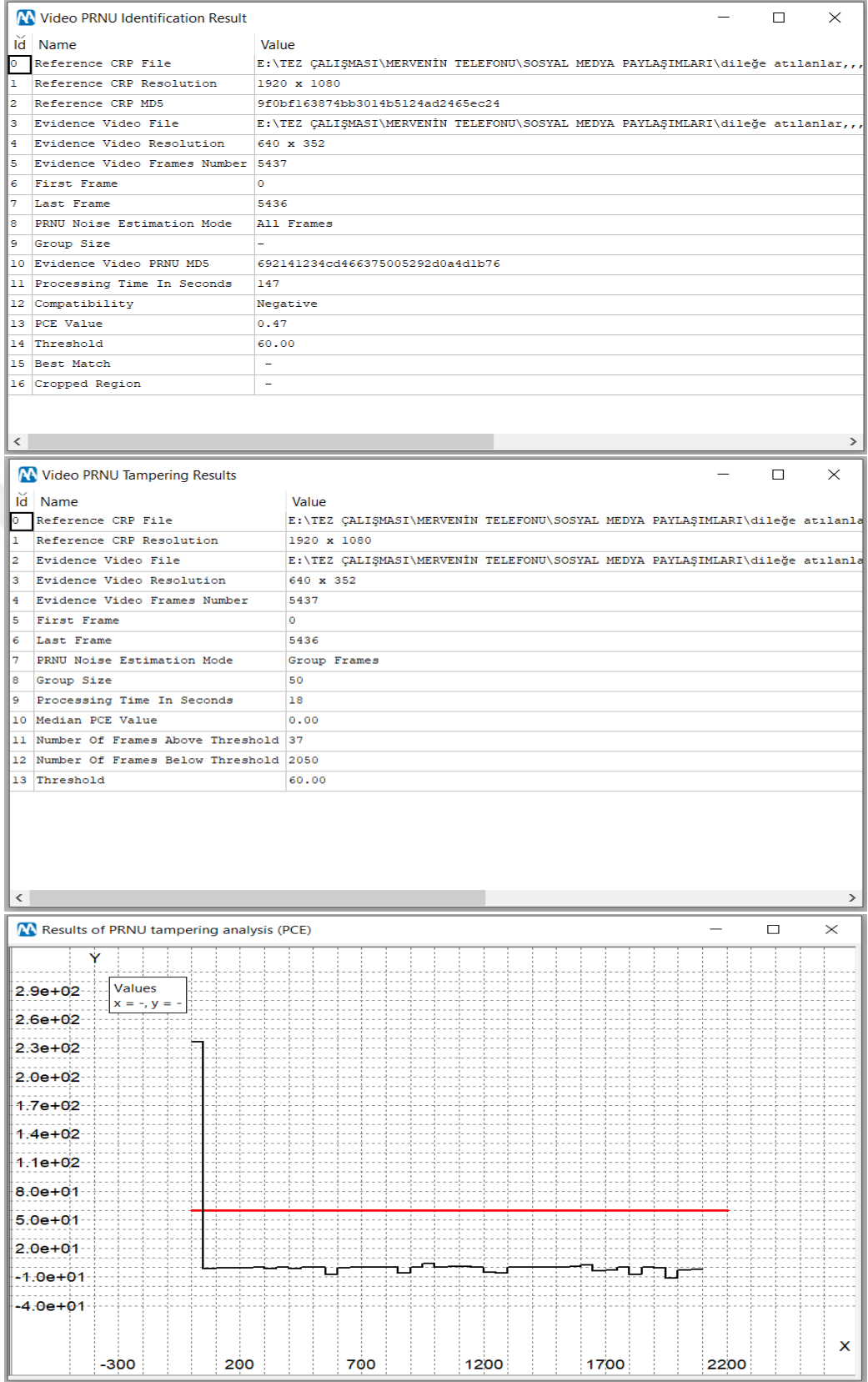
- Xiaomi marka Redmi Note 10S model cep telefonu ile dış ortamda, akşam koşullarında, kamera yatay çekim konumunda, 1920x1080 çözünürlüğünde daha önce çekim yapılan ve video kaynak analizi pozitif olarak sonuçlanan kanıt videosu, Xiaomi marka Redmi Note 10S model cep telefonundan Whatsapp uygulaması ile Samsung Galaxy M31 model cep telefonuna mesaj atılarak paylaşılmış ve 1920x1080 olan videonun çözünürlüğü 640x352 olarak düşmüştür. Samsung Galaxy M31 model cep telefonundan bu videolar direkt alınarak çalışma bilgisayarına aktarılmıştır.

Mukayese sonucunda, mesaj olarak paylaşılan videonun kaynak analizi sonucu “Negatif” sonuçlanarak 5437 olan toplam karesinden 2050 karesinin 60 eşığının altında, 37 karesinin üstünde kalarak tabloda yer aldığı ancak geriye kalan 3350 karenin tabloda yer almadığı görülmüştür.

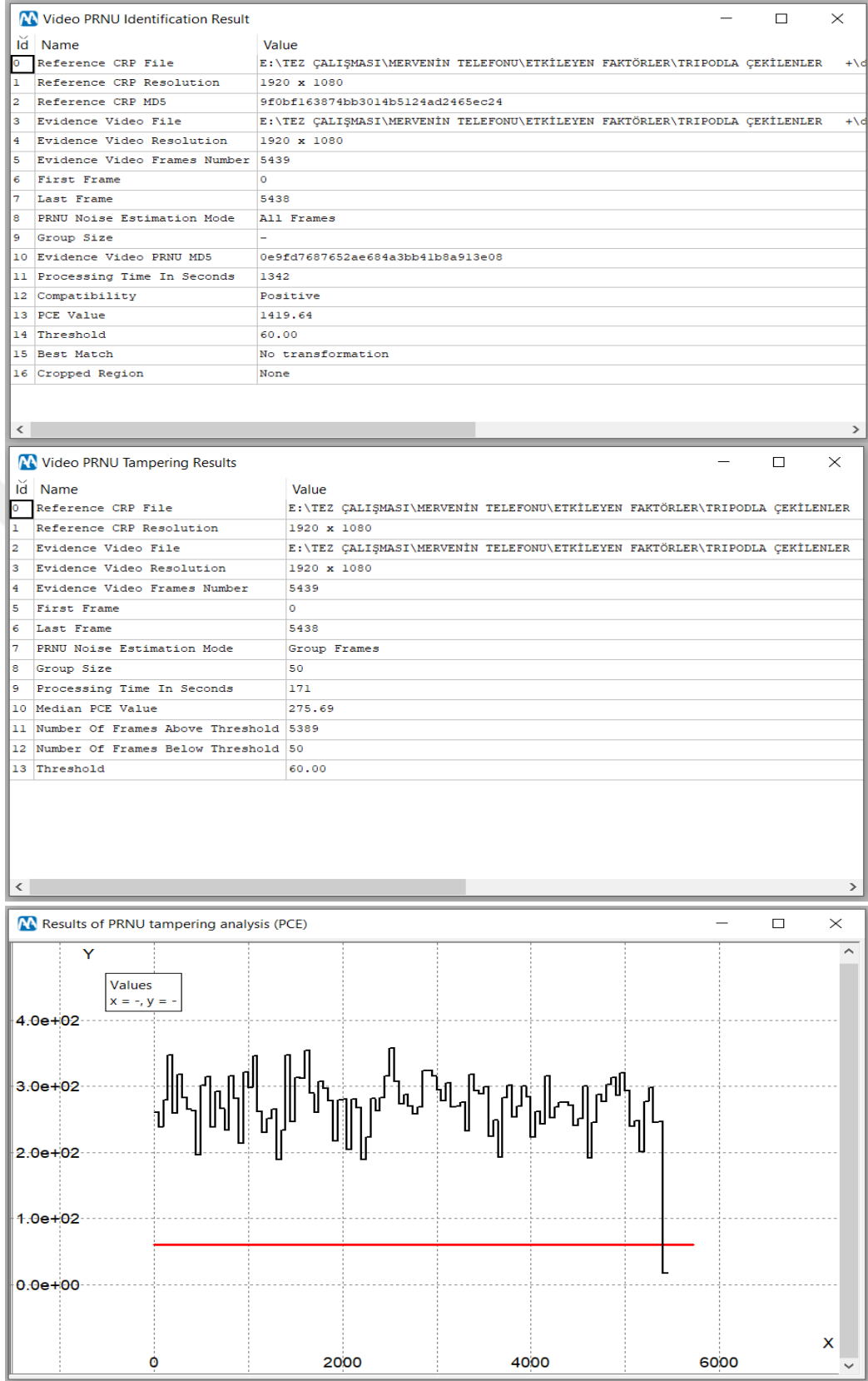
Whatsapta mesaj olarak paylaşılmadan önce kaynak analizi uygunluk sonucu “Pozitif” olan videonun Whatsapta mesaj olarak paylaşılmasının ardından “Negatif” sonuçlandığı görülmüştür.

Whatsapta mesaj olarak paylaşılan kanıt videosunun paylaşılmadan önceki PCE değeri 1419.64 iken, paylaşıldıktan sonraki değeri 0.47 olarak düşmüştür. Ayrıca Whatsapta mesaj olarak paylaşılan 1920x1080 çözünürlüğündeki kanıt videosunun paylaşılmadan önceki kare sayısı 5439 iken, paylaşım sonrasında 640x352 olan videonun kare sayısı 5437 olarak fazla değişiklik göstermediği gözlemlenmiştir.

Analiz sonuçları Şekil-3.121. ve Şekil-3.122.’de gösterilmiştir.



Şekil-3.121. Whatsapptan mesaj olarak paylaşılan kanıt videosunun kaynak analizi mukayesesine yönelik analiz sonuçları.



Şekil-3.122. Whatsapptan mesaj olarak paylaşılan kanıt videosunun paylaşım öncesi kaynak analizi mukayesesine yönelik analiz sonuçları.

- Iphone marka 8 Plus model cep telefonu ile Xiaomi marka Redmi Note 10S model cep telefonuna Instagramdan mesaj olarak paylaşım yapıldığında;

- Iphone marka 8 Plus model cep telefonu ile dış ortamda, akşam koşullarında, kamera yatay çekim konumunda, 1920x1080 çözünürlüğünde daha önce çekim yapılan ve video kaynak analizi pozitif olarak sonuçlanan kanıt videosu, Iphone 8 Plus model cep telefonundan Instagram uygulaması ile Xiaomi Redmi Note 10S model cep telefonuna mesaj atılarak paylaşılmış ve 1920x1080 olan videoların çözünürlüğü 480x268 olarak düşmüştür. Xiaomi Redmi Note 10S telefonundan bu videolar direkt alınarak çalışma bilgisayarına aktarılmıştır.

Mukayese sonucunda, mesaj olarak paylaşılan videonun kaynak analizi sonucu “Negatif” sonuçlanarak toplam 2170 kare sayısının 470 karesinin 60 eşiğinin altında kalarak tabloda yer aldığı ancak geriye kalan 1700 karenin tabloda yer almadığı görülmüştür.

Instagramda mesaj olarak paylaşılan bu videonun paylaşılmadan önceki kaynak analizi mukayese sonucu “Pozitif” olmakla birlikte paylaşıldıktan sonra “Negatif” sonuçlanmıştır.

Instagramda mesaj olarak paylaşılan kanıt videosunun paylaşılmadan önceki PCE değeri 5785.36 iken, paylaşıldıktan sonraki değeri 31.96 olarak düşmüştür. Ayrıca Instagramda mesaj olarak paylaşılan 1920x1080 çözünürlüğündeki kanıt videosunun paylaşılmadan önceki kare sayısı 4339 iken, paylaşım sonrasında 480x268 olan videonun kare sayısı 2170 olarak değişiklik gösterdiği gözlemlenmiştir.

- Iphone marka 8 Plus model cep telefonu ile iç ortamda, akşam koşullarında, kamera yatay çekim konumunda, 1920x1080 çözünürlüğünde daha önce çekim yapılan ve video kaynak analizi pozitif olarak sonuçlanan kanıt videosu, Iphone 8 Plus model cep telefonundan Instagram uygulaması ile Xiaomi Redmi Note 10S model cep telefonuna mesaj atılarak paylaşılmış ve 1920x1080 olan videoların çözünürlüğü 480x268 olarak düşmüştür. Xiaomi Redmi Note 10S telefonundan bu videolar direkt alınarak çalışma bilgisayarına aktarılmıştır.

Mukayese sonucunda, mesaj olarak paylaşılan videonun kaynak analizi sonucu “Negatif” sonuçlanarak toplam 2121 olan kare sayısının 471 karesinin 60 eşiğinin altında kalarak tabloda yer aldığı ancak geriye kalan 1650 karenin tabloda yer almadığı görülmüştür.

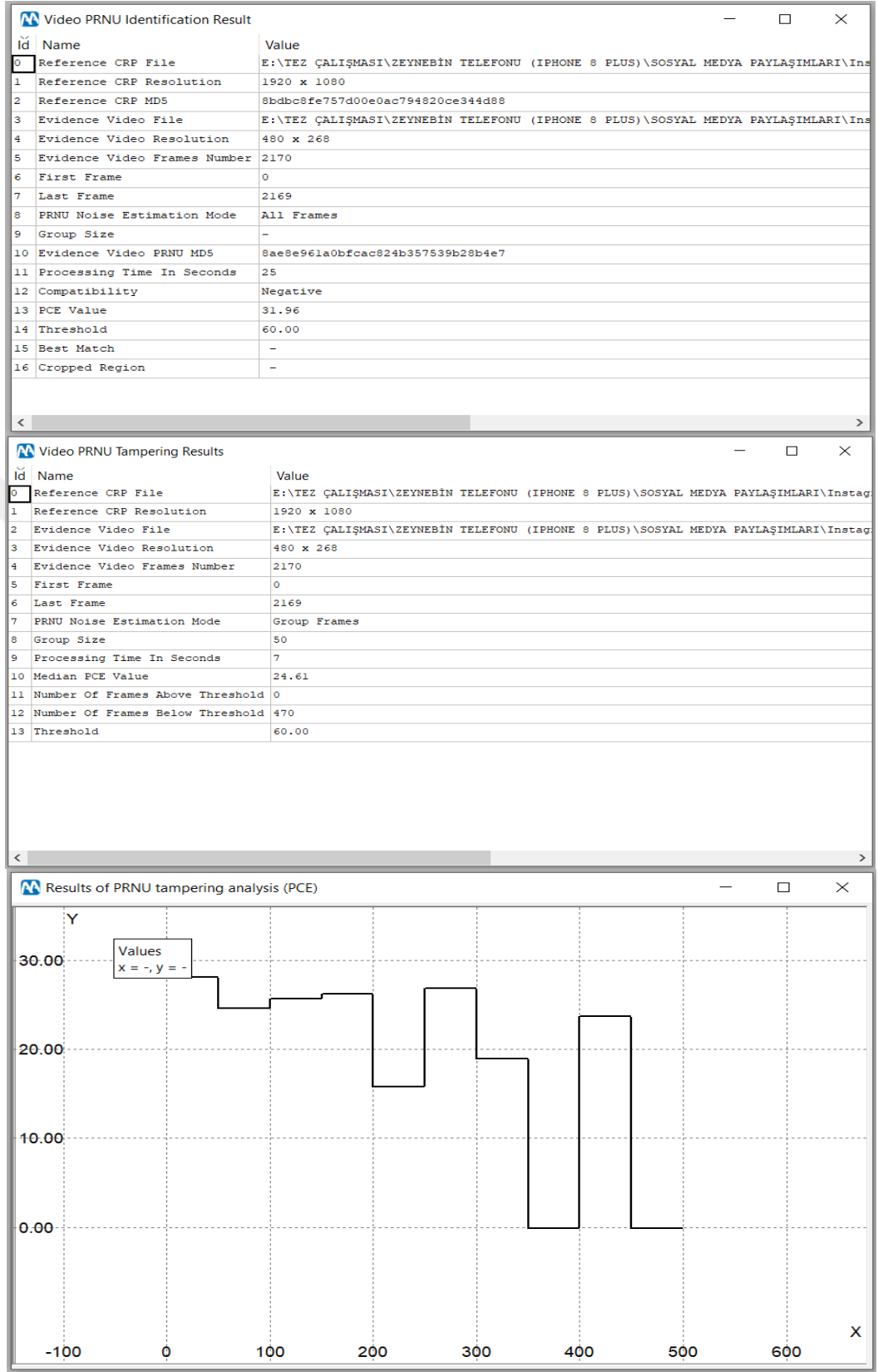
Instagramda mesaj olarak paylaşılan bu videonun paylaşılmadan önceki kaynak analizi mukayese sonucu “Pozitif” olmakla birlikte paylaşıldıktan sonra “Negatif” sonuçlanmıştır.

Instagramda mesaj olarak paylaşılan kanıt videosunun paylaşılmadan önceki PCE değeri 3194.37 iken, paylaşıldıktan sonraki değeri 3.31 olarak düşmüştür. Ayrıca Instagramda mesaj olarak paylaşılan 1920x1080 çözünürlüğündeki kanıt videosunun paylaşılmadan önceki kare sayısı 4241 iken, paylaşım sonrasında 480x268 olan videonun kare sayısının 2121 olarak değişiklik gösterdiği gözlemlenmiştir.

-İç ortamda, akşam koşullarında, kamera yatay çekim konumunda, 1920x1080 çözünürlüğünde çekimi yapılan kanıt videosu instagram hesabından reels olarak paylaşılmış ve 1920x1080 olan videonun çözünürlüğü 1080x1920 olarak değişiklik göstermiştir. Iphone 8 Plus model cep telefonundan paylaşılan bu reels videosu direkt çalışma bilgisayarına aktarılmıştır.

Paylaşılan bu videonun kaynak analizi mukayese sonucu “Negatif” sonuçlanmıştır. Ayrıca Instagramda reels olarak paylaşılan bu videonun önceki kaynak analizi mukayese sonucu “Pozitif” olmakla birlikte paylaşıldıktan sonra “Negatif” sonuçlanmıştır. 1920x1080 çözünürlüğündeki videonun reels olarak paylaşılmadan önceki kare sayısı 4241 iken, paylaşım sonrası 1080x1920 olan videonun 2121 kareye düştüğü görülmüştür.

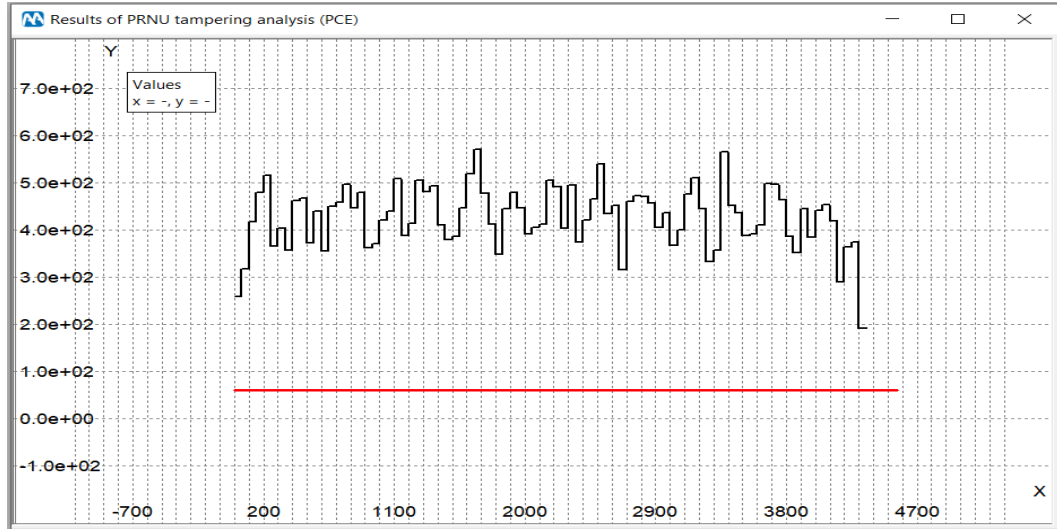
Analiz sonuçları Şekil-3.123.- Şekil-3.128.’de gösterilmiştir.



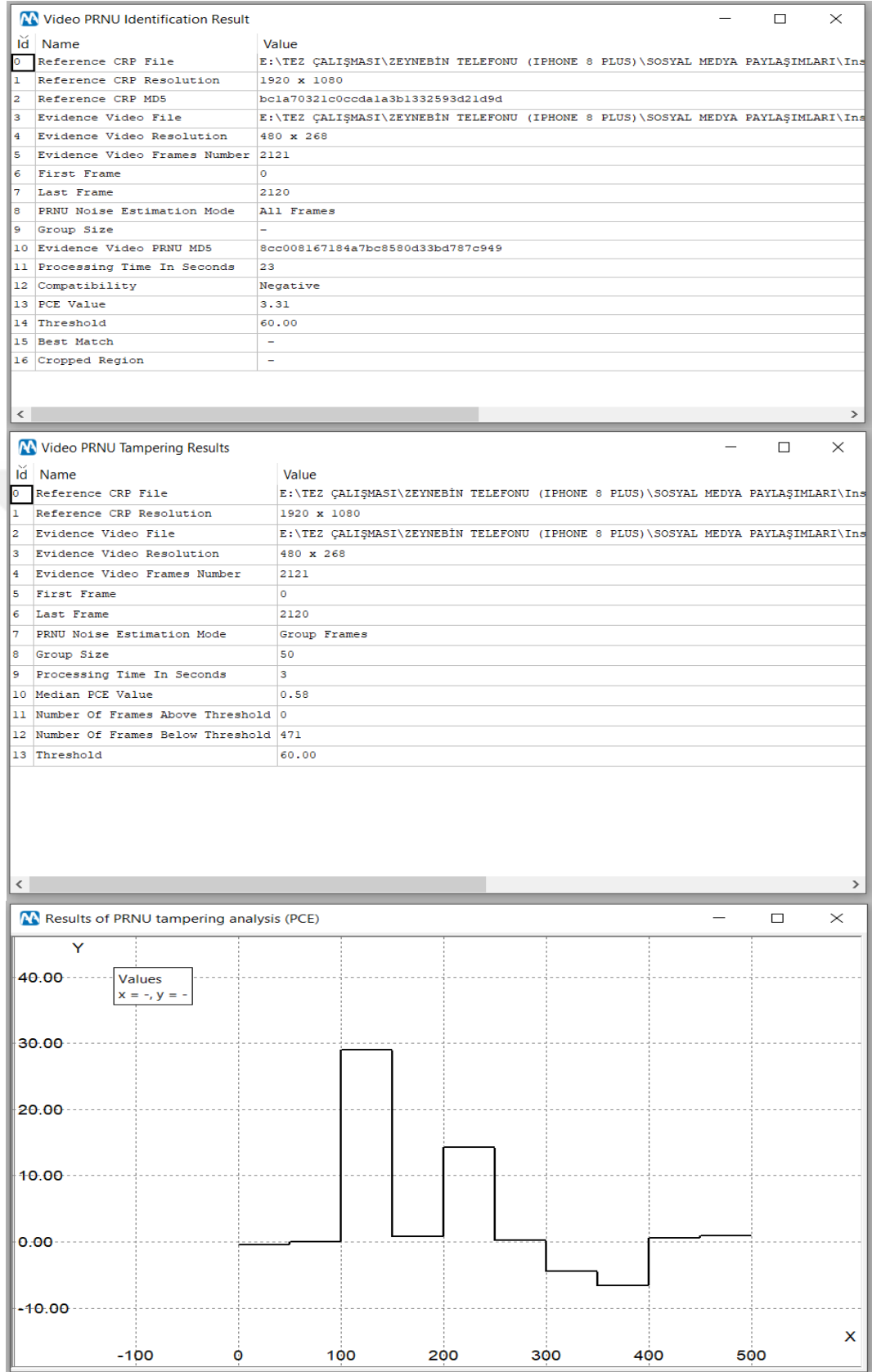
Şekil-3.123. Dış ortamda çekilen ve instagramda mesaj olarak paylaşılan kanıt videosunun kaynak analizi mukayesesine yönelik analiz sonuçları.

Video PRNU Identification Result		
Id	Name	Value
0	Reference CRP File	E:\TEZ ÇALIŞMASI\ZEYNEBİN TELEFONU (IPHONE 8 PLUS)\ETKİLEYEN FAKTÖRLER\TRİPODLU
1	Reference CRP Resolution	1920 x 1080
2	Reference CRP MD5	8bdb08fe757d00e0ac794820ce344d88
3	Evidence Video File	E:\TEZ ÇALIŞMASI\ZEYNEBİN TELEFONU (IPHONE 8 PLUS)\ETKİLEYEN FAKTÖRLER\TRİPODLU
4	Evidence Video Resolution	1920 x 1080
5	Evidence Video Frames Number	4339
6	First Frame	0
7	Last Frame	4338
8	PRNU Noise Estimation Mode	All Frames
9	Group Size	-
10	Evidence Video PRNU MD5	23dfa76f7be7dbel2d93767c09ef1bc0c
11	Processing Time In Seconds	998
12	Compatibility	Positive
13	PCE Value	5785.36
14	Threshold	60.00
15	Best Match	No transformation
16	Cropped Region	None

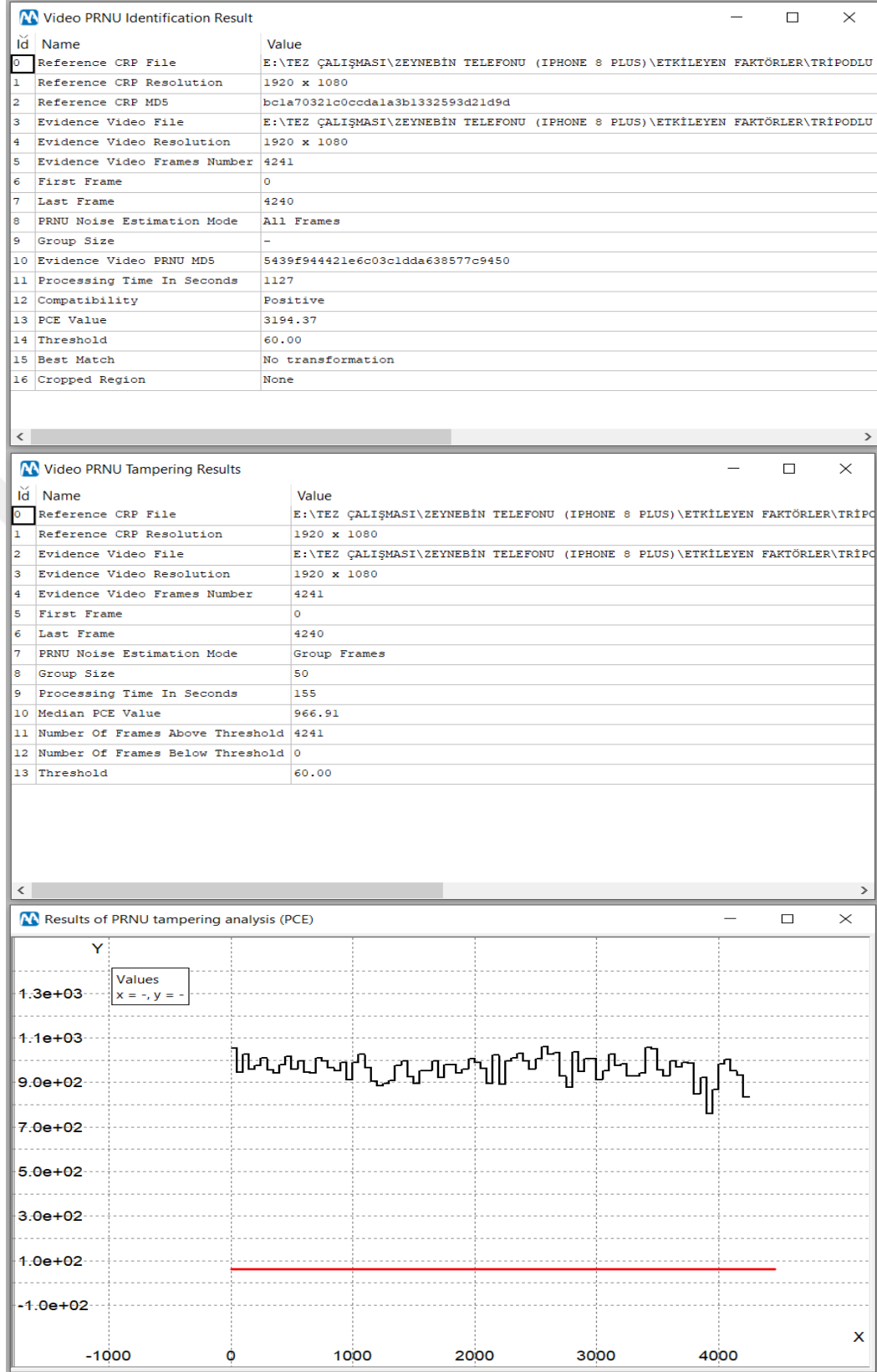
Video PRNU Tampering Results		
Id	Name	Value
0	Reference CRP File	E:\TEZ ÇALIŞMASI\ZEYNEBİN TELEFONU (IPHONE 8 PLUS)\ETKİLEYEN FAKTÖRLER\TRİPODLU
1	Reference CRP Resolution	1920 x 1080
2	Evidence Video File	E:\TEZ ÇALIŞMASI\ZEYNEBİN TELEFONU (IPHONE 8 PLUS)\ETKİLEYEN FAKTÖRLER\TRİPODLU
3	Evidence Video Resolution	1920 x 1080
4	Evidence Video Frames Number	4339
5	First Frame	0
6	Last Frame	4338
7	PRNU Noise Estimation Mode	Group Frames
8	Group Size	50
9	Processing Time In Seconds	121
10	Median PCE Value	436.07
11	Number Of Frames Above Threshold	4339
12	Number Of Frames Below Threshold	0
13	Threshold	60.00



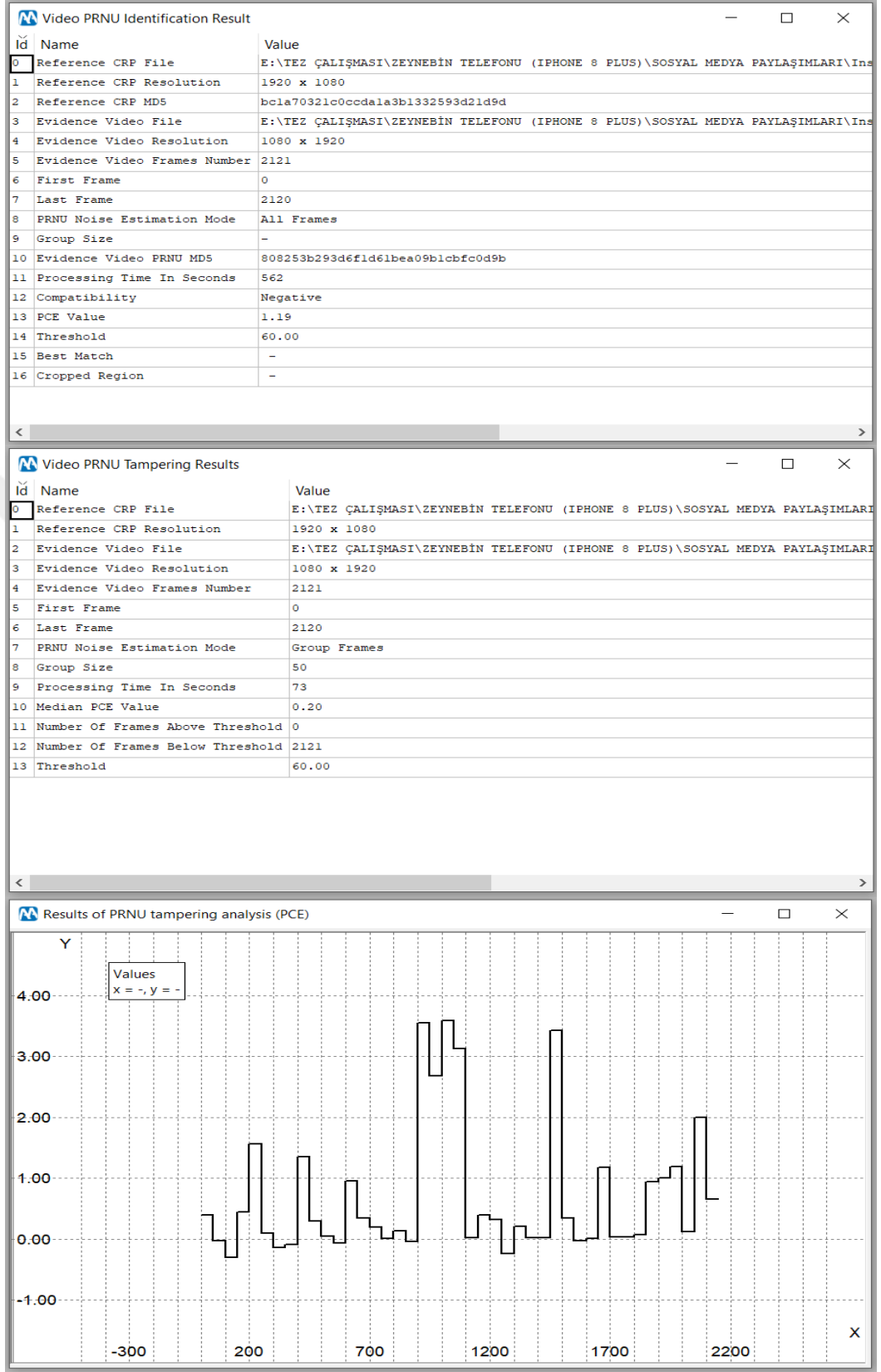
Şekil-3.124. Dış ortamda çekilen ve instagramda mesaj olarak paylaşılan kanıt videosunun paylaşım öncesi kaynak analizi mukayesesine yönelik analiz sonuçları.



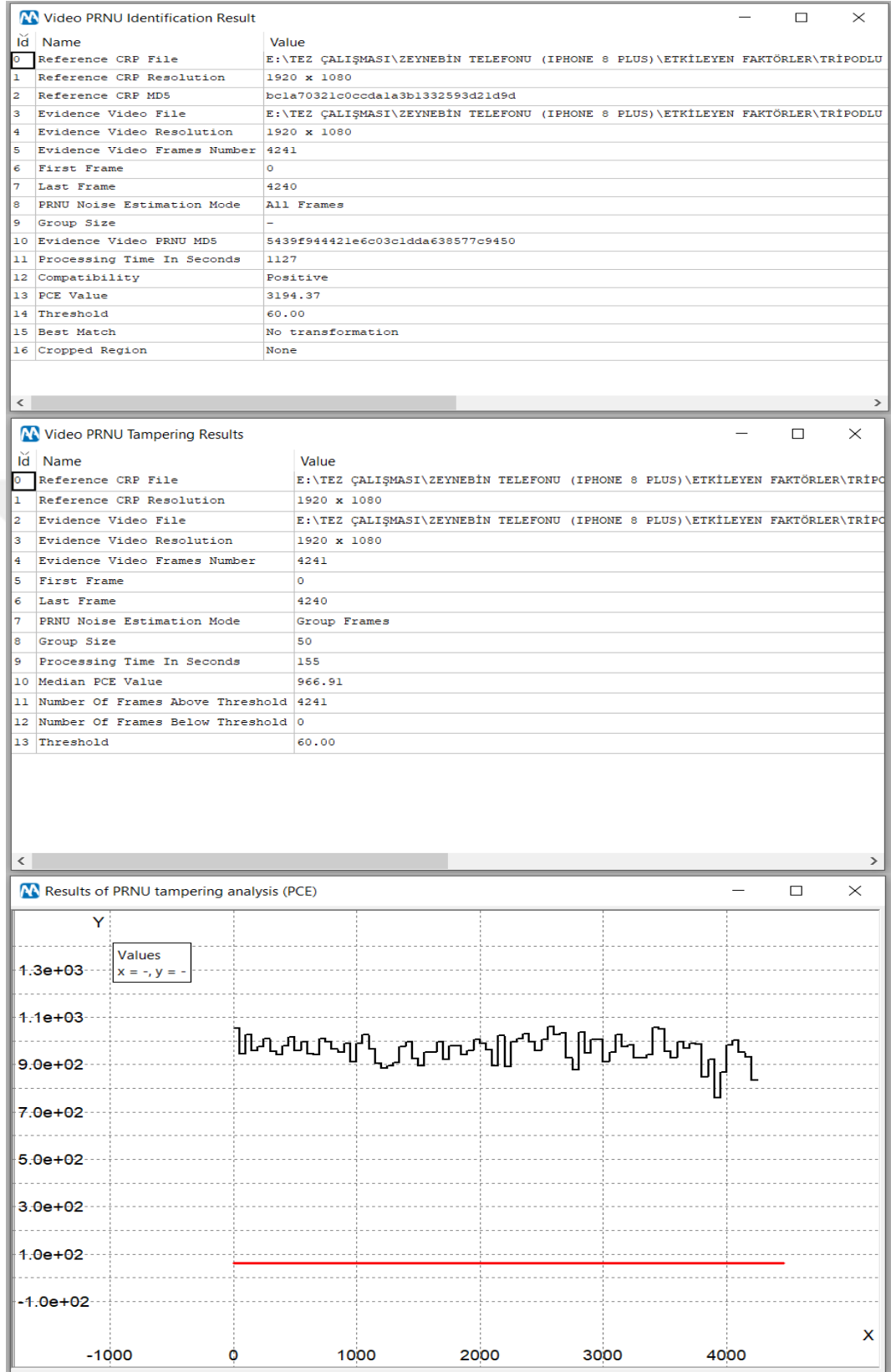
Şekil-3.125. İç ortamda çekilen ve instagramda mesaj olarak paylaşılan kanıt videosunun kaynak analizi mukayesesine yönelik analiz sonuçları.



Şekil-3.126. İç ortamda çekilen ve instagramda mesaj olarak paylaşılan kanıt videosunun paylaşım öncesi kaynak analizi mukayesesine yönelik analiz sonuçları.



Şekil-3.127. İç ortamda çekilen ve instagramda reels olarak paylaşılan kanıt videosunun kaynak analizi mukayesesine yönelik analiz sonuçları.



Şekil-3.128. İç ortamda çekilen ve instagramda reels olarak paylaşılan kanıt videosunun paylaşım öncesi kaynak analizi mukayesesine yönelik analiz sonuçları.

- Iphone marka 8 Plus model cep telefonundan Xiaomi marka Redmi Note 10S model cep telefonuna Whatsapptan mesaj olarak paylaşım yapıldığında;

- Iphone 8 Plus cep telefonundan dış ortamda, akşam koşullarında, kamera yatay çekim konumunda, 1920x1080 çözünürlüğünde çekimi yapılan ve kaynak analizi uygunluk sonucu “Pozitif” olarak sonuçlanan kanıt videosu Whatsapp uygulamasıyla Iphone 8 Plus cep telefonundan, Xiaomi Redmi Note 10S model cep telefonuna mesaj olarak gönderilmiş ve 1920x1080 olan videonun çözünürlüğü 848x480 olarak düşmüştür. Gönderilen video Xiaomi Redmi Note 10S model cep telefonundan kabloyla direkt çalışma bilgisayarına kopyalanmıştır. Mukayese sonucunda, mesaj olarak paylaşılan videonun kaynak analizi sonucu “Negatif” olarak sonuçlanmıştır. Toplamda 4337 olan kare sayısından 2437 karenin 60 eşğin altında kalarak tabloda yer aldığı ancak geriye kalan 1900 karenin tabloda yer almadığı görülmüştür.

Whatsapta mesaj olarak paylaşılan bu videonun paylaşılmadan önceki kaynak analizi mukayese sonucu “Pozitif” olmakla birlikte paylaşıldıktan sonra “Negatif” sonuçlanmıştır.

Whatsapta mesaj olarak paylaşılan kanıt videosunun paylaşılmadan önceki PCE değeri 5785.36 iken, paylaşıldıktan sonraki değeri 24,92 olarak düşmüştür. Ayrıca Whatsapta mesaj olarak paylaşılan 1920x1080 çözünürlüğündeki kanıt videosunun paylaşılmadan önceki kare sayısı 4339 iken, paylaşım sonrasında 480x268 olan videonun kare sayısı 4337 olarak fazla değişiklik göstermediği gözlemlenmiştir.

- İç ortamda, akşam koşullarında, kamera yatay çekim konumunda, 1920x1080 çözünürlüğünde çekimi yapılan ve kaynak analizi uygunluk sonucu “Pozitif” sonuçlanan kanıt videosu Whatsapp uygulamasıyla Iphone 8 Plus model cep telefonundan, Xiaomi Redmi Note 10S model cep telefonuna mesaj olarak gönderilmiş ve 1920x1080 olan videonun çözünürlüğü 848x480 olarak düşmüştür. Gönderilen video Xiaomi Redmi Note 10S model cep telefonundan kabloyla direkt çalışma bilgisayarına kopyalanmıştır.

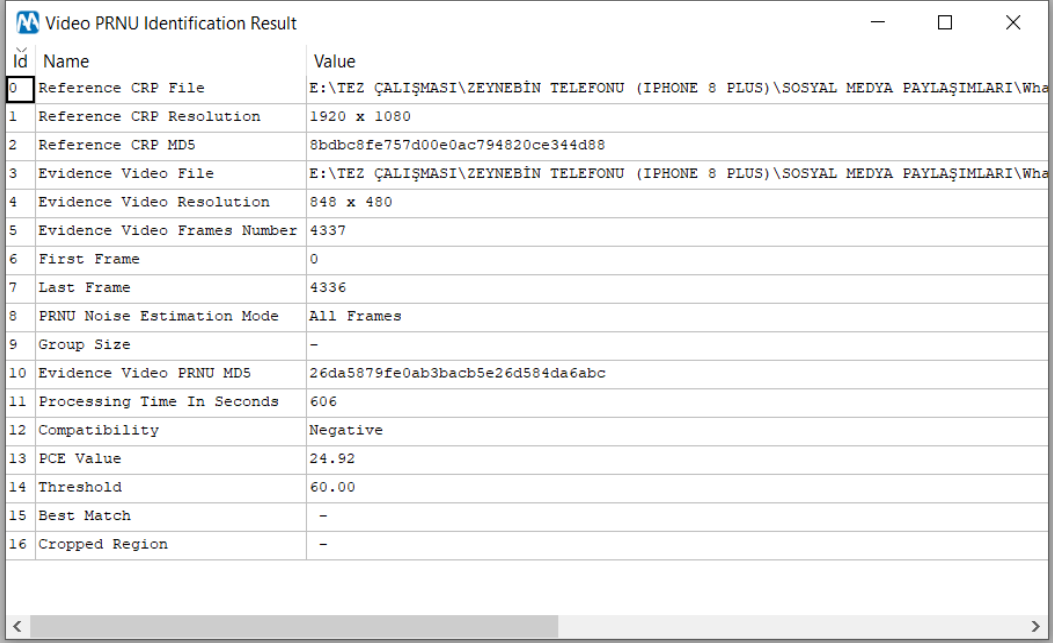
Mukayese sonucunda, mesaj olarak paylaşılan videonun kaynak analizi sonucu “Negatif” sonuçlanarak toplamda 4239 olan kare sayısından 2289 karenin 60 eşğin altında kalarak tabloda yer aldığı ancak geriye kalan 1950 karenin tabloda yer almadığı görülmüştür.

Whatsappta mesaj olarak paylaşılan bu videonun paylaşılmadan önceki kaynak analizi mukayese sonucu “Pozitif” olmakla birlikte paylaşıldıktan sonra “Negatif” sonuçlanmıştır.

Whatsappta mesaj olarak paylaşılan kanıt videosunun paylaşılmadan önceki PCE değeri 3194.37 iken, paylaşıldıktan sonraki değeri -0,28 olarak düşmüştür. Ayrıca Whatsappta mesaj olarak paylaşılan 1920x1080 çözünürlüğündeki kanıt videosunun paylaşılmadan önceki kare sayısı 4241 iken, paylaşım sonrasında 480x268 olan videonun kare sayısının 4239 olarak fazla değişiklik göstermediği gözlemlenmiştir.

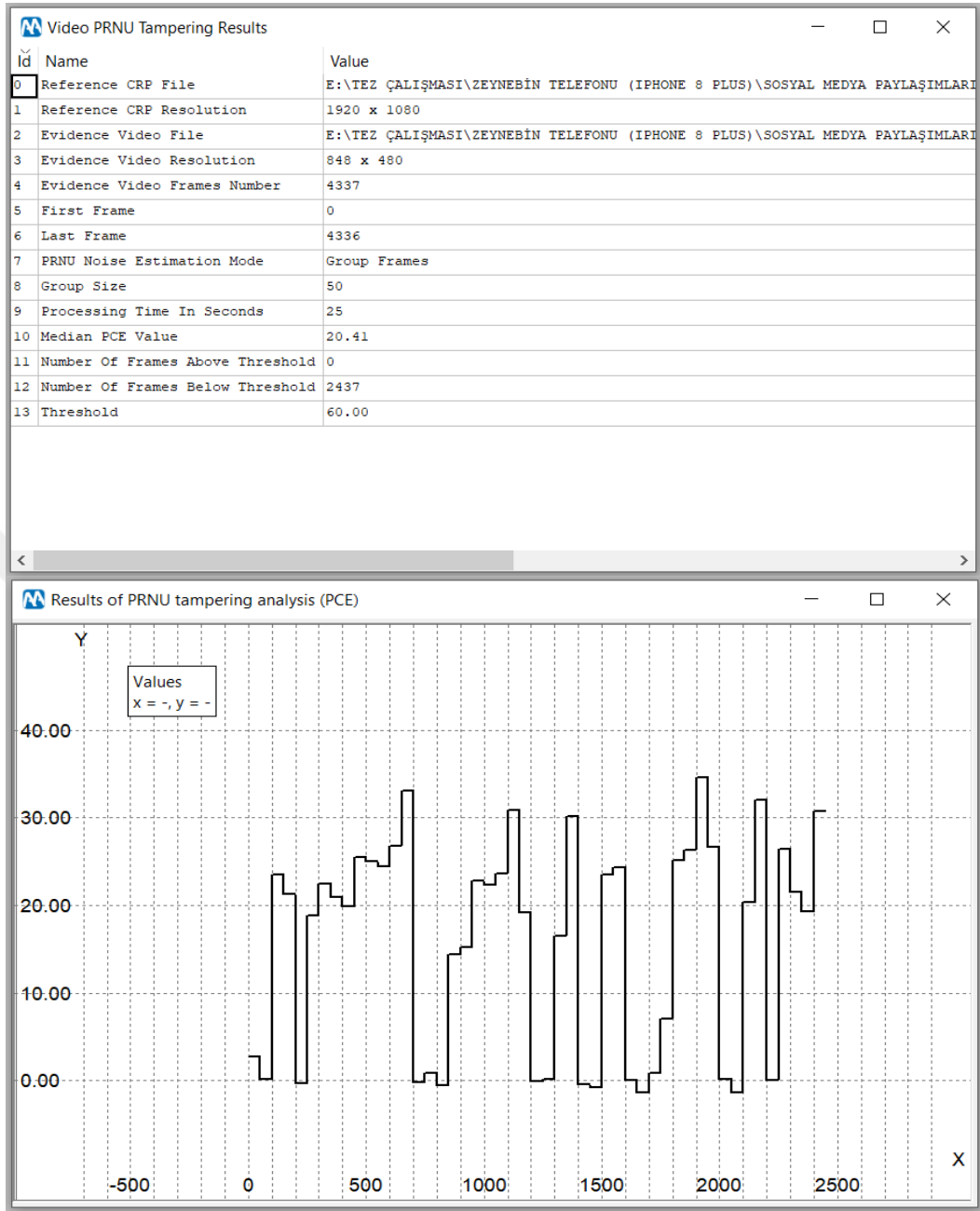
Dolayısıyla Iphone marka 8 Plus model cep telefonu için kaynak analizi “Pozitif” sonuçlanan videoların instagramda ve whatsapp'ta paylaşılmasının sonucunda “Negatif” sonuçlanmasıyla bu sosyal medya uygulamalarında paylaşılmasının kaynak analizi uygunluk sonucunu, PRNU’yu negatif yönde etkilediği gözlemlenmiştir.

Analiz sonuçları Şekil-3.129.- Şekil-3.133.’de gösterilmiştir.



Id	Name	Value
0	Reference CRP File	E:\TEZ ÇALIŞMASI\ZEYNEBİN TELEFONU (IPHONE 8 PLUS)\SOSYAL MEDYA PAYLAŞIMLARI\Whe
1	Reference CRP Resolution	1920 x 1080
2	Reference CRP MD5	8bdbcb8fe757d00e0ac794820ce344d88
3	Evidence Video File	E:\TEZ ÇALIŞMASI\ZEYNEBİN TELEFONU (IPHONE 8 PLUS)\SOSYAL MEDYA PAYLAŞIMLARI\Whe
4	Evidence Video Resolution	848 x 480
5	Evidence Video Frames Number	4337
6	First Frame	0
7	Last Frame	4336
8	PRNU Noise Estimation Mode	All Frames
9	Group Size	-
10	Evidence Video PRNU MD5	26da5879fe0ab3bacb5e26d584da6abc
11	Processing Time In Seconds	606
12	Compatibility	Negative
13	PCE Value	24.92
14	Threshold	60.00
15	Best Match	-
16	Cropped Region	-

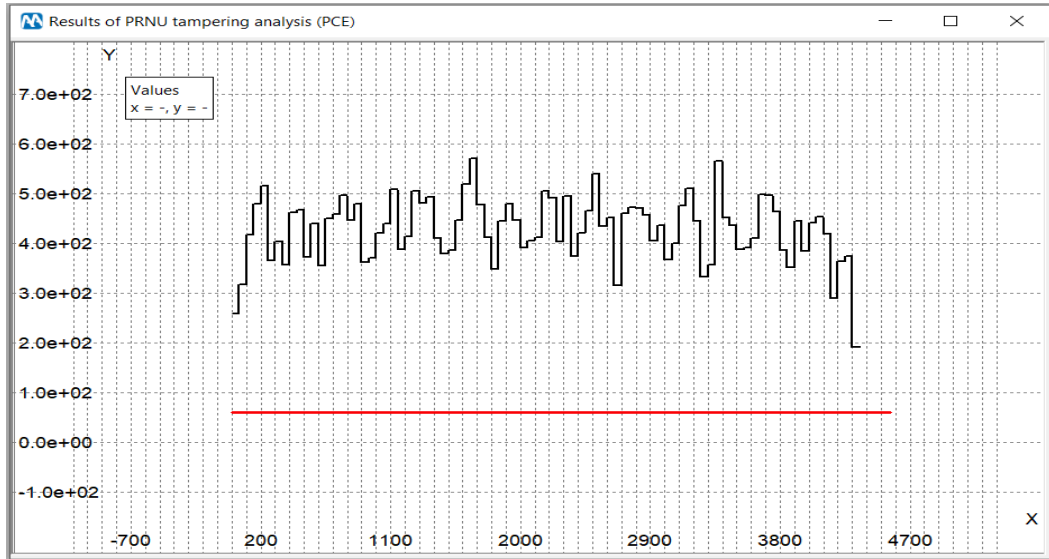
Şekil-3.129. Dış ortamda çekilen ve whatsapp'ta mesaj olarak paylaşılan kanıt videosunun kaynak analizi mukayesesine yönelik analiz sonucu.



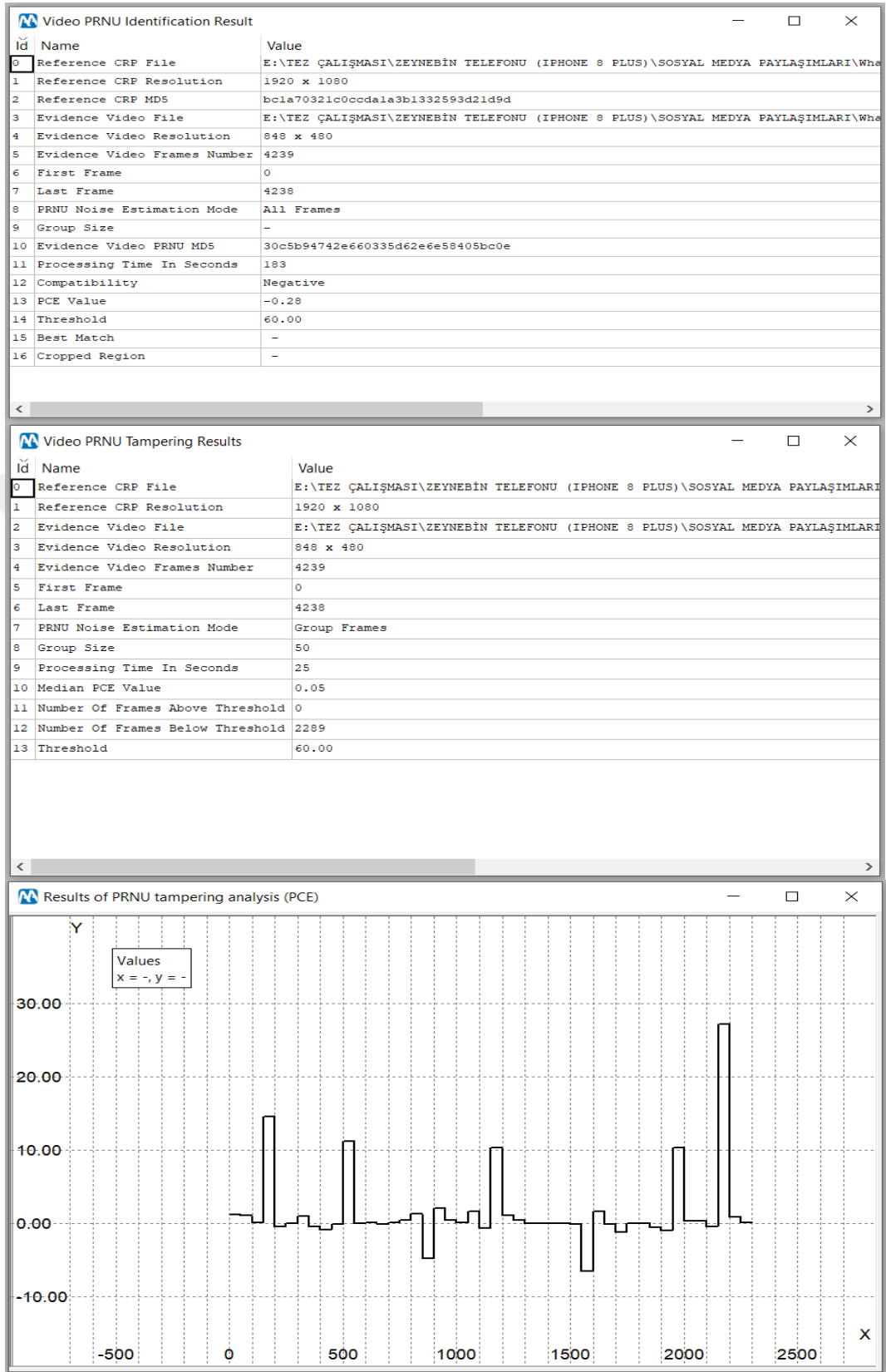
Şekil-3.130. Dış ortamda çekilen ve whatsapp'ta mesaj olarak paylaşılan kanıt videosunun kaynak analizi mukayyesine yönelik analiz sonuçları.

Video PRNU Identification Result		
Id	Name	Value
0	Reference CRP File	E:\TEZ ÇALIŞMASI\ZEYNEBİN TELEFONU (IPHONE 8 PLUS)\ETKİLEYEN FAKTÖRLER\TRİPODLU
1	Reference CRP Resolution	1920 x 1080
2	Reference CRP MD5	8bdbc8fe757d00e0ac794820ce344d88
3	Evidence Video File	E:\TEZ ÇALIŞMASI\ZEYNEBİN TELEFONU (IPHONE 8 PLUS)\ETKİLEYEN FAKTÖRLER\TRİPODLU
4	Evidence Video Resolution	1920 x 1080
5	Evidence Video Frames Number	4339
6	First Frame	0
7	Last Frame	4338
8	PRNU Noise Estimation Mode	All Frames
9	Group Size	-
10	Evidence Video PRNU MD5	23dfa76fbe7dbel2d93767c09eflbc0c
11	Processing Time In Seconds	998
12	Compatibility	Positive
13	PCE Value	5785.36
14	Threshold	60.00
15	Best Match	No transformation
16	Cropped Region	None

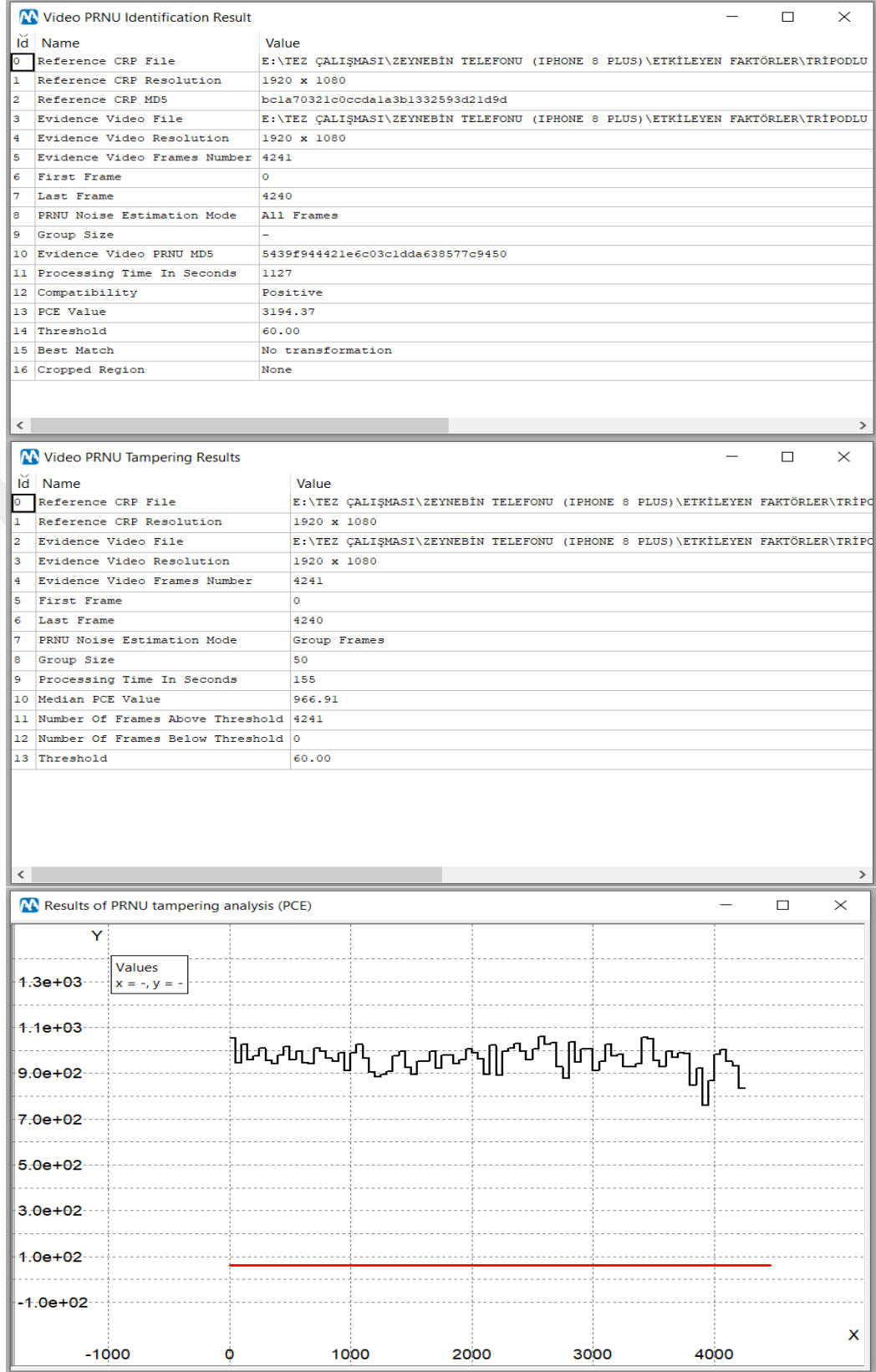
Video PRNU Tampering Results		
Id	Name	Value
0	Reference CRP File	E:\TEZ ÇALIŞMASI\ZEYNEBİN TELEFONU (IPHONE 8 PLUS)\ETKİLEYEN FAKTÖRLER\TRİPODLU
1	Reference CRP Resolution	1920 x 1080
2	Evidence Video File	E:\TEZ ÇALIŞMASI\ZEYNEBİN TELEFONU (IPHONE 8 PLUS)\ETKİLEYEN FAKTÖRLER\TRİPODLU
3	Evidence Video Resolution	1920 x 1080
4	Evidence Video Frames Number	4339
5	First Frame	0
6	Last Frame	4338
7	PRNU Noise Estimation Mode	Group Frames
8	Group Size	50
9	Processing Time In Seconds	121
10	Median PCE Value	436.07
11	Number Of Frames Above Threshold	4339
12	Number Of Frames Below Threshold	0
13	Threshold	60.00



Şekil-3.131. Dış ortamda çekilen ve whatsapp'ta mesaj olarak paylaşılan kanıt videosunun paylaşım öncesi kaynak analizi mukayesesine yönelik analiz sonuçları.



Şekil-3.132. İç ortamda çekilen ve whatsapp'ta mesaj olarak paylaşılan kanıt videosunun kaynak analizi mukayesesine yönelik analiz sonuçları.



Şekil-3.133. İç ortamda çekilen ve whatsapp'ta mesaj olarak paylaşılan kanıt videosunun paylaşım öncesi kaynak analizi mukayyesesine yönelik analiz sonuçları.

3.9. Araştırma Sonucunda Amped Authenticate (version nu:27947) Yazılımının Etkinliği

Bu çalışmada, Samsung marka J7 model cep telefonu, Canon marka Eos 70D model fotoğraf makinası, Canon marka Legria Hfr806 HD model video kamera, Samsung marka Galaxy M31 model cep telefonu, Xiaomi marka Redmi Note 8, Xiaomi marka Redmi Note 10S model ve Iphone marka 8 Plus model cep telefonu olmak üzere yedi adet farklı kamera ile çekim yapılan görüntüler üzerinde Amped Authenticate yazılımı kullanılarak şüpheli kamera tespitine yönelik incelemeler yapılmıştır.

Şüpheli kamera tespitine yönelik olarak, video üzerinde herhangi bir müdahale olmadan (normal koşullarda) dış ve iç ortamlarda, akşam, karanlık ve gündüz koşullarında, kamera hareket ettirilerek (el ile yavaşça) ve hareket ettirilmeden sabit tutularak, kamera yatay ve dikey çekim konumlarında, 640x480, 1280x720, 1920x1080 ve 3840x2160 çözünürlüklerinde görüntüler çekilmiştir.

Normal koşullarda çekilen videolarda:

Samsung marka J7 model cep telefonunda referans ve kanıt videosu olmak üzere toplamda 44 adet video tripodsuz çekilerek, 22 adet deney yapılmıştır. Deneyler Amped Authenticate yazılımında analiz edilmiştir. Yapılan deneyler neticesinde, 22 adet deneyde iç ortamda, akşam koşullarında, kameranın yatay çekim konumunda, hareket ettirilmeden çekimi yapılan 640x480 çözünürlüğündeki 1 adet kanıt videosunun aynı koşullarda çekilen referans video modeliyle mukayesesi “Negatif” sonuçlanmış diğer 21 adet deneyin kaynak analizi uygunluk sonucu “Pozitif” sonuçlanarak, Authenticate’n başarılı sonuç verdiği görülmüştür.

Canon EOS 70D model fotoğraf makinası ile otomatik ve manuel çekim modları kullanılarak, referans ve kanıt videosu olmak üzere toplamda 28 adet video çekilerek 14 adet deney yapılmıştır. Deneyler Amped Authenticate yazılımında analiz edilmiştir. Yapılan deneyler neticesinde, iç ve dış ortamda, akşam ve gündüz koşullarında, tripodla çekimi yapılan 640x480 çözünürlüğünde çekim yapılan üç adet deneyde, kanıt videolarının aynı koşullarda çekilen referans video modelleriyle mukayesesi “Negatif” sonuçlanmış ancak diğer 11 adet deneyin kaynak analizi uygunluk sonucu “Pozitif” sonuçlanarak Authenticate’n başarılı sonuç verdiği görülmüştür.

Canon Legria HFR806 HD video kamera ile referans ve kanıt videosu olmak üzere toplamda 26 adet video çekilerek 13 adet deney yapılmıştır. Deneyler Amped Authenticate yazılımında analiz edilmiştir. Yapılan deneyler neticesinde, iç ve dış ortamda, akşam, karanlık ve gündüz koşullarında, tripodla çekimi yapılan, 1280x720 (4mphs) ve 1920x1080 (17mphs, 35mphs) çözünürlüğünde, 13 adet deneyin kaynak analizi uygunluk sonucu “Pozitif” sonuçlanarak Authenticate’n bu videoların tamamında başarılı sonuç verdiği görülmüştür.

Samsung marka Galaxy M31 model cep telefonu ile referans ve kanıt videosu olmak üzere toplamda 38 adet video tripodsuz çekilerek 19 adet deney yapılmıştır. Deneyler Amped Authenticate yazılımında analiz edilmiştir. Yapılan deneyler neticesinde, iç ve dış ortamda, akşam, karanlık ve gündüz koşullarında, kamera yatay ve dikey çekim konumunda, 1280x720, 1920x1080 ve 3840x2160 çözünürlüğünde, kamera hareket ettirilerek ve sabit tutularak çekimi yapılan 13 adet deneyin kaynak analizi uygunluk sonucu “Pozitif” sonuçlanarak Authenticate’n bu videoların tamamında başarılı sonuç verdiği görülmüştür.

Xiaomi marka Redmi Note 8 model cep telefonunda referans ve kanıt videosu olmak üzere toplamda 70 adet video tripodsuz çekilerek, 35 adet deney yapılmıştır. Deneyler Amped Authenticate yazılımında analiz edilmiştir. Yapılan deneyler neticesinde, dış ortamda, akşam ve gündüz koşullarında, iç ortamda, akşam ve gündüz koşullarında 1280x720 çözünürlüğünde çekim yapılan dokuz adet deneyin, kanıt videolarının aynı koşullarda çekilen referans video modelleriyle mukayesesi “Negatif” sonuçlanmış ve diğer 26 adet deneyin kaynak analizi uygunluk sonucu “Pozitif” sonuçlanarak Authenticate’n başarılı sonuç verdiği görülmüştür.

Xiaomi marka Redmi Note 10S model cep telefonunda referans ve kanıt videosu olmak üzere toplamda 100 adet video, tripodsuz çekilerek 50 adet deney yapılmıştır. Deneyler Amped Authenticate yazılımında analiz edilmiştir. Yapılan deneyler neticesinde, dış ortamda, akşam ve gündüz koşullarında, iç ortamda, akşam ve gündüz koşullarında 1280x720 çözünürlüğünde çekim yapılan 20 adet deney ile dış ortamda, akşam koşullarında çekim yapılan 1920x1080 (3P) çözünürlüğünde iki adet kanıt videosunun referans video modelleriyle mukayesesi “Negatif” sonuçlanmış ve diğer 28 adet deneyin kaynak analizi uygunluk sonucu “Pozitif” sonuçlanarak Authenticate’n başarılı sonuç verdiği görülmüştür.

Iphone marka 8 plus model cep telefonundan referans ve kanıt videosu olmak üzere toplamda 14 adet video, tripodsuz çekilerek yedi adet deney yapılmıştır. Deneyler Amped Authenticate yazılımında analiz edilmiştir. Yapılan deneyler neticesinde, dış ortamda, gündüz koşullarında, 1920x1080 çözünürlüğünde çekim yapılan 1 adet deneyde kanıt videosunun referans video modeliyle mukayesesi “Negatif” sonuçlanmış ve diğer dış ve iç ortamlarda, kamera hareket ettirilerek ve sabit tutularak, kamera yatay ve dikey çekim konumunda çekilen 1920x1080 çözünürlüğündeki altı adet deneyin kaynak analizi uygunluk sonucu “Pozitif” sonuçlanarak, Authenticate’n başarılı sonuç verdiği görülmüştür.

Şüpheli kamera tespitiye yönelik olarak, cihaz analizi sonucunu etkileyebileceği değerlendirilen çeşitli faktörlerde yeniden çekimler yapılarak deneyler yapılmış ve mevcut görüntü kayıtlarından da analiz sonucunu etkileyebilecek faktörler doğrultusunda deneyler yapılmıştır.

Bu kapsamda, aynı zamanda Amped Authenticate yazılımının analiz sonuçlarını, etkinliğini de test edebilmek maksadıyla analiz sonuçlarını, etkileyebileceği değerlendirilen faktörlere göre yapılan çekimlerde;

Samsung marka J7 model cep telefonu ile;

Aynı ve farklı kameralardan çekilen videoların birbiri içine eklenmesiyle oluşturulan yeni videoların kaynak analizi sonuçlarını ve Authenticate yazılımının etkinliğini test etmek maksadıyla, Samsung marka J7 model cep telefonu ile daha önceden çekim yapılan ve sonucu “Pozitif” olan aynı ve farklı çözünürlüklerde bazı videolar Adobe Premiere yazılımında birbiri içine eklenerek yeni videolar oluşturuldu. Samsung J7 model cep telefonundan çekimi yapılan video ile Canon Eos 70D model fotoğraf kamerasından çekim yapılan video birbiri içine eklenerek birleştirildi. Burada 14 adet video ile 4 adet deney yapılmıştır.

Samsung J7 model cep telefonundan çekimi yapılan videoların birbiri içine eklenmesiyle oluşturulan görüntülerde, Amped Authenticate kaynak analizi mukayese sonucu “Pozitif”, aynı kameradan çekilen farklı çözünürlüklerin birbiri içine eklenmesiyle oluşturulan görüntünün mukayesesi “Pozitif” ve oluşturulan videonun 640x480 ve referans videosunun

1280x720 olmasından kaynaklandığı değerlendirilen “Cropped” sonucunun verdiği görülmüştür.

Whatsappta paylaşılan videonun paylaşılmadan önceki videoyla birbiri içine eklenmesiyle oluşturulan görüntünün sonucu “Pozitif”, Samsung J7 model cep telefonundan çekimi yapılan video ile Canon Eos 70D model fotoğraf kamerasından çekim yapılan videonun birbiri içine eklenmesiyle oluşan görüntünün sonucu da “Pozitif” sonuçlanmıştır. Dolayısıyla Authenticate yazılımının değişikliği algıladığı ve başarılı sonuçlar verdiği tespit edilmiştir.

Bu kameradan çekim yapılan dört adet referans ve kanıt videosu kullanılarak, Adobe Premierde çeşitli bölümlerinden kırılarak yeniden görüntüler oluşturulmuş ve iki adet deney yapılmıştır. Oluşturulan görüntülerin, referans video modelleriyle kaynak analizi mukayese sonucu “Pozitif” sonuçlanmış ve referans video çözünürlüğü ile yeniden oluşturulan videonun çözünürlüğü birbirinin aksi boyutlarda (1920x1080 ile 1080x1920 şeklinde) olmasından kaynaklı “Rotated” uyarısını verdiği görülmüştür.

Çözünürlüğün sonradan düşürülmesi ve yükseltilmesi ile mukayese edilecek videoların farklı çözünürlükte olmasının kaynak analizine etkisi ve Authenticate’n sonuçlarını görebilmek maksadıyla, bu kameradan çekim yapılan toplam 8 adet videonun referans ve kanıt videolarının mevcut çözünürlükleri ayrı ayrı yükseltilerek ve düşürülerek dört adet deney yapılmış ve bu görüntüler yazılımda mukayese edilmiştir. Çözünürlükleri sonradan değiştirildiği için orijinal referans video modeliyle mukayese sonucunda “Resized” uyarısını verdiği görülmüştür.

Farklı çözünürlüklerde aynı ve farklı ortamlarda çekimi yapılan dört adet video ile iki adet deney yapılmıştır. Samsung J7 model cep telefonu kamerası için referans ve kanıt videosunun farklı çözünürlüklerde (1920x1080-640x480) olması kaynak analizi uygunluk sonucunu negatif yönde etkileyerek Authenticate de “Negatif” sonuç vermiştir.

Referans ve kanıt videosunun farklı ışık koşullarında olmasının kaynak analizine etkisi ve Authenticate’n sonuçlarını görebilmek maksadıyla, altı adet video kullanılarak, dört adet deney yapılmış, referans ve kanıt videosu birbirlerinden farklı ışık koşullarındaki çekimleri mukayese edilerek kaynak analizi sonuçları “Pozitif” sonuçlanmıştır. Bu kamera

sensörü için farklı ışık koşullarının PRNU'yu olumsuz yönde etkilemediği ve Authenticate'n başarılı sonuçlar verdiği görülmüştür.

Kameranın hareket ettirilerek (el ile) ve sabit tutularak (el ile) çekim yapılmasının kaynak analizine etkisi ve Authenticate'n sonuçlarını görebilmek maksadıyla, kameranın hareketli/hareketsiz olması referans ve kanıt videosu birbirinin aksi şekilde çekilerek dört adet videoyla iki adet deney yapılmıştır. Deneyler neticesinde kaynak analizleri "Pozitif" sonuçlanarak, Authenticate'n başarılı sonuçlar verdiği görülmüştür.

Çekimlerin iç ve dış ortamda yapılmasının kamera sensör gürültüsüne, kaynak analizine olan etkisini ve Authenticate'n sonuçlarını görebilmek maksadıyla, dört adet video ile iki adet deney yapılarak referans ve kanıt videosu birbirlerinin aksi ortamlarıyla mukayese edilmiş ve Authenticate "Pozitif" sonuçlanarak başarılı sonuçlar verdiği görülmüştür.

Farklı kameraların Amped Authenticate analizinde sonuçlarını görebilmek maksadıyla Samsung J7 cep telefonu, Iphone 8 Plus ve Xiaomi Redmi Note 8 model cep telefonundan çekim yapılan üç adet referans ve üç adet kanıt videosu, birbirleriyle mukayese edilerek dokuz adet deney yapılmıştır. Farklı referans videosuyla farklı kanıt videoları mukayese edildiği için "Negatif" sonuçlanarak başarılı sonuç verdiği görülmüştür.

Tripod ile çekimin kaynak analizine olan etkisini ve Authenticate'n sonuçlarını görebilmek maksadıyla, 10 adet video ile beş adet deney yapılmıştır. Deneyler neticesinde, Authenticate "Pozitif" sonuçlanarak başarılı sonuç verdiği görülmüş ve daha önce negatif sonuçlanan videoların tripod ile tekrar çekilmesi durumunda ise yeniden "Negatif" sonuçlandığı görülmüştür.

Referans ve kanıt videosunun 1 dakikadan az, fazla ve birbirlerinden farklı sürelerde olmasının kaynak analizine etkisi ve Authenticate'n sonuçlarını görebilmek maksadıyla, sekiz adet video ile dört adet deney yapılmıştır. Deneyler neticesinde Authenticate "Pozitif" sonuçlanarak başarılı sonuç verdiği ve referans ve kanıt videosunun farklı sürelerde olmalarının ve bir dakikadan az ya da fazla olmasının PRNU'yu olumsuz yönde etkilemediği görülmüştür.

Referans ve kanıt videolarının birbirlerinin aksi çekim konumunda (yatay/dikey konumunda olması) olmasının kaynak analizine etkisi ve Authenticate'n sonuçlarını görebilmek maksadıyla, referans video dikey çekim konumunda iken, kanıtın yatay olduğu, kanıtın dikey çekim konumunda iken referansın yatay olduğu sekiz adet video ile dört adet deney yapılmıştır. Daha sonra Amped Five yazılımıyla “Rotate” filtresi kullanılarak videoların çekim konumlarının sonradan değiştirilmesinin kaynak analizine etkisi ve Authenticate'n sonuçlarını görebilmek maksadıyla, dört adet video ile iki adet deney yapılmıştır. Deneyler neticesinde Authenticate “Pozitif” sonuçlanarak başarılı sonuç verdiği, videolar rotate edildiği için Authenticate, Amped Five da yapılan rotate işlemini algılayıp “Rotate” uyarısını verdiği gözlemlenmiştir. Ayrıca referans ve kanıt videosunun farklı çekim konumlarında olmasının PRNU'ya olumsuz yönde etkisinin olmadığı görülmüştür.

Tripod kullanılmadan zoomlama yapılarak çekim yapılan videoların tripod ile tekrar çekildikten sonra Authenticatede sonuçlarının değişip değişmediğini test etmek maksadıyla dört adet video ile iki adet deney yapılmıştır. Deneyler neticesinde Authenticate “Pozitif” sonuçlanarak başarılı sonuç verdiği, tripod ile çekimin kaynak analizini etkilemediği gözlemlenmiştir.

Canon EOS 70D model fotoğraf makinası ile;

Aynı ve farklı kameralardan çekilen videoların birbiri içine eklenmesiyle oluşturulan yeni videoların kaynak analizi sonuçlarını ve Authenticate yazılımının etkinliğini test etmek maksadıyla, Canon Eos 70D model fotoğraf makinası ile önceden çekimi yapılan ve sonucu “Pozitif” olan aynı ve farklı çözünürlüklerde bazı videolar Adobe Premiere yazılımında birbiri içine eklenerek yeni videolar oluşturuldu.

Canon EOS 70D model fotoğraf makinasından çekimi yapılan video ile Canon Legria HFR806 HD video kamera ile çekim yapılan video birbiri içine eklenerek birleştirildi. Burada 12 adet video ile üç adet deney yapıldı. Canon EOS 70D model fotoğraf makinasından çekimi yapılan videoların birbiri içine eklenmesiyle oluşturulan görüntülerde Amped Authenticate kaynak analizi mukayese sonucu “Pozitif”, aynı kameradan çekilen farklı çözünürlüklerin birbiri içine eklenmesiyle oluşturulan 1920x1080 çözünürlüğündeki görüntünün, 1280x720 çözünürlüğündeki referans video modeliyle mukayese sonucu “Negatif”, 1920x1080 çözünürlüğündeki sonucu ise “Pozitif” sonuçlanmıştır. Canon EOS 70D model fotoğraf

makinasından çekimi yapılan video ile Canon Legria HFR806 HD video kamera ile çekim yapılan videonun birbiri içine eklenmesiyle oluşan görüntünün sonucu da “Pozitif” sonuçlanmıştır. Dolayısıyla Authenticate yazılımının başarılı sonuçlar verdiği görülmüştür.

Bu kameradan çekim yapılan dört adet referans ve kanıt videosu kullanılarak, Adobe Premierde çeşitli bölümlerinden kırılarak yeniden görüntüler oluşturulmuş ve iki adet deney yapılmıştır. Oluşturulan görüntülerin, referans video modelleriyle kaynak analizi mukayese sonucu “Pozitif” sonuçlanmış ve Adobe Premierde yapılan kırma işleminin kaynak analizine olumsuz yönde etkisinin olmadığı görülmüştür.

Çözünürlüğün sonradan düşürülmesi ve yükseltilmesi ile mukayese edilecek videoların farklı çözünürlükte olmasının kaynak analizine etkisini ve Authenticate’n sonuçlarını görebilmek maksadıyla, bu kameradan çekim yapılan toplam 8 adet videonun referans ve kanıt videolarının mevcut çözünürlükleri ayrı ayrı yükseltilerek ve düşürülerek, 4 adet deney yapılmış ve mukayeseleri yapılmıştır. Çözünürlükleri sonradan değiştirildiği için orijinal referans video modeliyle mukayese sonucunda “Resized” uyarısını vermiştir. Ancak çözünürlüğü 1280x720’den 2560x1440’a yükseltilen referans videosunun 1280x720 olan kanıt videosuyla mukayesesinde, 3772 kare sayısı olan videonun Authenticate analizi sonucunda 3522 karesinin tabloda 60 threshold değerinin üstünde kaldığı geriye kalan 250 karenin tabloda yer almadığı görülmüştür.

Farklı çözünürlüklerde aynı ve farklı ortamlarda çekimi yapılan 14 adet video ile yedi adet deney yapılmıştır. Deneyler sonucunda, Canon Eos 70D model fotoğraf makinası için aynı ortamlarda çekim yapılan 1280x720 çözünürlüğündeki referans video ile 640x480 çözünürlüğündeki kanıt videosunun mukayesesi “Negatif” sonuçlanırken, 1280x720 çözünürlüğündeki referans video ile 1920x1080 çözünürlüğündeki kanıt videosunun mukayesesi “Pozitif” sonuçlanmış ve iki görüntünün farklı çözünürlüklerde olmasından kaynaklandığı değerlendirilen “Resized” uyarısını verdiği görülmüştür. Ayrıca bu deneyde farklı ortamlarda çekim yapılan referans ve kanıt videolarının “Negatif” sonuçlandığı görülmüş ancak videoların farklı ortamlarda çekilmiş olmasından mı yoksa farklı çözünürlüklerde olmasından dolayı mı negatif sonuçlandığı ile ilgili bir kanaat oluşamamıştır.

Canon Eos 70D fotoğraf makinasının dijital stabilizasyonu açık iken sekiz adet video ile dört adet deney yapılmıştır. Deneyler tripod kullanılarak makinanın otomatik ve manuel çekim modlarıyla referans ve kanıt videoları dijital stabilizasyon özelliği açık ve kapalı olarak çekilerek mukayese edilmiştir. Deneyler neticesinde, Authenticate analizinde “Pozitif” sonuçlandığı ve bu kamera sensörü için dijital stabilizasyonun açık olarak çekim yapılmasının PRNU’yu olumsuz yönde etkilemediği tespit edilmiştir.

Canon Eos 70D fotoğraf makinasından dijital zoom kullanılarak, sekiz adet video ile dört adet deney yapılmıştır. Deneyler tripod kullanılarak, referans ve kanıt videoları dijital zoom kullanılarak ve kullanılmadan çekilmiş ve birbirleriyle mukayese edilmiştir. Deneyler neticesinde, Authenticate analizinde dijital zoom kullanılarak çekim yapılan referans ve kanıt videosunun kaynak analizi sonucu “Pozitif”, referans videosu dijital zoom kullanılmadan, kanıt videosu dijital zoom kullanılarak çekim yapılan videoların mukayesesi ise “Negatif” sonuçlanmıştır. Dolayısıyla bu kamera sensörü için videolardan bir tanesinin dijital zoom ile çekim yapılmasının PRNU’yu olumsuz yönde etkilediği değerlendirilmektedir.

Referans ve kanıt videosunun farklı ışık koşullarında olmasının kaynak analizine etkisi ve Authenticate’n sonuçlarını görebilmek maksadıyla, altı adet video kullanılarak, dört adet deney yapılmış, birbirlerinden farklı ışık koşullarında (akşam ve gündüz çekimleri) çekilen referans ve kanıt videosu mukayese edilmiştir. Mukayese neticesinde, karanlık ortamda çekim yapılan 1920x1080 çözünürlüğündeki referans videosu ile gündüz ortamda çekim yapılan 1280x720 çözünürlüğündeki kanıt videosunun kaynak analizi sonucu “Negatif”, diğer tüm deneylerin kaynak analizi uygunluk sonucu “Pozitif” sonuçlanmıştır. Ayrıca referans videosu 1280x720 iken kanıt videosu 1920x1080 olan görüntünün mukayesesinde “Resized” uyarısını verdiği görülmüştür. Bu kamera sensörü için referans videosunun karanlık koşulda çekilmesinin PRNU’yu olumsuz yönde etkilediği değerlendirilmektedir.

Çekimlerin iç ve dış ortamda yapılmasının kamera sensör gürültüsüne, kaynak analizine etkisini ve Authenticate’n sonuçlarını görebilmek maksadıyla, altı adet video ile dört adet deney yapılmış, birbirlerinden farklı ortamlarda çekilen referans ve kanıt videosu mukayese edilmiştir. Yapılan deneyler neticesinde, 1920x1080 çözünürlüğündeki referans video ile 1280x720 çözünürlüğündeki kanıt videosunun mukayese sonucu “Negatif”, 1280x720 çözünürlüğündeki referans ile 1920x1080 çözünürlüğündeki kanıt videosunun

mukayese sonucu “Negatif” sonuçlanarak, aynı çözünürlükteki videolar (1920x1080 çekilenler) “Pozitif” sonuçlanmıştır. Dolayısıyla bu deneyde videoların farklı ortamlarda çekilmesinin değil, 1280x720 ve 1920x1080 çözünürlüğündeki videoların birbirleri ile mukayesesinin PRNU’yu negatif yönde etkilediği değerlendirilmektedir.

Canon Eos 70D fotoğraf makinasından optik zoom kullanılarak çekimler yapıldığında bu durumun videoların kaynak analizine etkisini, aynı sensörden çekilip çekilmediği sonucunu gösteren uygunluk (compatibility) denetiminde verebileceği sonucu test etmekle birlikte Amped Authenticate yazılımının etkinliğini test etmek amacıyla, dört adet video ile iki adet deney yapılmıştır. Deneyler tripod kullanılarak, kanıt videoları optik zoom kullanılarak çekilmiş ve mukayese edilmiştir. Deneyler neticesinde, Authenticate analizinde optik zoom kullanılarak çekim yapılan kanıt videolarının, optik zoom kullanılmadan çekim yapılan referans video modelleriyle mukayese “Pozitif” sonuçlanmıştır. Dolayısıyla bu deneylerde optik zoom ile çekimin PRNU’yu olumsuz yönde etkilemediği ve Authenticate yazılımının ise başarılı sonuçlar verdiği tespit edilmiştir.

Renk tonlarının, renk doygunluğunun PRNU’ya etkisi olup olmadığını test etmek, aynı ve farklı renk tonlarındaki çekimlerde Amped Authenticate yazılımının sonuçlarını incelemek amacıyla, sekiz adet video ile dört adet deney yapıldı. Deneyler tripod ile çekildi. Yapılan deneyler neticesinde, kahverengi ve kırmızı tonlarındaki eşyaların çekildiği videoların kaynak analizi uygunluk sonucu “Negatif”, sarı tonlarındaki tişörtün çekildiği kanıt videosunun uygunluk sonucu ise “Pozitif” sonuçlanmıştır. Dolayısıyla, kahverengi ve kırmızı tonlarının PRNU’yu olumsuz yönde etkilediği ya da 640x480 çözünürlüğünün düşük olmasından dolayı kaynak analizi uygunluk sonucunu olumsuz yönde etkilediği değerlendirilmektedir.

Referans ve kanıt videosunun bir dakikadan az, fazla ve birbirlerinden farklı sürelerde olmasının kaynak analizine etkisi ve Authenticate’n sonuçlarını görebilmek amacıyla, 16 adet video ile sekiz adet deney yapılmıştır. Deneyler neticesinde Authenticate “Pozitif” sonuçlanarak başarılı sonuç verdiği ve referans ve kanıt videosunun bir dakikadan az, fazla ve birbirlerinden farklı sürelerde olmasının PRNU’yu olumsuz yönde etkilemediği görülmüştür.

Canon Legria HFR806 model video kamera ile;

Aynı ve farklı kameralardan çekilen videoların birbiri içine eklenmesiyle oluşturulan yeni videoların kaynak analizi sonuçlarını ve Authenticate yazılımının etkinliğini test etmek amacıyla, Canon Legria HFR806 model video kamera ile daha önce çekimi yapılan ve sonucu “Pozitif” olan aynı ve farklı çözünürlüklerde bazı videolar Adobe Premiere yazılımında birbiri içine eklenerek yeni videolar oluşturuldu. Canon Legria HFR806 model video kameradan çekimi yapılan video ile Iphone 8 Plus model cep telefonu ile çekim yapılan video birbiri içine eklenerek birleştirildi. Burada 12 adet video ile üç adet deney yapılmıştır.

Canon Legria HFR806 model video kameradan çekimi yapılan videoların birbiri içine eklenmesiyle oluşturulan görüntülerde, Amped Authenticate kaynak analizi mukayese sonucu “Pozitif”, aynı kameradan çekilen farklı çözünürlüklerin birbiri içine eklenmesiyle oluşturulan görüntünün mukayese sonucu “Pozitif” sonuçlanmıştır. Canon Legria HFR806 model video kameradan çekimi yapılan video ile Iphone 8 Plus model cep telefonu ile çekim yapılan videonun birbiri içine eklenmesiyle oluşan görüntünün sonucu da “Pozitif” sonuçlanmıştır. Ayrıca 1280x720 çözünürlüğündeki yeni oluşturulan video ile 1920x1080 çözünürlüğündeki referans video modeli ile mukayesesinde “Cropped and Rotated” uyarısı da görülmüş ve sebebinin videonun dışa aktarılırken (exportlanırken) referans videosundan düşük çözünürlükte aktarımından kaynaklandığı değerlendirilmektedir. Ancak video da kırpma olmadığı halde Authenticate’n Cropped uyarısını neden verdiği ile ilgili bir kanaat oluşamamıştır.

Bu kameradan çekim yapılan dört adet referans ve kanıt videosu kullanılarak, Adobe Premierede çeşitli bölümlerinden kırılarak yeniden görüntüler oluşturulmuş ve iki adet deney yapılmıştır. Oluşturulan görüntülerin, referans video modelleriyle kaynak analizi mukayese sonucu “Pozitif” sonuçlanmış ve Adobe Premierede yapılan kırpma işleminin kaynak analizine olumsuz yönde etkisinin olmadığı görülmüştür.

Çözünürlüğün sonradan düşürülmesi ve yükseltilmesi ile mukayese edilecek videoların farklı çözünürlükte olmasının kaynak analizine etkisi ve Authenticate’n sonuçlarını görebilmek amacıyla, bu kameradan çekim yapılan toplam sekiz adet videonun referans ve kanıt videolarının mevcut çözünürlükleri ayrı ayrı yükseltilerek ve düşürülerek dört adet deney

yapılarak mukayese edildi. Çözünürlükleri sonradan değiştirildiği için orijinal referans video modeliyle mukayese sonucunda “Resized” uyarısını da vermiştir.

Farklı çözünürlüklerde aynı ve farklı ortamlarda çekimi yapılan dört adet video ile iki adet deney yapılmıştır. Deneyler sonucunda, Canon Legria HFR806 model video kamerası için aynı, farklı ortamlarda ve farklı çözünürlüklerde çekim yapılan referans ve kanıt videolarının birbirleriyle olan mukayesesi “Pozitif” sonuçlanmış ve iki görüntünün farklı çözünürlüklerde olmasından kaynaklandığı değerlendirilen “Resized” uyarısı ile Authenticate’n başarılı sonuçlar verdiği görülmüştür.

Canon Legria HFR806 model video kameranin dijital stabilizasyonu açık iken çekimler yapıldığında bu durumun videoların kaynak analizinde, aynı sensörden çekilip çekilmediği sonucunu gösteren uygunluk (compatibility) denetiminde verebileceği sonucu test etmekle birlikte Amped Authenticate yazılımının etkinliğini test etmek maksadıyla, 6 adet video ile 3 adet deney yapılmıştır. Deneyler tripod kullanılarak, referans ve kanıt videoları dijital stabilizasyon özelliği açık ve kapalı olarak çekilerek mukayese edilmiştir. Deneyler neticesinde, Authenticate analizinde tüm deneylerin “Pozitif” sonuçlandığı ve bu kamera sensörü için videoların dijital stabilizasyonun açık olarak çekilmesinin PRNU’yu olumsuz yönde etkilemediği tespit edilmiştir.

Canon Legria HFR806 model video kameranin dijital zoom (1114x) kullanılarak çekimler yapıldığında bu durumun videoların kaynak analizine olan etkisini ve aynı sensörden çekilip çekilmediği sonucunu gösteren uygunluk (compatibility) denetiminde verebileceği sonucu test etmekle birlikte Amped Authenticate yazılımının etkinliğini test etmek maksadıyla, 10 adet video ile beş adet deney yapılmıştır. Deneyler tripod kullanılarak, referans ve kanıt videoları dijital zoom (1114x) ve optik zoom (32x) kullanılarak çekilmiş ve birbirleriyle mukayese edilmiştir.

Deneyler neticesinde, referans ve kanıt videosu dijital zoom (1114x) kullanılarak çekilen videoların kaynak analizi uygunluk sonucu “Pozitif”, referans videosu optik zoom (32x), kanıt videosu dijital zoom (1114x) kullanılarak çekim yapılan videoların mukayesesi ise “Negatif” sonuçlanmıştır. Dolayısıyla bu kamera sensörü için referans videosunun optik,

kanıt videosunun dijital zoom ile çekilmesinin PRNU'yu olumsuz yönde etkilediği değerlendirilmektedir.

Referans ve kanıt videosunun farklı ışık koşullarında olmasının kaynak analizine etkisini ve Authenticate'n sonuçlarını görebilmek amacıyla, altı adet video kullanılarak, dört adet deney yapılmış, birbirlerinden farklı ışık koşullarında çekilen referans ve kanıt videosu mukayese edilmiştir. Mukayese neticesinde, tüm deneylerin kaynak analizi uygunluk sonucu "Pozitif" sonuçlanmıştır. Dolayısıyla bu kamera sensörü için referans ve kanıt videosunun farklı ışık koşullarında çekim yapılmasının PRNU'yu olumsuz yönde etkilemediği tespit edilmiştir.

Çekimlerin iç ve dış ortamda yapılmasının kamera sensör gürültüsüne etkisini ve Authenticate'n sonuçlarını görebilmek amacıyla, dört adet video ile iki adet deney yapılmış, birbirlerinden farklı ortamlarda çekimleri yapılan referans ve kanıt videosu mukayese edilmiştir. Yapılan deneyler neticesinde, tüm deneylerin kaynak analizi uygunluk sonucu "Pozitif" sonuçlanmıştır. Dolayısıyla bu deneyde videoların farklı ortamlarda çekilmesinin PRNU'yu olumsuz yönde etkilemediği tespit edilmiştir.

Renk tonlarının, renk doygunluğunun PRNU'ya etkisi olup olmadığını test etmek, aynı ve farklı renk tonlarındaki çekimlerde Amped Authenticate yazılımının sonuçlarını incelemek amacıyla, altı adet video ile üç adet deney yapıldı. Deneyler tripod ile çekildi. Yapılan deneyler neticesinde, kırmızı, pembe ve kahverengi tonlarındaki eşyaların çekildiği videoların kaynak analizi uygunluk sonucu "Pozitif" olarak sonuçlanmıştır. Dolayısıyla, bu kamera sensörü ile 1920x1080 çözünürlüğünde çekimi yapılan kanıt videosunun aynı renk tonlarında olması, cihaz analizine yönelik PRNU'yu olumsuz yönde etkilemediği değerlendirilmektedir.

Referans ve kanıt videosunun bir dakikadan az, fazla ve birbirlerinden farklı sürelerde olmasının kaynak analizine etkisini ve Authenticate'n sonuçlarını görebilmek amacıyla, 16 adet video ile sekiz adet deney yapılmıştır. Deneyler neticesinde Authenticate "Pozitif" sonuçlanarak başarılı sonuç verdiği ve referans ve kanıt videosunun bir dakikadan az, fazla ve birbirlerinden farklı sürelerde olmasının PRNU'yu olumsuz yönde etkilemediği görülmüştür.

Xiaomi marka Redmi Note 8 cep telefonu ile;

Aynı ve farklı kameralardan çekilen videoların birbiri içine eklenmesiyle oluşturulan yeni videoların kaynak analizi sonuçlarını ve Authenticate yazılımının etkinliğini test etmek amacıyla, Xiaomi marka Redmi Note 8 model cep telefonu ile bazı videolar Adobe Premiere yazılımında birbiri içine eklenerek yeni videolar oluşturuldu.

Xiaomi marka Redmi Note 8 model cep telefonundan çekimi yapılan video ile Canon EOS 70D model fotoğraf kamerasından çekim yapılan video ve Canon Legria HFR806 model video kameradan çekilen görüntüler birbiri içine eklenerek birleştirildi. Burada 18 adet video ile beş adet deney yapılmıştır. Xiaomi marka Redmi Note 8 model cep telefonu ile çekimi yapılan videoların birbiri içine eklenmesiyle oluşturulan görüntülerde iç mekanda çekilen duvar referans videosu ile yeni oluşturulan görüntünün mukayesesi “Negatif”, dış mekanda çekilen gökyüzü referans videosuyla mukayesesi ise “Pozitif” sonuçlanmıştır.

Aynı kameradan çekilen farklı çözünürlüklerin birbiri içine eklenmesiyle oluşturulan 1920x1080 çözünürlüğündeki görüntü ile 3840x2160 çözünürlüğündeki görüntünün mukayesesi “Pozitif” sonuçlanarak, farklı çözünürlükte olmalarından kaynaklı olarak “Resized” uyarısını verdiği görülmüştür. Ayrıca toplam 2353 karesi olan videonun analiz sonucunda 803 karesinin 60 eşiğinin üstünde, 1250 karesinin eşiğin altında kalarak tabloda yer aldığı, geriye kalan 300 karenin tabloda yer almadığı görülmüştür. Authenticate yazılımının bu deneyler sonucunda tüm karelerin tabloda neden yer almadığı, eksik karelerin olduğu ile ilgili bir kanaat oluşamamıştır. 1920x1080 çözünürlüğündeki yeni oluşturulan görüntü ile 1920x1080 çözünürlüğündeki görüntünün mukayesesi “Negatif” sonuçlanmış ve Authenticate yazılımının bu deneyde negatif sonucu vermesi ile ilgili bir kanaat oluşamamıştır.

Instagramda reels olarak paylaşılan videonun paylaşılmadan önceki videoyla birbiri içine eklenmesiyle oluşturulan görüntünün sonucu “Pozitif” sonuçlanmıştır.

Xiaomi Redmi Note 8 model cep telefonundan çekimi yapılan video ile Canon EOS 70D model fotoğraf kamerasından çekim yapılan videonun birbiri içine eklenmesiyle oluşan 1280x720 çözünürlüğündeki görüntünün sonucu her iki kameradan çekilen referans video modelleriyle mukayesesi “Pozitif” sonuçlanarak, 1920x1080 çözünürlüğündeki referans

videosuyla mukayesesinde, “Cropped” uyarısını vermiştir. Görüntüde herhangi bir kırpma işlemi olmadığı için Authenticate bu sonucunun sebebi ile ilgili bir kanaat oluşmamıştır.

Xiaomi Redmi Note 8 model cep telefonundan çekimi yapılan video ile Canon Legria HFR806 model video kameradan çekim yapılan videonun birbiri içine eklenmesiyle oluşan 1920x1080 çözünürlüğündeki görüntünün sonucu her iki kameradan çekilen referans video modelleriyle mukayese edildiğinde “Pozitif” sonuçlanmıştır.

Bu kameradan çekim yapılan iki adet (referans ve kanıt videosu) video kullanılarak, Adobe Premierde çeşitli bölümlerinden kırılarak yeniden görüntü oluşturulmuş ve bir adet deney yapılmıştır. Oluşturulan görüntünün referans video modeliyle kaynak analizi mukayese sonucu “Pozitif” sonuçlanmış ve Authenticate yazılımının başarılı sonuç verdiği görülmüştür.

Çözünürlüğün sonradan düşürülmesi ve yükseltilmesi ile mukayese edilecek videoların farklı çözünürlükte olmasının kaynak analizine etkisini ve Authenticate’n sonuçlarını görebilmek amacıyla, bu kameradan çekim yapılan toplam sekiz adet videonun referans ve kanıt videolarının mevcut çözünürlükleri ayrı ayrı yükseltilerek ve düşürülerek dört adet deney yapılarak mukayese edildi. Çözünürlükleri sonradan değiştirildiği için orijinal referans video modeliyle mukayese sonucunda “Resized” uyarısını vermiştir.

Farklı çözünürlüklerde aynı ve farklı ortamlarda çekimi yapılan dört adet video ile iki adet deney yapılmıştır. Xiaomi marka Redmi Note 8 model kamerası için referans ve kanıt videosunun farklı çözünürlüklerde (1920x1080-1280x720) olması kaynak analizi uygunluk sonucunu negatif yönde etkileyerek Authenticate de “Negatif” sonuç vermiştir.

Xiaomi marka Redmi Note 8 model cep telefonundan dijital stabilizasyon açık iken çekimler yapıldığında bu durumun videoların kaynak analizinde, aynı sensörden çekilip çekilmediği sonucunu gösteren uygunluk (compatibility) denetiminde verebileceği sonucu test etmekle birlikte Amped Authenticate yazılımının etkinliğini test etmek amacıyla, dört adet video ile iki adet deney yapılmıştır. Deneyler referans ve kanıt videoları dijital stabilizasyon özelliği açık ve kapalı olarak, tripodla çekilerek mukayese edilmiştir. Deneyler neticesinde, Authenticate analizinde tüm deneylerin “Negatif” sonuçlandığı ve bu kamera sensörü için dijital stabilizasyonun açık olarak çekim yapılmasının PRNU’yu olumsuz yönde etkilediği tespit edilmiştir.

Referans ve kanıt videosunun farklı ışık koşullarında olmasının kaynak analizine etkisini ve Authenticate'n sonuçlarını görebilmek maksadıyla, sekiz adet video kullanılarak, dört adet deney yapılmış, birbirlerinden farklı ışık koşullarında çekim yapılan referans ve kanıt videosu mukayese edilmiştir.

Mukayese neticesinde, gündüz koşullarında çekim yapılan kanıt videosu ile akşam ve karanlık koşullarda çekim yapılan referans videolarının mukayese sonucu "Pozitif" olmakla birlikte akşam koşullarında çekim yapılan referans videonun çözünürlüğünün kanıt video çözünürlüğünden farklı olmasından kaynaklı olarak "Resized" uyarısı görülmüştür. Gündüz koşullarında çekim yapılan referans video modeliyle akşam ve karanlık koşullarda çekim yapılan kanıt videolarının mukayese ise "Negatif" sonuçlanmıştır. Dolayısıyla bu kamera sensörü için referansın gündüz kanıt videosunun akşam ve karanlık koşullarda çekilmiş olmasının, farklı ışık koşullarında olmasının PRNU'yu olumsuz yönde etkileyebileceği değerlendirilmektedir.

Kameranın hareket ettirilerek (el ile) ve sabit tutularak (el ile) çekim yapılmasının kaynak analizine etkisi ve Authenticate'n sonuçlarını görebilmek maksadıyla, kameranın hareketli/hareketsiz olması referans ve kanıt videosu birbirinin aksi şekilde dört adet videoyla iki adet deney yapılmıştır. Deneyler neticesinde, videoların kaynak analizi "Pozitif" sonuçlanarak Authenticate'n başarılı sonuç verdiği görülmüştür.

Çekimlerin iç ve dış ortamda yapılmasının kamera sensör gürültüsüne, kaynak analizine etkisini ve Authenticate'n sonuçlarını görebilmek maksadıyla, dört adet video ile iki adet deney yapılarak birbirlerinden farklı ortamlarda çekim yapılan referans ve kanıt videosu mukayese edilmiş ve mukayese neticesinde kaynak analizi uygunluk sonuçları "Pozitif" sonuçlanarak Authenticate'n başarılı sonuç verdiği görülmüştür.

Tripod ile çekimin kaynak analizine etkisi ve Authenticate'n sonuçlarını görebilmek maksadıyla, 28 adet video ile 14 adet deney yapılmıştır. Deneyler neticesinde Authenticate "Pozitif" sonuçlanarak başarılı sonuç verdiği görülmüş ve daha önce negatif sonuçlanan videolardan tripod ile tekrar çekilmesi durumunda ise yeniden "Negatif" sonuçlandığı görülmüştür. Yani tripod ile çekimin kaynak analizi uygunluk sonucunu olumlu ya da olumsuz yönde etkilemediği görülmüştür.

Referans ve kanıt videosunun 1 dakikadan az, fazla ve birbirlerinden farklı sürelerde olmasının kaynak analizine etkisini ve Authenticate'n sonuçlarını görebilmek maksadıyla, 10 adet video ile beş adet deney yapılmıştır. Deneyler neticesinde, süreleri bir dakikadan az ve birbirlerinden farkı olan referans ve kanıt videolarının kaynak analizi "Negatif", her iki video da aynı sürede olan görüntülerin sonucu ise "Pozitif" sonuçlanmıştır. Dolayısıyla referans ve kanıt videosunun birbirinden farklı sürelerde ve bir dakikadan az olmasının, PRNU'yu olumsuz yönde etkilediği değerlendirilmektedir.

Referans ve kanıt videolarının birbirlerinin aksi çekim konumunda (yatay/dikey olmasının) olmasının kaynak analizine etkisini ve Authenticate'n sonuçlarını görebilmek maksadıyla, referans videosunun dikey çekim konumunda iken kanıtın yatay olduğu, kanıtın dikey çekim konumunda iken referansın yatay olduğu sekiz adet video ile dört adet deney yapılmıştır.

Bu deneyler neticesinde 1280x720 çözünürlüğündeki videoların kaynak analizi uygunluk sonucu "Negatif", 1920x1080 çözünürlüğündeki videoların kaynak analizi uygunluk sonucu "Pozitif" sonuçlanmıştır.

Daha sonra Amped Five yazılımıyla "Rotate" filtresi kullanılarak videoların çekim konumlarının sonradan değiştirilmesinin kaynak analizine etkisini ve Authenticate'n sonuçlarını görebilmek maksadıyla, dört adet video ile iki adet deney yapılmıştır.

Bu deneyler neticesinde, 1280x720 ve 1920x1080 çözünürlüğündeki görüntülerin kaynak analizi sonucu "Pozitif" sonuçlanmakla birlikte videolar rotate edildiği için Authenticate, Amped Five da yapılan rotate işlemini algılayıp "Rotate" uyarısını verdiği gözlemlenmiştir.

Dolayısıyla referans ve kanıt videosunun farklı çekim konumlarında olmasının PRNU'yu olumsuz yönde etkisinin olmadığı görülmüştür.

Tripod kullanılmadan kameranın zoom özelliği kullanılarak, videolarda zoomlama yapılmasının kaynak analizi sonucuna etkisi ile Authenticate'n etkinliğini görebilmek maksadıyla dört adet video ile iki adet deney yapılmıştır. Deney sonuçları "Pozitif" olarak sonuçlanmıştır. Daha sonra zoomlu çekilen videoların kaynak analizi sonuçlarına tripod ile çekimin etkisi olup olmadığını görebilmek maksadıyla 1920x1080 çözünürlüğünde bir kanıt

ve referans videosu çekilerek 1 adet deney yapıldı. Deney neticesinde kaynak analizi “Negatif” sonuçlanmıştır.

Xiaomi marka Redmi Note 10S model cep telefonu ile;

Aynı ve farklı kameralardan çekilen videoların birbiri içine eklenmesiyle oluşturulan yeni videoların kaynak analizi sonuçlarını ve Authenticate yazılımının etkinliğini test etmek amacıyla, Xiaomi marka Redmi Note 10S model cep telefonu ile daha önceden çekim yapılan ve sonucu “Pozitif” olan aynı ve farklı çözünürlüklerde bazı videolar Adobe Premiere yazılımında birbiri içine eklenerek yeni videolar oluşturuldu. Xiaomi marka Redmi Note 10S model cep telefonundan çekimi yapılan video ile Samsung marka Galaxy M31 model cep telefonundan çekim yapılan görüntüler birbiri içine eklenerek birleştirildi. Burada 14 adet video ile dört adet deney yapılmıştır.

Xiaomi marka Redmi Note 10S model cep telefonu ile çekimi yapılan videoların birbiri içine eklenmesiyle oluşturulan görüntülerin kaynak analizi uygunluk sonucu “Pozitif” sonuçlanarak yeni oluşturulan video çözünürlüğünün 1080x1920 ve referans videoların çözünürlüklerinin 1920x1080 olmasından kaynaklı olarak “Rotated” uyarısını verdiği görülmüştür.

Aynı kameradan çekilen farklı çözünürlüklerin birbiri içine eklenmesiyle oluşturulan 1920x1080 ve 1280x720 çözünürlüğündeki iki görüntü ile 1920x1080 ve 1280x720 çözünürlüğündeki iki referans videosunun mukayesesi “Negatif” sonuçlanmış ve Authenticatedeki bu deney sonucunun nedeni ile ilgili bir kanaat oluşamamıştır.

Instagramda reels olarak paylaşılan videonun paylaşılmadan önceki videoyla birbiri içine eklenmesiyle oluşturulan yeni görüntünün sonucu “Pozitif” sonuçlanmıştır. Ayrıca referans video çözünürlüğü 3840x2160, yeni oluşturulan görüntünün çözünürlüğünün 720x1280 olarak oluşturulmasından kaynaklı “Cropped and Rotated” uyarısını verdiği görülmüştür.

Xiaomi Redmi Note 10S model cep telefonundan çekimi yapılan video ile Samsung Galaxy M31 model cep telefonundan çekim yapılan videonun birbiri içine eklenmesiyle oluşan 1920x1080 çözünürlüğündeki görüntünün Xiaomi Redmi Note 10S model cep

telefonundan çekilen referans video ile mukayesesi “Negatif”, Samsung Galaxy M31 model cep telefonundan çekim yapılan referans video ile mukayesesi ise “Pozitif” sonuçlanmıştır.

Xiaomi Redmi Note 10S model cep telefonundan çekimi yapılan video ile Samsung J7 model cep telefonundan çekim yapılan videonun birbiri içine eklenmesiyle oluşan 1080x1920 çözünürlüğündeki görüntünün Samsung J7 model cep telefonundan çekim yapılan referans video ile mukayesesi “Pozitif”, Xiaomi Redmi Note 8 model cep telefonundan çekim yapılan referans video ile mukayesesi “Negatif” sonuçlanmıştır. Bu deneyde Authenticate’n negatif verdiği sonuçların nedeni ile ilgili bir kanaat oluşmamıştır.

Bu kameradan çekim yapılan dört adet (referans ve kanıt videosu) video kullanılarak, Adobe Premierde çeşitli bölümlerinden kırılarak yeniden görüntü oluşturulmuş ve iki adet deney yapılmıştır. Oluşturulan görüntünün referans video modeliyle mukayesesi “Pozitif” sonuçlanmış ve Authenticate yazılımının başarılı sonuç verdiği görülmüştür.

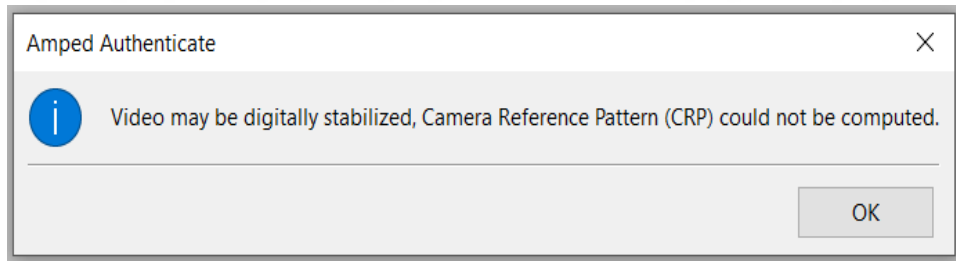
Çözünürlüğün sonradan düşürülmesi ve yükseltilmesi ile mukayese edilecek videoların farklı çözünürlükte olmasının kaynak analizine etkisini ve Authenticate’n sonuçlarını görebilmek maksadıyla, bu kameradan çekim yapılan toplam 8 adet videonun referans ve kanıt videolarının mevcut çözünürlükleri ayrı ayrı yükseltilerek ve düşürülerek 4 adet deney yapılarak mukayese edildi. Çözünürlükleri sonradan değiştirildiği için orijinal referans video modeliyle mukayese sonucunda “Resized” uyarısını vermiştir. Ayrıca çözünürlüğü yükseltilerek 3840x2160 olan referans ile 1920x1080 çözünürlüğündeki kanıt videosunun mukayesesi sonucunda, toplam 4236 karesi olan videonun 3436 karesinin 60 eşliğinin üstünde kalarak tabloda yer aldığı ancak geriye kalan 800 karenin ise tabloda yer almadığı görülmüştür. Authenticate analizinde tüm karelerin tabloda yer almamasının sebebi ile ilgili bir kanaat oluşmamıştır.

Farklı çözünürlüklerde aynı ve farklı ortamlarda çekimi yapılan altı adet video ile üç adet deney yapılmıştır. Xiaomi marka Redmi Note 10S model cep telefonu kamerası için referans ve kanıt videosunun farklı çözünürlüklerde (1920x1080-1280x720) olması kaynak analizi uygunluk sonucunu negatif yönde etkileyerek Authenticate de “Negatif” sonuç vermiştir. Ancak 3840x2160 çözünürlüğündeki referans video ile 1920x1080 çözünürlüğündeki kanıt videosunun kaynak analizi mukayesesi “Pozitif” sonuçlanarak iki görüntünün farklı çözünürlüklerde olmasından kaynaklandığı değerlendirilen “Resized” uyarısını verdiği görülmüştür.

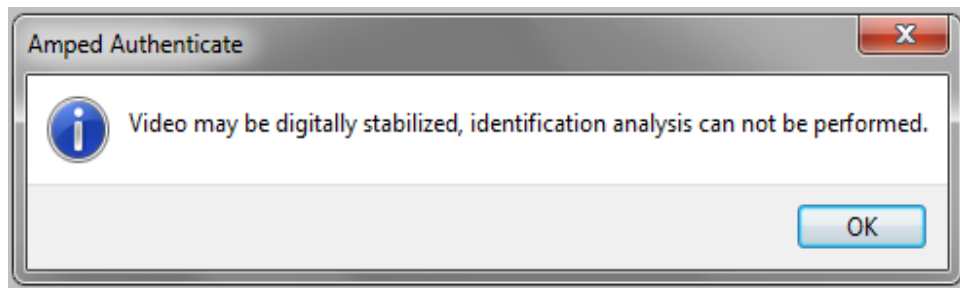
Xiaomi marka Redmi Note 10S model cep telefonunun dijital stabilizasyonu açık iken çekimler yapıldığında bu durumun videoların kaynak analizinde, aynı sensörden çekilip çekilmediği sonucunu gösteren uygunluk (compatibility) denetiminde verebileceği sonucu test etmekle birlikte Amped Authenticate yazılımının etkinliğini test etmek maksadıyla, 48 adet video ile 24 adet deney yapılmıştır. Deneyler tripod kullanılmadan cep telefonu kamerasının dijital stabilizasyon özelliği açık, otomatik ve kapalı modlarında hem referans hem kanıt videoları çekilerek Authenticatede “crp” oluştururken ve “identification” sorgulaması yaparken ”Digitally Stabilized Video” bölümü ‘No, Auto Detect ve Yes’ seçenekleriyle ayrı ayrı mukayese edilerek yapılmıştır.

Yapılan deneyler neticesinde, Authenticate analizinde tüm deneylerin “Pozitif” sonuçlandığı ve bu kamera sensörü için dijital stabilizasyonun açık olarak çekim yapılmasının PRNU’yu olumsuz yönde etkilemediği tespit edilmiştir.

Ayrıca Authenticatede crp oluştururken ve kimliklendirme (tanımlama) yaparken ‘İdentification Results’ tablosunda ”Digitally Stabilized Video” bölümü “Yes” olarak seçildiğinde, yazılım kamera referans deseni oluşumuna ve tanımlamaya izin vermemekte, videonun stabilize edildiği uyarısını vermektedir (Şekil-3.134. ve Şekil-3.135.).



Şekil-3.134. Crp dosyası oluştururken “digitally stabilized video” bölümü ‘yes’ olarak işaretlendiğinde gelen uyarı penceresi.



Şekil-3.135. Kimliklendirme yaparken ”digitally stabilized video” bölümü ‘yes’ olarak işaretlendiğinde gelen uyarı penceresi.

Referans ve kanıt videosunun farklı ışık koşullarında olmasının kaynak analizine etkisini ve Authenticate'n sonuçlarını görebilmek maksadıyla, altı adet video kullanılarak, dört adet deney yapılmış, birbirlerinden farklı ışık koşullarında çekilen referans ve kanıt videosu mukayese edilmiştir. Mukayese neticesinde, gündüz koşullarında çekim yapılan kanıt videosu ile akşam ve karanlık koşullarda çekim yapılan referans videoları ve gündüz koşullarında çekim yapılan referans videosu ile akşam ve karanlık koşullarda çekim yapılan kanıt videolarının mukayese sonucu "Pozitif" sonuçlanmıştır. Dolayısıyla bu kamera sensörü için referans ve kanıt videolarının farklı ışık koşullarında olmasının PRNU'yu olumsuz yönde etkilemediği değerlendirilmektedir.

Kameranın hareket ettirilerek (el ile) ve sabit tutularak (el ile) çekim yapılmasının kaynak analizine etkisini ve Authenticate'n sonuçlarını görebilmek maksadıyla, dört adet videoya iki adet deney yapılmıştır. Deneyler neticesinde, videoların kaynak analizi "Pozitif" sonuçlanarak Authenticate'n başarılı sonuçlar verdiği görülmüştür.

Çekimlerin iç ve dış ortamda yapılmasının kamera sensör gürültüsüne, kaynak analizine etkisini ve Authenticate'n sonuçlarını görebilmek maksadıyla, dört adet video ile iki adet deney yapılarak birbirlerinden farklı ortamlarda çekim yapılan referans ve kanıt videosu mukayese edilmiş ve mukayese neticesinde kaynak analizi uygunluk sonuçları "Pozitif" sonuçlanarak, Authenticate'n başarılı sonuç verdiği görülmüştür.

Tripod ile çekimin kaynak analizine etkisini ve Authenticate'n sonuçlarını görebilmek maksadıyla, 24 adet video ile 12 adet deney yapılmıştır. Deneylerde daha önce tripodsuz çekimi negatif sonuçlanan 1280x720 çözünürlüğündeki videolar, dijital stabilizasyon durumu açık ve kapalı iken çekilen videolar ve 1920x1080 çözünürlüğündeki iki videonun çekimi yapıldı. Deneyler neticesinde, dijital stabilizasyonu açık ve kapalı iken çekilen videolar ve 1920x1080 çözünürlüğünde çekilen videoların mukayesesi "Pozitif", 1280x720 çözünürlüğündeki videoların mukayesesi "Negatif" sonuçlanmıştır. Dolayısıyla tripod ile çekimin kaynak analizi uygunluk sonucunu olumlu ya da olumsuz yönde etkilemediği görülmüştür.

Referans ve kanıt videosunun bir dakikadan az, fazla ve birbirlerinden farklı sürelerde olmasının kaynak analizine etkisi ve Authenticate'n sonuçlarını görebilmek maksadıyla, 20 adet video ile 10 adet deney yapılmıştır. Deneyler neticesinde süreleri birbirinden farklı referans ve kanıt videolarının mukayesesi "Pozitif" sonuçlanmıştır. Dolayısıyla referans ve

kanıt videosunun farklı sürelerde olmasının ya da bir dakikadan az ve fazla olmasının PRNU'yu olumsuz yönde etkilemediği ve Authenticate'n ise başarılı sonuç verdiği görülmüştür.

Referans ve kanıt videolarının birbirlerinin aksi çekim konumunda (yatay/dikey çekim konumunda) olmasının kaynak analizine etkisini ve Authenticate'n sonuçlarını görebilmek amacıyla, referans videosunun dikey çekim konumunda iken kanıtın yatay olduğu, kanıtın dikey çekim konumunda iken referansın yatay olduğu sekiz adet video ile dört adet deney yapılmıştır. Bu deneyler neticesinde 1280x720 çözünürlüğündeki videoların kaynak analizi uygunluk sonucu "Negatif", 1920x1080 çözünürlüğündeki videoların kaynak analizi uygunluk sonucu "Pozitif" sonuçlanmıştır.

Daha sonra Amped Five yazılımıyla "Rotate" filtresi kullanılarak videoların çekim konumlarının sonradan değiştirilmesinin kaynak analizine etkisi ve Authenticate'n sonuçlarını görebilmek amacıyla, dört adet video ile iki adet deney yapılmıştır. Bu deneyler neticesinde, 1280x720 çözünürlüğündeki görüntünün kaynak analizi sonucu "Negatif", 1920x1080 çözünürlüğündeki görüntünün görüntülerin kaynak analizi sonucu "Pozitif" sonuçlanmakla birlikte kanıt videosu rotate edildiği için Authenticate, Amped Five da yapılan rotate işlemini algılayıp "Rotate" uyarısını verdiği görülmüştür. Dolayısıyla referans ve kanıt videosunun farklı çekim konumlarında olmasının PRNU'yu olumsuz yönde etkisinin olmadığı, bu deneyde videoların orta çözünürlükte olmasının (1280x720) olmasının kaynak analizini negatif yönde etkilediği değerlendirilmektedir.

Tripod kullanılmadan kameranın zoom özelliği kullanılarak, videolarda zoomlama yapılmasının kaynak analizi sonucuna etkisi ile Authenticate'n etkinliğini görebilmek amacıyla dört adet video ile iki adet deney yapılmıştır. Deney sonuçları "Pozitif" sonuçlanmıştır. Daha sonra zoomlu çekilen videoların kaynak analizi sonuçlarına tripod ile çekimin etkisi olup olmadığını görebilmek amacıyla 1920x1080 çözünürlüğünde bir kanıt ve referans videosu çekilerek bir adet deney yapılmıştır. Deney neticesinde kaynak analizi "Pozitif" sonuçlanmıştır.

Renk tonlarının, renk doygunluğunun PRNU'ya etkisi olup olmadığını test etmek, aynı ve farklı renk tonlarındaki çekimlerde Amped Authenticate yazılımının sonuçlarını incelemek amacıyla, 10 adet video ile beş adet deney yapıldı. Deneyler tripod ile çekildi. Deneyler, kırmızı tonlarında koltuk, kahverengi tonlarında laminant, sarı tonunda tişört ve gri

tonlarda mermer cisimlerinin kaydının yapıldığı kanıt videoları, iç ortamda, gündüz koşullarında, tripod ile 1920x1080 çözünürlüğünde; beyaz tonunda bir dolap iç ortamda, 1920x1080 çözünürlüğünde tripod ile çekimleri yapıldı.

Yapılan deneyler neticesinde, tüm videoların kaynak analizi uygunluk sonucu “Pozitif” sonuçlanmıştır. Dolayısıyla, bu renk tonlarının cihaz analizi uygunluk sonucunu, PRNU’yu olumsuz yönde etkilemediği gözlemlenmiştir.

Samsung Galaxy M31 model cep telefonu ile;

Aynı ve farklı kameralardan çekilen videoların birbiri içine eklenmesiyle oluşturulan yeni videoların kaynak analizi sonuçlarını ve Authenticate yazılımının etkinliğini test etmek amacıyla, Samsung Galaxy M31 model cep telefonu ile daha önceden çekim yapılan ve sonucu “Pozitif” olan aynı ve farklı çözünürlüklerde bazı videolar Adobe Premiere yazılımında birbiri içine eklenerek yeni videolar oluşturuldu. Samsung Galaxy M31 model cep telefonundan çekimi yapılan video ile Xiaomi marka Redmi Note 10S model cep telefonundan çekim yapılan video birbiri içine eklenerek birleştirildi. Burada 14 adet video ile dört adet deney yapılmıştır.

Samsung Galaxy M31 model cep telefonu ile çekimi yapılan videoların birbiri içine eklenmesiyle oluşturulan görüntünün mukayesesi “Pozitif”, yeni oluşturulan videonun çözünürlüğü 1080x1920, referans videoların çözünürlüğünün ise 1920x1080 olmasından kaynaklı “Rotate” uyarısını verdiği görülmüştür.

Aynı kameradan çekilen farklı çözünürlüklerin birbiri içine eklenmesiyle oluşturulan 1920x1080 çözünürlüğündeki görüntünün, 1920x1080 çözünürlüğündeki referans videosuyla mukayesesi “Pozitif”, 1280x720 çözünürlüğündeki referans videosuyla mukayesesi “Pozitif” ve “Resized” sonucunu verdiği görülmüştür.

Instagramda reels olarak paylaşılan videonun paylaşılmadan önceki videoyla birbiri içine eklenmesiyle oluşturulan görüntünün sonucu “Pozitif” sonuçlanmıştır.

Samsung Galaxy M31 model cep telefonundan çekimi yapılan video ile Xiaomi marka Redmi Note 10S model cep telefonundan çekim yapılan videonun birbiri içine eklenmesiyle oluşan 1920x1080 çözünürlüğündeki görüntünün her iki kameradan çekilen referans video

modelleriyle mukayesesi “Pozitif” sonuçlanarak, Authenticate’n başarılı sonuçlar verdiği görülmüştür.

Bu kameradan çekim yapılan dört adet (referans ve kanıt videosu) video kullanılarak, Adobe Premierde çeşitli bölümlerinden iki videonun kırılarak iki yeni görüntü oluşturulmuş ve iki adet deney yapılmıştır. Oluşturulan görüntülerin referans video modeliyle kaynak analizi mukayese sonucu “Pozitif” sonuçlanmış ve Authenticate yazılımının başarılı sonuç verdiği görülmüştür. Ayrıca 1280x720 çözünürlüğündeki kanıt videosunun deneyinde kırma sonucu 720x1280 oluşturulduğu için yazılımda “Rotate” uyarısını verdiği görülmüştür.

Çözünürlüğün sonradan düşürülmesi ve yükseltilmesi ile mukayese edilecek videoların farklı çözünürlükte olmasının kaynak analizine etkisini ve Authenticate’n sonuçlarını görebilmek maksadıyla, bu kameradan çekim yapılan toplam sekiz adet videonun referans ve kanıt videolarının mevcut çözünürlükleri ayrı ayrı yükseltilerek ve düşürülerek dört adet deney yapıldı ve kaynak analizine yönelik mukayese edildi.

Mukayese sonucunda, çözünürlüğü düşürülen ve yükseltilen görüntülerin kaynak analizi “Pozitif” sonuçlanmakla birlikte, çözünürlükleri sonradan değiştirildiği için orijinal referans video modeliyle mukayese sonucunda “Resized” uyarısını vermiştir.

Farklı çözünürlüklerde aynı ve farklı ortamlarda çekimi yapılan dört adet video ile iki adet deney yapılmıştır. Mukayese sonucunda, aynı ve farklı ortamlarda çekim yapılan görüntülerin kaynak analizi sonucu “Pozitif” olmakla birlikte, çözünürlüklerinin farklı olmasından kaynaklı “Resized” uyarısı ve Authenticate’n başarılı sonuçlar verdiği görülmüştür.

Referans ve kanıt videosunun farklı ışık koşullarında olmasının kaynak analizine etkisini ve Authenticate’n sonuçlarını görebilmek maksadıyla, altı adet video kullanılarak, iki adet deney yapılmış, birbirinden farklı ışık koşullarında çekilen referans ve kanıt videosu mukayese edilmiştir. Mukayese neticesinde, gündüz koşullarında çekim yapılan kanıt videosu ile akşam ve karanlık koşullarda çekim yapılan referans videolarının mukayese sonucu “Pozitif” olmakla birlikte karanlık koşullarında çekim yapılan referans ve kanıt videolarının mukayeselerinde kare sayısının tamamının 60 threshold değerinin altında kaldığı görülmüştür.

Dolayısıyla bu kamera sensörü için referans ve kanıt videosunun karanlık koşullarda çekilmiş olmasının, farklı ışık koşullarında olmasının PRNU analizini olumsuz yönde etkileyebileceği değerlendirilmektedir.

Kameranın hareket ettirilerek (el ile) ve sabit tutularak (el ile) çekim yapılmasının kaynak analizine etkisini ve Authenticate'n sonuçlarını görebilmek amacıyla dört adet videoyla iki adet deney yapılmıştır. Deneyler neticesinde, kamera hareket ettirilerek çekilen referans video ile hareketsiz çekilen kanıt videosunun mukayesesi "Pozitif" ancak kamera hareket ettirilerek çekilen kanıt video ile hareketsiz çekilen referans videosunun mukayesesi "Negatif" sonuçlanmıştır.

Dolayısıyla referansın kameranın hareket ettirilmeden, kanıt videosunun hareket ettirilerek çekilmiş olmasının kaynak analizi sonucunu olumsuz yönde etkileyebileceği değerlendirilmektedir.

Çekimlerin iç ve dış ortamda yapılmasının kamera sensör gürültüsüne, kaynak analizine etkisini ve Authenticate'n sonuçlarını görebilmek amacıyla, dört adet video ile iki adet deney yapılarak birbirlerinden farklı ortamlarda çekilen referans ve kanıt videosu mukayese edilmiş ve mukayesesi "Pozitif" sonuçlanarak Authenticate'n başarılı sonuç verdiği görülmüştür.

Tripod ile çekimin kaynak analizine etkisi ve Authenticate'n sonuçlarını görebilmek amacıyla, 16 adet video ile sekiz adet deney yapılmıştır. Deneyler neticesinde Authenticate "Pozitif" sonuçlar vererek tripod ile çekimin kaynak analizi uygunluk sonucunu olumlu ya da olumsuz yönde etkilemediği görülmüştür.

Referans ve kanıt videosunun bir dakikadan az, fazla ve birbirlerinden farklı sürelerde olmasının kaynak analizine etkisini ve Authenticate'n sonuçlarını görebilmek amacıyla, 14 adet video ile yedi adet deney yapılmıştır. Deneyler neticesinde süreleri aynı ve birbirinden farklı olan görüntülerin tamamının kaynak analizi "Pozitif" sonuçlanmıştır. Dolayısıyla referans ve kanıt videosunun bir dakikadan az, fazla ve birbirlerinden farklı sürelerde olmasının PRNU'yu olumsuz yönde etkilemediği ve Authenticate'ni ise başarılı sonuçlar verdiği görülmüştür.

Referans ve kanıt videolarının birbirlerinin aksi çekim konumlarında (yatay/dikey olması) olmasının kaynak analizine etkisini ve Authenticate'n sonuçlarını görebilmek maksadıyla, referans videonun dikey çekim konumunda iken kanıtın yatay olduğu, kanıtın dikey çekim konumunda iken referansın yatay olduğu, sekiz adet video ile dört adet deney yapılmıştır. Bu deneyler neticesinde birbirinin aksi çekim konumunda olan dört deneyde “Pozitif” sonuçlanmıştır.

Daha sonra Amped Five yazılımıyla “Rotate” filtresi kullanılarak videoların çekim konumlarının sonradan değiştirilmesinin kaynak analizine etkisi ve Authenticate'n sonuçlarını görebilmek maksadıyla, dört adet video ile iki adet deney yapılmıştır. Bu deneyler neticesinde çekim konumu sonradan değiştirilen 1280x720 ve 1920x1080 çözünürlüğündeki iki deneyde “Pozitif” sonuçlanmakla birlikte videolar Amped Five da “rotate” edildiği için, Authenticate, yapılan rotate işlemini algılayıp “Rotate” uyarısını verdiği gözlemlenmiştir.

Dolayısıyla referans ve kanıt videosunun farklı çekim konumlarında olmasının ve kanıt videosunun sonradan rotate edilmesinin PRNU'ya olumsuz yönde etkisinin olmadığı görülmüş ve Authenticate'n bu deneylerde başarılı sonuçlar verdiği görülmüştür.

Tripod kullanılmadan kameranın zoom özelliği kullanılarak, videolarda zoomlama yapılmasının kaynak analizi sonucuna etkisi ile Authenticate'n etkinliğini görebilmek maksadıyla altı adet video ile üç adet deney yapılmıştır. Deneyler “Pozitif” sonuçlanmıştır. Daha sonra zoomlu çekilen videoların kaynak analizi sonuçlarına tripod ile çekimin etkisi olup olmadığını görebilmek maksadıyla 1920x1080, 3840x2160 çözünürlüğünde dört adet video ile iki adet deney yapılmıştır.

Deneylerin neticesinde kaynak analizi mukayesesi “Pozitif” sonuçlanarak, videonun kameranın zoom özelliği ile çekiminin yapılmasının PRNU'yu olumsuz yönde etkilemediği tespit edilmiştir.

Iphone 8 Plus model cep telefonu ile;

Aynı ve farklı kameralardan çekilen videoların birbiri içine eklenmesiyle oluşturulan yeni videoların kaynak analizi sonuçlarını ve Authenticate yazılımının etkinliğini test etmek maksadıyla, Iphone 8 Plus model cep telefonu ile daha önceden çekim yapılan ve sonucu “Pozitif” olan aynı ve farklı çözünürlüklerde bazı videolar Adobe Premiere yazılımında birbiri içine eklenerek yeni videolar oluşturuldu. Iphone 8 Plus model cep telefonundan çekimi

yapılan video ile Samsung Galaxy M31 ve Xiaomi marka Redmi Note 8 model cep telefonundan çekim yapılan videolar birbiri içine eklenerek birleştirildi. Bu aşamada 18 adet video ile beş adet deney yapılmıştır.

Iphone 8 Plus model cep telefonu ile çekimi yapılan videoların birbiri içine eklenmesiyle oluşturulan 1080x1920 çözünürlüğündeki görüntünün gündüz koşullarında çekilen referans video ile mukayesesi “Negatif”, akşam koşullarında çekilen referans video (1920x1080) ile mukayesesi “Pozitif” sonuçlanarak “Rotate” uyarısını verdiği görülmüştür.

Aynı kameradan çekilen farklı çözünürlüklerin birbiri içine eklenmesiyle oluşturulan 1920x1080 ve 720x1280 çözünürlüğündeki görüntülerin 1920x1080 ve 1280x720 çözünürlüğündeki referans videolarla mukayesesi “Negatif” sonuçlandığı görülmüştür. Dolayısıyla çözünürlüklerinin farklı olmasının kaynak analizi uygunluk sonucunu olumsuz yönde etkilediği değerlendirilmektedir.

Instagramda reels olarak paylaşılan videonun paylaşılmadan önceki videoyla birbiri içine eklenmesiyle oluşturulan 1080x1920 ve 720x480 çözünürlüğündeki görüntülerle, 1920x1080 çözünürlüğündeki referans video modeliyle mukayesesi “Negatif” sonuçlanmıştır.

Iphone 8 Plus model cep telefonundan çekimi yapılan video ile Samsung Galaxy M31 model cep telefonundan çekim yapılan videonun birbiri içine eklenmesiyle oluşan 1080x1920 çözünürlüğündeki görüntünün, Samsung Galaxy M31 model cep telefonundan çekim yapılan referans video ile mukayesesi “Negatif”, Iphone 8 Plus model cep telefonundan çekimi yapılan referans video ile mukayesesi “Pozitif” sonuçlanarak “Rotate” uyarısını verdiği görülmüştür.

Iphone 8 Plus model cep telefonundan çekimi yapılan video ile Xiaomi marka Redmi Note 8 model cep telefonundan çekim yapılan videonun birbiri içine eklenmesiyle oluşan 1080x1920 çözünürlüğündeki görüntünün, Iphone 8 Plus model cep telefonundan çekim yapılan referans video ile mukayesesi “Pozitif” sonuçlanarak “Rotate” uyarısını verdiği, Xiaomi marka Redmi Note 8 model cep telefonundan çekimi yapılan referans video ile mukayesesinin “Negatif” sonuçlandığı görülmüştür.

Bu kameradan çekim yapılan iki adet (referans ve kanıt videosu) video kullanılarak, Adobe Premierde çeşitli bölümlerinden kırılan kanıt videosu 1920x1080 çözünürlüğünde

dışa aktararak yeniden oluşturulmuş ve bir adet deney yapılmıştır. Oluşturulan görüntünün referans video modeliyle kaynak analizi mukayese sonucu “Negatif” sonuçlanmıştır.

Çözünürlüğün sonradan düşürülmesi ve yükseltilmesi ile mukayese edilecek videoların farklı çözünürlükte olmasının kaynak analizine etkisini ve Authenticate’n sonuçlarını görebilmek maksadıyla, bu kameradan çekim yapılan toplam sekiz adet videonun referans ve kanıt videolarının mevcut çözünürlükleri ayrı ayrı yükseltilerek ve düşürülerek dört adet deney yapılarak mukayese edildi. Mukayese sonucunda, çözünürlüğü 1920x1080’den 960x540’a düşürülen görüntülerin kaynak analizi “Pozitif” sonuçlanmakla birlikte, “Resized” uyarısını verdiği görülmüştür. Ayrıca toplam 4550 kare sayısı olan videonun 2800 karesinin 60 threshold değerinin üstünde, 350 karesinin altında kalarak tabloda yer aldığı ancak 1400 karesinin tabloda yer almadığı görülmüştür. Authenticate analizinde bu deneyde tüm karelerin tabloda yer almamasının sebebi ile ilgili bir kanaat oluşmamıştır.

Çözünürlüğü 1280x720’den 3840x2160’a yükseltilen referans videosunun kaynak analizi “Negatif” sonuçlanarak toplam 2150 kare sayısı olan videonun 1050 karesinin 60 threshold değerinin üstünde kalarak tabloda yer aldığı ancak 1100 karesinin tabloda yer almadığı görülmüştür. Authenticate analizinde bu deneyde negatif sonuçlanmasıyla, tüm karelerin tabloda yer almamasının sebebi ile ilgili bir kanaat oluşmamıştır.

Çözünürlüğü 1280x720’den 3840x2160’a yükseltilen kanıt videosunun kaynak analizi “Pozitif” sonuçlanarak toplam 2150 kare sayısı olan videonun 50 karesinin 60 threshold değerinin üstünde, 2100 karesinin ise altında kalarak tabloda yer aldığı görülmüştür. Kare sayısının neredeyse tamamının 60 eşiğinin altında kalmasıyla ilgili bir kanaat oluşmamıştır.

Farklı çözünürlüklerde aynı ve farklı ortamlarda çekimi yapılan dört adet video ile iki adet deney yapılmıştır. Mukayese sonucunda, aynı ortamlarda çekim yapılan görüntülerin kaynak analizi sonucu “Pozitif” olmakla birlikte görüntülerin çözünürlüklerinin farklı olmasından kaynaklı “Resized” uyarısını da göstererek Authenticate’n başarılı sonuçlar verdiği görülmüştür. Farklı ortamlarda çekim yapılan görüntülerin kaynak analizi sonucu ise “Negatif” sonuçlanmıştır.

Referans ve kanıt videosunun farklı ışık koşullarında olmasının kaynak analizine etkisini ve Authenticate’n sonuçlarını görebilmek maksadıyla, altı adet video kullanılarak, dört

adet deney yapılmış, birbirinden farklı ışık koşullarında çekim yapılan referans ve kanıt videosu mukayese edilmiştir.

Mukayese neticesinde, gündüz koşullarında çekim yapılan kanıt videosu ile akşam koşullarda çekim yapılan referans videosunun sonucu “Pozitif”, karanlık koşullarda çekim yapılan referans videosunun sonucu “Negatif”, gündüz koşullarında çekim yapılan referans videosu ile akşam ve karanlık koşullarda çekim yapılan kanıt videolarının mukayesesi ise “Negatif” sonuçlanmıştır.

Dolayısıyla bu kamera sensörü için referans ve kanıt videosunun farklı ışık koşullarında olmasının kaynak analizi uygunluk sonucunu negatif yönde etkilediği değerlendirilmektedir.

Kameranın hareket ettirilerek (el ile) ve sabit tutularak (el ile) çekim yapılmasının kaynak analizine etkisini ve Authenticate’n sonuçlarını görebilmek maksadıyla dört adet videoya iki adet deney yapılmıştır. Deneyler neticesinde tüm deneyler “Pozitif” sonuçlanmış ancak karelerin tamamı iki deneyde de 60 eşğinin altında kaldığı görülmüştür.

Dolayısıyla referans ve kanıt videosunun hareketli ve hareketsiz kamerayla çekilmiş olmasının kaynak analizi sonucunu olumsuz yönde etkilemediği değerlendirilmektedir.

Çekimlerin iç ve dış ortamda yapılmasının kamera sensör gürültüsüne, kaynak analizine etkisini ve Authenticate’n sonuçlarını görebilmek maksadıyla, dört adet video ile iki adet deney yapılarak birbirinden farklı ortamlarda çekim yapılan referans ve kanıt videosunun kaynak analizine yönelik mukayesesi “Pozitif” sonuçlanarak Authenticate’n başarılı sonuçlar verdiği görülmüştür.

Tripod ile çekimin kaynak analizine etkisini ve Authenticate’n sonuçlarını görebilmek maksadıyla, 46 adet video ile 23 adet deney yapılmıştır. Deneyler neticesinde 16 adet deney “Pozitif”, yedi adet deney “Negatif” sonuçlanarak tripod ile çekimin kaynak analizi uygunluk sonucunu olumlu ya da olumsuz yönde etkilemediği görülmüştür.

Referans ve kanıt videosunun bir dakikadan az, fazla ve birbirlerinden farklı sürelerde olmasının kaynak analizine etkisini ve Authenticate’n sonuçlarını görebilmek maksadıyla, 10

adet video ile yedi adet deney yapılmıştır. Deneyler neticesinde süreleri aynı ve birbirinden farklı görüntülerin tamamının kaynak analizi "Pozitif" sonuçlanmıştır.

Ancak 3840x2160 çözünürlüğünde, 01.20 dakikalık yatay çekim konumunda çekilen referans video ile 1920x1080 çözünürlüğünde, 06.04 dakikalık dikey çekim konumunda çekilen kanıt videosunun mukayesesinde "Cropped and Rotate" uyarısı verdiği görülmüştür.

Dolayısıyla referans ve kanıt videosunun 1 dakikadan az, fazla ve birbirlerinden farklı sürelerde olmasının PRNU'yu olumsuz yönde etkilemediği ve Authenticaten ise başarılı sonuç verdiği görülmüştür.

Referans ve kanıt videolarının birbirlerinin aksi çekim konumunda (yatay/dikey olması) olmasının kaynak analizine etkisini ve Authenticate'n sonuçlarını görebilmek maksadıyla, referans videosunun dikey çekim konumunda iken kanıtın yatay olduğu, kanıtın dikey çekim konumunda iken referansın yatay olduğu sekiz adet video ile dört adet deney yapılmıştır.

Bu deneyler neticesinde birbirinin aksi çekim konumunda olan dört deneyde, referansı yatay, kanıt videosu dikey çekim konumunda olan bir deneyin sonucu "Pozitif", diğer üç deneyin mukayesesı "Negatif" sonuçlanmıştır.

Daha sonra Amped Five yazılımıyla "Rotate" filtresi kullanılarak videoların çekim konumlarının sonradan değiştirilmesinin kaynak analizine etkisini ve Authenticate'n sonuçlarını görebilmek maksadıyla, dört adet video ile iki adet deney yapılmıştır. Bu deneyler neticesinde çekim konumu sonradan değiştirilen 1280x720 ve 1920x1080 çözünürlüğündeki iki deney "Pozitif" sonuçlanmakla birlikte videolar Amped Five da "rotate" edildiği için, Authenticate, yapılan rotate işlemini algılayıp "Rotate" uyarısını verdiği gözlemlenmiştir.

Dolayısıyla referans ve kanıt videosunun birbirinin aksi çekim konumlarında olmasının kaynak analizi sonucuna olumsuz yönde etkisinin olduğu ancak kanıt videosunun sonradan rotate edilmesinin kaynak analizi sonucuna olumsuz yönde etkisinin olmadığı değerlendirilmektedir.

Bu model cep telefonu ile kameranın zoom özelliği kullanılarak yapılan çekimler tripod kullanılarak yapılmıştır. Tripod ile kameranın zoom özelliği kullanılarak, videolarda

zoomlama yapılmasının kaynak analizi sonucuna etkisi ile Authenticate'n etkinliğini görebilmek amacıyla 8 adet video ile 4 adet deney yapılmıştır.

Yapılan deneyler neticesinde, 1920x1080 çözünürlüğünde iki deney ile 3840x2160 çözünürlüğünde bir deney "Negatif" sonuçlanarak, 3840x2160 çözünürlüğünde başka bir deney ise "Pozitif" sonuçlanmıştır.

Dolayısıyla bu model kamera için, kameranın zoom özelliği ile görüntü kaydının yapılmasının PRNU'yu olumsuz yönde etkileyebileceği değerlendirilmektedir.

Şüpheli kamera tespiti incelemelerinde Amped Authenticate yazılımından alınan sonuçların görüntü inceleme uzmanının inceleme ile birlikte değerlendirilmesinin uygun olacağı sonucuna varılmıştır.

Amped Authenticate grafik sonuçlarının okunabilirliğinin yazılımında anlaşılır olduğu görülmüştür.

Birden fazla referans oluşturma ve bir referans ile birden fazla kanıt videosunu toplu işleme özelliği sunan "Batch Proccesing" özelliği ile videoları mukayese ederken toplu işlemeyen kaynaklı olarak sürenin tek video mukayesesine nazaran daha fazla olduğu fakat bu özellik, bir referans video modeliyle birden fazla kanıt videosunun tek seferde mukayesesine imkan tanımaktadır.

Authenticate yazılımının tüm filtre verilerini rapor halinde sunarak personele raporlama aşmasına katkı sağladığı değerlendirilmiştir.

Yazılım, birden fazla referans modeli oluşturmaya ve bir referans video modeliyle birden fazla kanıt videosunun tek seferde mukayesesine imkan tanımaktadır. Ancak birden fazla referans oluşturma ve bir referans ile birden fazla kanıt videosunu toplu işleme özelliği sunan "Batch Proccesing" özelliği ile videoları mukayese ederken toplu işlemeyen kaynaklı olarak sürenin, tek video mukayesesine nazaran daha uzun sürdüğü tespit edilmiştir.

4. TARTIŞMA

Bu tez çalışmasında Amped Authenticate yazılımı ile sayısal görüntüler üzerinde şüpheli kameranın tespitine yönelik deneyler yapılmıştır. Bu deneylerde yedi adet cihaz kamerası ile görüntülere herhangi bir müdahale olmadan (normal koşullarda) ve PRNU analizini etkileyebileceği değerlendirilen faktörlere göre çeşitli koşullarda çekimleri yapılarak, bazı videolar Instagram ve Whatsapp gibi sosyal medya uygulamalarında paylaşarak bu görüntülerin mukayese edilen kameralardan çekilip çekilmediğine yönelik incelemeler yapılmıştır.

Normal koşullarda yapılan deneyler neticesinde; Samsung marka J7 model cep telefonu ile 640x480,1280x720 ve 1920x1080 çözünürlüklerindeki videolarla, 22 adet deney yapılmış, bu deneylerin 21'inin kaynak analizi uyumlu yani pozitif, 640x480 çözünürlüğündeki bir video ise negatif sonuçlanmıştır. Canon marka Eos 70D model fotoğraf makinası ile 640x480,1280x720 ve 1920x1080 çözünürlüklerinde yapılan 14 adet deneyin dokuzunun kaynak analizi pozitif, beşinin ise negatif sonuçlanmıştır. Negatif sonuçlanan görüntülerden üçünün 640x480, birtanesinin 1280x720, birtanesinin ise 1920x1080 çözünürlüğünde olduğu bulgulanmıştır. Canon marka Legria Hfr806 Hd model video kamera ile 1280x720 ve 1920x1080 çözünürlüklerindeki videolarla yapılan 13 adet deneyin tamamının kaynak analizi pozitif sonuçlanmıştır. Samsung marka Galaxy M31 model cep telefonu ile 1280x720, 1920x1080 ve 3840x2160 çözünürlüklerindeki videolarla yapılan 19 adet deneyin tamamının kaynak analizi pozitif sonuçlanmıştır.

Xiaomi marka Redmi Note 8 model cep telefonu ile 1280x720,1920x1080 ve 3840x2160 çözünürlüklerinde yapılan 35 adet deneyin 26'sının kaynak analizi pozitif, dokuzunun ise negatif sonuçlanmıştır. Negatif sonuçlanan görüntülerin tamamının 1280x720 çözünürlüğünde olduğu bulgulanmıştır. Xiaomi marka Redmi Note 10S model cep telefonu ile 1280x720,1920x1080 ve 3840x2160 çözünürlüklerinde yapılan 50 adet deneyden 28'inin kaynak analizi pozitif, 22'sinin ise negatif sonuçlanmıştır. Negatif sonuçlanan videoların 1280x720 çözünürlüğünde olduğu bulgulanmıştır. Iphone marka 8 Plus model cep telefonu ile 1920x1080 çözünürlüğündeki videolarla yapılan yedi adet deneyden altısının kaynak analizi pozitif, birtanesi ise negatif sonuçlanmıştır. Dolayısıyla bu koşullarda yapılan çekimlerde çözünürlüğün düşük olmasının kaynak analizi uygunluk sonucunu olumsuz yönde etkilediği görülmüştür.

Kaynak analizi sonucuna etki edebileceği değerlendirilen bazı faktörlere göre yapılan çekimlerde; aynı kameradan çekilen ve aynı çözünürlükteki videoların birbiri içine eklenmesiyle oluşturulan yeni videoların mukayesesinde; Xiaomi marka Note 8 model cep telefonundan çekim yapılan aynı çözünürlükteki videoların kaynak analizi, hem pozitif hem negatif, Iphone marka 8 Plus model cep telefonundan çekim yapılan aynı çözünürlükteki videoların kaynak analizi ise negatif sonuçlanarak, diğer cep telefonları, fotoğraf makinası ve video kameradan çekim yapılan aynı çözünürlükteki videoların kaynak analizi pozitif sonuçlanmıştır. Aynı kameradan çekilen farklı çözünürlükteki videoların birbiri içine eklenmesiyle oluşturulan yeni videonun mukayesesinde; Canon marka Eos 70D model fotoğraf makinası, Xiaomi marka Redmi Note 8 model cep telefonu, Xiaomi marka Redmi Note 10S model ve Iphone marka 8 Plus model cep telefonundan çekilen farklı çözünürlükteki videoların kaynak analizi, hem negatif hem pozitif sonuçlanmıştır. Diğer cep telefonları ve video kamerasından çekilen farklı çözünürlükteki videoların kaynak analizi ise pozitif sonuçlanmıştır.

Aynı kameradan çekilen ve sonrasında sosyal medyada paylaşılan videonun içine eklenmesiyle oluşturulan yeni videonun mukayesesinde; Iphone marka 8 Plus model cep telefonu negatif, diğer cep telefonlarından alınan görüntüler pozitif sonuçlanmıştır. Farklı kameralarla çekim yapılan videoların birbiri içine eklenmesiyle yeniden oluşturulan videoların mukayesesinde; Xiaomi marka Note 8 model cep telefonu ile yapılan deneyde hem negatif hem pozitif, Xiaomi marka Note 10s model cep telefonu ve Iphone marka 8 plus model cep telefonu ile yapılan deneyde ise negatif sonuçlanmıştır. Diğer cep telefonları, fotoğraf makinası ve video kamerasıyla yapılan deneyler pozitif sonuçlanmıştır.

Adobe Premiere yazılımıyla kırılarak yeniden oluşturulan bazı videoların mukayesesinde; Iphone marka 8 Plus model cep telefonu ile yapılan deney negatif, diğer cep telefonları, fotoğraf makinası ve video kamera ile yapılan deneyler pozitif sonuçlanarak görüntüyü kırmanın kaynak analizine etkisi olmadığı bulgulanmıştır.

Çözünürlüğün kaynak analizine etkisini görebilmek için bazı videoların çözünürlüğü düşürülmüş, yükseltilmiş ve çözünürlüğü birbirinden farklı videolar mukayese edilmiştir. Yapılan deneyler neticesinde; çözünürlüğü düşürülen videoların mukayesesinde tüm cep telefonları, fotoğraf makinası ve video kamerasının kaynak analizi pozitif sonuçlanmıştır. Çözünürlüğü yükseltilen videoların mukayesesinde; Iphone 8 plus model cep telefonundan çekilen görüntüler hem pozitif hem negatif, diğer cep telefonları, fotoğraf makinası ve video

kameradan çekilen videoların kaynak analizi ise pozitif sonuçlanmıştır. Farklı çözünürlükleri olan videoların mukayesesinde ise, Canon marka Eos 70D model fotoğraf makinası ile Xiaomi marka Redmi Note 10S model cep telefonundan çekim yapılan farklı çözünürlükteki videoların mukayesesı hem negatif hem de pozitif sonuçlanmıştır. Samsung marka J7 model cep telefonu ve Xiaomi marka Redmi Note 8 model cep telefonundan çekim yapılan farklı çözünürlükteki videoların mukayesesı negatif sonuçlanarak, diğer cep telefonları ve video kameradan çekim yapılan farklı çözünürlükteki videoların mukayesesı ise pozitif sonuçlanmıştır.

Işık koşullarının prnu analizine etkisini görebilmek için farklı ışık koşullarında çekilen görüntülerin mukayesesinde; Canon marka Eos 70D model fotoğraf makinasıyla yapılan deneyler hem negatif hem pozitif, Xiaomi marka Redmi Note 8 model ve Iphone marka 8 Plus model cep telefonlarıyla yapılan deneyler hem negatif hem pozitif sonuçlanarak, diğer cep telefonları ve video kamerayla yapılan deneyler pozitif sonuçlanarak farklı ışık koşullarının prnu analizini olumsuz yönde etkileyebileceği değerlendirilmektedir.

Literatürde Dasara Shullani ve arkadaşlarının “kaynak tanımlama için bir video ve görüntü veri seti olan vizyon” başlıklı makalesinde, kullanıcının videoyu çekerken hareketsiz durduğu hareketsiz mod, kullanıcının videoyu çekerken yürüdüğü hareket modu; papağan modu, burada kullanıcı bir kaydırma ve bir döndürmeyi birleştirerek gerçekleştirdiği kayıttan bahsedilmektedir. İlgili makale kapsamında bu tez çalışmasında kamera hareket ettirilmeden (el ile) ve hareket ettirilerek çekimler yapılmıştır. Bu kapsamda, görüntünün hareketli ve hareketsiz kamera ile çekilmesinin, prnu analizine etkisi olup olmadığını görebilmek için yapılan deneyler neticesinde; Samsung marka Galaxy M31 model cep telefonuyla yapılan deney negatif, diğer cep telefonlarıyla yapılan deneylerin hepsi pozitif sonuçlanarak, kameranın hareketli ya da hareketsiz olmasının prnu analizini olumsuz yönde etkilemediği bulgulanmıştır.

Literatürde Dasara Shullani ve arkadaşlarının “kaynak tanımlama için bir video ve görüntü veri seti olan vizyon” başlıklı makalesinde, video kaynak analizi yapılabilmesi için bahsedilen bazı çekim özelliklerinden birisi de iç ve dış mekan senaryolarının olmasından bahsedilmektedir. İç mekanlar ofisler, mağazalar gibi kapalı ortamları temsil ederken dış mekan senaryosunda bahçeler gibi açık alanların videolarını içermektedir. İlgili makale kapsamında bu tez çalışmasında ev, ofis gibi kapalı iç mekanlarda ve açık alanlardan oluşan dış mekanlarda çekimler yapılarak sonuçları analiz edilmiştir. Bu kapsamda, görüntünün iç ve

dış mekanda çekilmesinin, prnu analizine etkisi olup olmadığını görebilmek için yapılan deneylerin neticesinde; Canon marka Eos 70D model cep telefonu ile yapılan deneyler negatif diğer cep telefonları ve video kamera ile yapılan deneyler ise pozitif sonuçlanarak iç ya da dış mekanda çekim yapılmasının prnu analizini olumsuz yönde etkilemediği bulgulanmıştır.

Marco Fontani'nin Amped Authenticate yazılımında Prnu tabanlı kamera tanımlama/kimliklendirme yazısında belirtilen cihazların dijital stabilizasyon özelliğinin kapatılması veya bu mümkün olmadığında cihazı sabit bir konumda tutmak için bir tripod kullanılması gerektiği belirtilmektedir. İlgili makale dikkate alınarak çekimler yapılmıştır. Bu kapsamda, tez çalışmasında tripod kullanılarak çekim yapılmasının prnu analizine etkisi olup olmadığını görebilmek amacıyla yapılan deneylerin neticesinde; kullanılan tüm cep telefonlarıyla yapılan deneyler hem negatif hem pozitif sonuçlanarak tripod kullanılmasının kaynak analizini olumlu yönde fazlasıyla etkilemediği görülmüştür.

Referans ve kanıt video sürelerinin prnu analizine etkisi olup olmadığını görebilmek amacıyla yapılan deneylerin neticesinde; referans ve kanıt video süresinin bir dakikadan az olduğu görüntülerin kaynak analizi mukayesesinde, Xiaomi marka Redmi Note 8 model cep telefonu ile yapılan deneyler negatif, diğer cep telefonları, video kamera ve fotoğraf makinasıyla yapılan deneyler pozitif sonuçlanarak, video süresinin bir dakikan az olmasının Xiaomi Redmi Note 8 model cep telefonu prnu analizini olumsuz yönde etkilediği değerlendirilmektedir. Referans ve kanıt video sürelerinin birbirinden farklı olduğu görüntülerin kaynak analizi mukayesesinde, Xiaomi marka Redmi Note 8 model cep telefonu ile yapılan deneyler negatif, diğer cep telefonları, video kamera ve fotoğraf makinasıyla yapılan deneyler pozitif sonuçlanarak, video sürelerinin fazla ya da az olmasının Xiaomi marka Redmi Note 8 model cep telefonu prnu analizini olumsuz yönde etkilediği değerlendirilmektedir. Referans ve kanıt video sürelerinin aynı/benzer olduğu görüntülerin kaynak analizi mukayesesinde, Iphone 8 plus model cep telefonu ile yapılan deney negatif, diğer tüm cep telefonları, video kamera ve fotoğraf makinasıyla yapılan deneyler pozitif sonuçlanmıştır.

Literatürde Marco Fontani'nin Amped Authenticate yazılımında Prnu tabanlı kamera tanımlama/kimliklendirme yazısında belirtilen önerilen minimum kayıt uzunluğu 45 saniye olması gerektiği dikkate alınarak bu deneyler yapılmıştır. Ancak 45 saniyenin altında 30 saniye süresinde video kayıtları yapılarak kaynak analizi sorgulandığında da pozitif sonuçlanan video süresinden etkilenmeyen cihazlar olduğu görülmüştür. Benzer şekilde

literatürde Marco Fontani'nin Amped Authenticate yazılımında Prnu tabanlı kamera tanımlama/kimliklendirme yazısında belirtilen cihazların dijital stabilizasyon özelliğinin kapatılması veya bu mümkün olmadığında cihazı sabit bir konumda tutmak için bir tripod kullanılması gerektiği dikkate alınarak çekimler yapılmıştır. Ancak dijital stabilizasyon özelliği açılarak çekim yapılan Xiaomi Redmi Note 10S cep telefonunda bu özelliği açık olarak çekilen videoların kaynak analizi pozitif sonuçlanmış fakat Xiaomi Redmi Note 8 cep telefonu ile dijital stabilizasyon açık iken çekilen videoların kaynak analizi negatif sonuçlanmıştır. Dolayısıyla bu sonuçların her kameranın özelinde değişiklik gösterdiği tespit edilmiştir.

Kameranin yatay ve dikey çekim konumundayken çekimi yapılan görüntülerin farklı çekim konumlarıyla ve sonradan konumları yazılım vasıtasıyla değiştirilmek suretiyle oluşturulan görüntülerde bu faktörlerin prnu analizine etkisi olup olmadığı ve rotate edilen videoların bu sonucunu Amped Authenticate yazılımının algılayıp algılamadığını test etmek maksadıyla yapılan deneyler yapılmıştır. Yapılan deneyler neticesinde; orijinal çekim konumlarının tersi konumuyla mukayese edilen görüntülerin kaynak analizi, Xiaomi Redmi Note 8, Xiaomi Note 10S ve Iphone 8 Plus model cep telefonlarıyla yapılan deneyler negatif, diğer cep telefonlarıyla yapılan deneyler ise pozitif sonuçlanmıştır. Amped Five yazılımında çekim konumları rotate edilerek değiştirilen videoların mukayesesinde, Xiaomi Redmi Note 10S model cep telefonu ile yapılan deney negatif, diğer cep telefonları ise pozitif sonuçlanarak Amped Authenticate yazılımının "Rotated" uyarısını vermesiyle başarılı sonuçlar verdiği bulgulanmıştır. Farklı çekim konumlarında olmalarının ya da sonradan rotate edilmesinin prnu analizini olumsuz yönde etkilemediği görülmüştür.

Görüntülerin zoomlama yapılarak çekilmesinin prnu analizine etkisi olup olmadığını görebilmek maksadıyla yapılan deneylerin neticesinde; tripod kullanılmadan zoomlama yapılarak çekilen görüntülerin kaynak analizinde Samsung marka J7, Xiaomi Redmi Note 8, Xiaomi Note 10S ve Samsung marka Galaxy M31 model cep telefonu ile yapılan deneyler pozitif sonuçlanmıştır. Aynı marka ve model cep telefonlarına ilaveten Iphone 8 plus ile tripod kullanılarak ve zoomlama yapılarak çekilen görüntülerin kaynak analizinde, Xiaomi Redmi Note 8 model telefon ile yapılan deneyler negatif, Iphone 8 Plus model cep telefonu ile yapılan deneyler hem negatif hem pozitif, diğer cep telefonları ve fotoğraf makinasıyla yapılan deneyler ise pozitif sonuçlanmıştır. Genel olarak görüntülerin optik zoom yapılarak çekilmesinin kaynak analizi uygunluk sonucunu olumsuz yönde etkilemediği görülmüştür. Dijital zoomun prnu analizine etkisi olup olmadığını görebilmek maksadıyla yapılan deneyler

neticesinde; referans ve kanıt videosunun her ikisi de dijital zoom yapılarak çekildiği görüntülerin mukayesesinde, Canon Eos 70D model fotoğraf makinası ile Canon Legria Hfr806 HD model video kamerayla yapılan deneyler pozitif sonuçlanmıştır. Aynı cihazlarla referans videosu optik, kanıt videosu dijital zoom ile çekilen görüntülerin mukayesesi ise negatif sonuçlanarak dijital zoomun prnuyu olumsuz yönde etkilediği görülmüştür.

Stabilize edilmiş videoların kaynak analizine etkisini görebilmek için Canon Eos 70D model fotoğraf makinası, Canon Legria Hfr806 HD model video kamera, Xiaomi Redmi Note8 model cep telefonu ve Xiaomi Redmi Note 10S model telefon ile yapılan deneyler neticesinde; Xiaomi Redmi Note8 model cep telefonu ile dijital stabilizasyon açık iken çekim yapılan videoların kaynak analizi negatif sonuçlanarak dijital stabilizasyonun bu cihaz için kaynak analizini olumsuz yönde etkilediği bulgulanmıştır. Diğer cihazlardan yapılan çekimler ise pozitif sonuçlanarak dijital stabilizasyonun açık olmasından diğer cihazların etkilenmediği görülmüştür.

Canon Eos 70D model fotoğraf makinası, Canon Legria Hfr806 HD model video kamerası ve Xiaomi Redmi Note 10S model telefon ile renk doygunluğunun prnu analizine etkisi olup olmadığını görebilmek maksadıyla yapılan deneyler neticesinde; yalnız Canon Eos 70D model fotoğraf makinasıyla yapılan deneyler hem negatif hem pozitif, diğerlerinin ise pozitif sonuçlandığı görülmüştür.

Instagram ve Whatsapp sosyal medya uygulamalarında görüntülerin paylaşılmasının kaynak analizine etkisini görebilmek maksadıyla yapılan deneyler neticesinde; Instagramda mesaj yoluyla paylaşılan görüntülerin kaynak analizinde, Xiaomi Redmi Note 10S model cep telefonuyla yapılan deneyler, hem pozitif hem negatif, Samsung Galaxy M31, Xiaomi Redmi Note 8 ve Iphone 8 Plus model cep telefonlarıyla yapılan deneyler negatif sonuçlanmıştır. Instagramda reels olarak paylaşılan görüntülerin kaynak analizinde ise Xiaomi Redmi Note 10S, Samsung Galaxy M31, Xiaomi Redmi Note 8 ve Iphone 8 Plus model cep telefonlarıyla yapılan deneylerin tamamı negatif sonuçlanmıştır. Whatsappta mesaj yoluyla paylaşılan görüntülerin kaynak analizinde, Xiaomi Redmi Note 10S model cep telefonuyla yapılan deneyler, hem pozitif hem negatif, Samsung Galaxy M31, Xiaomi Redmi Note 8 ve Samsung J7 model cep telefonlarıyla yapılan deneyler pozitif, Iphone 8 plus model telefon ile yapılan deneyler negatif sonuçlanmıştır. Dolayısıyla Instagramda mesaj ve reels olarak paylaşılan videonun orijinallliğini yitirdiği, çözünürlüğünün değiştiği vb nedenlerle kaynak analizi sonucunu olumsuz yönde etkilediği bulgulanmıştır. Ancak Whatsapp uygulamasında mesaj

yoluyla paylaşılan görüntülerin çözünürlüklerinin düşmesine rağmen Samsung Galaxy M31, Xiaomi Redmi Note 8, Xiaomi Redmi Note 10S ve Samsung J7 model cep telefonlarıyla yapılan deneylerin pozitif sonuçlanmasıyla bu uygulamanın bu telefonlar üzerinde kaynak analizi uygunluk sonucunu olumsuz yönde etkilemediği görülmüştür. Iphone 8 Plus model cep telefonuyla Whatsapp uygulamasında mesaj yoluyla paylaşılan görüntülerin kaynak analizi negatif sonuçlanarak, Instagram ve Whatsapp uygulamalarında paylaşılan videoların Iphone 8 plus model cep telefonu kaynak analizi mukayesesini olumsuz yönde etkilediği görülmüştür.

Tüm deneyler neticesinde, bazı deney sonuçlarının kaynaklandığı faktör/faktörlerin tespiti hususunda kanaat oluşmamıştır. Örneğin; bazı deneylerin sonucunda videolarda herhangi bir kırpma/kesme vs işlemi uygulanmamasına rağmen kaynak analizine yönelik mukayese sonucunda “Cropped” sonucunu vermiş olmasının tam olarak hangi faktör/faktörlerden kaynaklandığı ile ilgili bir tespit yapılamamıştır. Ayrıca bazı deneylerin neticesinde, kaynak analizi uygunluk sonucu “Negatif” sonuçlanmasına rağmen analiz sonuç tablosunda 60 threshold değerinin üstünde kalan karelerin olduğu ya da kaynak analizi uygunluk sonucu “Pozitif” sonuçlanmasına rağmen analiz sonuç tablosunda karelerin tamamının 60 threshold değerinin altında kaldığı görülmüş ve bu analiz sonuçlarının tam olarak hangi faktör/faktörlerden kaynaklandığı ile ilgili bir tespit yapılamamıştır.

Farklı kameralarla çekim yapılan görüntüler üzerinde şüpheli kamera tespitine yönelik yapılan çalışmalarda; amped authenticate yazılımının farklı kameraların kaynak analizine yönelik mukayese sonuçlarını görebilmek için kameralar kendi referans video modelleriyle farklı kameradan çekim yapılan görüntülerle mukayese edilmiştir. Bu bölümde; farklı kameralardan çekim yapılan videoların referans video modelleriyle farklı kameralardan çekim yapılan kanıt videoları ile mukayese edilerek videoların aynı kaynaktan çekilmediği sonucunu tespit edebilmek için deneyler yapılmış ve kaynak analizi uygunluk sonuçları “Negatif” sonuçlanarak başarılı sonuçlar elde edilmiştir.

5. SONUÇ ve ÖNERİLER

Amped Authenticate (version nu: 27947) yazılımı kullanılarak şüpheli kamera tespitine yönelik yapılan deneyler neticesinde, kaynak analizi uygunluk sonuçları büyük oranda “Pozitif” sonuçlanarak videolara yapılan müdahaleleri algılayıp Authenticate’n başarılı ve etkin sonuçlar verdiği görülmüştür.

Bulgular bölümünde belirtilen sonuçlar doğrultusunda, kayıtların kalite seviyesi 4K ve yüksek çözünürlükte (3840x2160, 1920x1080 çözünürlük seviyesi üzerinde) olduğu durumlarda şüpheli kamera tespitine yönelik uygunluk sonucunun pozitif sonuçlanması yüksek olduğu için çözünürlüklerin 4K ve yüksek çözünürlüklerde çekilmesinin uygun olduğu tespit edilmiştir.

Filtrenin yüksek çözünürlüğe sahip videoların yanı sıra uygun ışık koşullarında, dijital stabilizasyon kapalı iken ve zoom (büyütme) yapılmadan yapılan çekimlerde başarılı sonuçlar verdiği tespit edilmiştir.

Bu tez çalışması kapsamında kullanılan cihaz, yazılım ve yöntemlerle yapılan deneyler ve elde edilen bulgular neticesinde; referans görüntülerle kanıt videosu olarak çekim yapılan görüntülerin irtibatlı olup olmadığına yani aynı kameradan çekilip çekilmediğine yönelik belirtilen proje amacına büyük oranda ulaşılmıştır.

Amped Authenticate yazılımında şüpheli kamera tespitine (cihaz analizine) yönelik mukayesede başarılı ve etkin sonuçlar elde edilebilmesi için şu hususlara dikkat edilmesi gerektiği değerlendirilmektedir: Referans olarak çekilen videoların iç ortamda düz bir duvar, dış ortamda açık, mavi bir gökyüzü çekilerek (örneğin güneş resimden uzak tutmalıdır) yapılması gerektiği, dijital stabilizasyon özelliği harici olarak müdahale edilebilen cihazlarda bu özellik kapalı olarak çekimlerin yapılması gerektiği, referans için çekilen videonun süresinin minimum bir dakika olması gerektiği, görüntülerin yüksek ve 4K çözünürlüğünde çekilmesinin PRNU’yu olumlu yönde etkilediği değerlendirilmektedir.

Bununla birlikte bu çalışmaya esas olarak şu yönlerin deneylerle geliştirilebileceği düşünülmektedir: Bu çalışmada sosyal medya paylaşım deneylerinde Instagram ve Whatsapp uygulamaları kullanılmıştır, bunlara ek olarak diğer sosyal medya uygulamalarında da

(Youtube, Telegram, Facebook vb.) görüntü paylaşımları yapılarak şüpheli kamera tespitine yönelik incelemeler artırılabilir. Farklı marka ve model cep telefonları, video kameralar, fotoğraf makinaları, güvenlik kameraları, gizli kameralarla (yaka kameraları vb) cihaz sayısı ve türü artırılarak, cihaz analizi tespitine yönelik deneysel çalışmalar genişletilebilir.



KAYNAKLAR

Altunok, E., Vural ve A.F. (2011). Bilişim suçları. Denetişim Yayıncılık.

Avşar, V. (2018). Jpg ve bmp uzantılı sayısal fotoğraf dosyaları üzerinde amped authenticate yazılımı kullanılarak manipölasyon tespiti. (Uzmanlık Tezi). JKDB.

Iuliani, M., Fontani, M., Shullani, D. ve Piva, A. (2019). Hybrid reference-based video source identification. Sensors. Italy.

Shullani, D., Fontani, M., Iuliani, M., Shaya, O. ve Piva, A. (2017). Vision: a video and image dataset for source identification. Eurasip Journal on Information Security. doi: 10.1186/s13635-017-0067-2.

Taşpınar, S., Mohanty, M., Memon, N. (2016). Source camera attribution using stabilized video. doi: 10.1109/Wifs.2016.7823918. Aralık.

Görüntü inceleme kısım amirliğı uzmanlık eğitim. (2020). Ankara: JKDB.

T.C. Anadolu Üniversitesi Yayını No:2403, Açıköğretim Faköltesi Yayını No:1394. (2013). *Görsel kültür.* Ankara: Saray Matbaacılık.

T.C. Anadolu Üniversitesi Yayını No:2410, Açıköğretim Faköltesi Yayını No:1398. (2013). *Hareketli görüntünün tarihi.* Ankara: Saray Matbaacılık.

T.C. Anadolu Üniversitesi Yayını No:2157, Açıköğretim Faköltesi Yayını No:1185. (2012). *Kamera tekniğine giriş.* Eskişehir: Web-Ofset.

T.C. Anadolu Üniversitesi Yayını No:2545, Açıköğretim Faköltesi Yayını No:1516. (2012). *Medya hukuku.* Eskişehir: Web-Ofset.

T.C. Anadolu Üniversitesi Yayını No: 2483, Açıköğretim Faköltesi Yayını No:1454. (2012). *Toplum ve iletişim.* Eskişehir: Web-Ofset.

ENFSI (2021). Best practice manual for digital image authentication. ENFSI-Bpm-Dı-03 Issue 01.October.

Amped Software. Fotoğraf Analizi ve Kurgu Tespiti. <https://ampedsoftware.com/authenticate>
Erişim Tarihi: 02.07.2022.

Fontani, M. (2017). Prnu based camera identification in amped authenticate. <https://blog.ampedsoftware.com/2017/10/04/prnu-based-camera-identification-in-amped-authenticate/>
Erişim Tarihi: 02.07.2022.

Fontani, M. (2020). Using amped authenticate for video source identification when you only have images as reference. <https://blog.ampedsoftware.com/2020/04/28/using-amped-authenticate-for-video-source-identification-when-you-only-have-images-as-reference/>
Erişim Tarihi: 02.07.2022.

Fontani, M. (2020). Amped authenticate update 19348:prnu camera identification and tampering detection for video and much more. <https://blog.ampedsoftware.com/2020/12/16/amped-authenticate-update-19348-prnu-camera-identification-and-tampering-detection-for-video-and-much-more/>
Erişim Tarihi: 11.07.2022.

Dickson ve edison'un sinema ve bilimi tek potada eritip tarihte bir ilke imza attıkları 'dickson deneysel ses filmi'. <https://onedio.com/haber/dickson-ve-edison-un-sinema-ve-bilimi-tek-potada-eritip-tarihte-bir-ilke-imza-attiklari-dickson-deneysel-ses-filmi-883212>

EKLER



Ek-1. Kaynak Analizine Etki Edebileceği Değerlendirilen Bazı Faktörlere Göre Çekim Yapılan Görüntülerde Şüpheli Kamera Tespitine Yönelik Amped Authenticate Yazılımının Etkinliği

ETKİLEYEN FAKTÖRLER			AMPED AUTHENTICATE YAZILIMININ KAYNAK ANALİZİNE ETKİ EDEBİLECEK FAKTÖRLERE GÖRE ÇEKİLEN GÖRÜNTÜLERDE ŞÜPHELİ KAMERA TESPİTİNE YÖNELİK ETKİNLİĞİ																			TOPLAM ANALİZ SAYISI	YAPILAN DENEME SAYISI
			SAMSUNG J7																				
			ŞÜPHELİ KAMERA TESPİTİNE YÖNELİK ANALİZ SONUÇLARI																				
			POZİTİF					NEGATİF					RESİZ					ROTATED		CROPPED			
			640x480	960x480	1280x720	1920x1080	3840x2160	640x480	1280x720	1920x1080	3840x2160	960x480	1280x720	1920x1080	3840x2160	640x480	1280x720	1920x1080	640x480	1280x720	1920x1080		
Birbiri İçine Videoların Eklenebilirliği	Aynı kameradan çekilen, aynı çözünürlükteki videoların iç içe eklenmesi			2																2	2		
	Aynı kameradan çekilen, farklı çözünürlükte çekilen videoların iç içe eklenmesi	2														1				3	2		
	Aynı kameradan çekilen görüntünün sosyal medyada paylaşılan haliyle iç içe eklenmesi	1																		1	1		
	Farklı kameralardan çekilen görüntülerin iç içe eklenmesi				2															2	2		
Görüntünün Kırılması						2										1				3	2		
Çözünürlük	Çözünürlük Değiştirilme	Çözünürlüğün Düşürülmesi	2							2										4	2		
		Çözünürlüğün Yükseltilmesi				2						2							4	2			
	Farklı Çözünürlüklerin Mukayesesi							1		1										2	2		
Işık Şiddeti						4														4	4		
Hareketli/Hareketsiz Kamera ile Çekim						2														2	2		
İç/Dış Mekan Çekimi						2														2	2		
Tripod ile Çekim			2					1												3	3		
Video Sürelerine Göre Çekim	Referans ve kanıt 1 dk'dan az olduğunda					1														1	1		
	Referans ve Kanıt süresi birbirinden farklı olduğunda					4														4	4		
	Referans ve Kanıt süresi aynı olduğunda					1														1	1		
Yatay/Dikey Çekim Konumlarına Göre	Orijinal çekim konumlarının tersinin mukayesesi				2	2														4	4		
	Sonradan rotate edildiğinde				1	1									1	1				4	2		
Zoomlu Çekim	Tripodsuz				1	1														2	2		
	Tripodlu				1	1														2	2		
	Optik Zoom																						
	Dijital Zoom	Referans ve kanıt videosu dijital zoom ile çekilenler																					
Referans optik, kanıt videosu dijital zoom ile çekilenler																							
Dijital Stabilizasyon																							
Renk Doğruluğuna Göre																							
TOPLAM ANALİZ SAYISI			5	2	5	25	2	2		1		2			2		1	2	1		50	42	

* Optik ve Dijital Zoom çekimleri fotoğraf makinası ve video kamera için kullanılmıştır.

			AMPED AUTHENTICATE YAZILIMININ KAYNAK ANALİZİNE ETKİ EDEBİLECEK FAKTÖRLERE GÖRE ÇEKİLEN GÖRÜNTÜLERDE ŞÜPHELİ KAMERA TESPİTİNE YÖNELİK ETKİNLİĞİ																					
ETKİLEYEN FAKTÖRLER			CANON EOS 70D FOTOĞRAF MAKİNASI																		TOPLAM ANALİZ SAYISI	YAPILAN DENETİM SAYISI		
			ŞÜPHELİ KAMERA TESPİTİNE YÖNELİK ANALİZ SONUÇLARI																					
			POZİTİF					NEGATİF			RESİZ				ROTATED			CROPPED						
			640x480	640x480	1280x720	1920x1080	2560x1440	640x480	1280x720	1920x1080	640x480	640x480	1280x720	1920x1080	2560x1440	640x480	1280x720	1920x1080	640x480	1280x720			1920x1080	
Birbiri İçine Videoların Ekleme	Aynı kameradan çekilen, aynı çözünürlükteki videoların iç içe eklenmesi				2																2	2		
	Aynı kameradan çekilen, farklı çözünürlükte çekilen videoların iç içe eklenmesi				1			1													2	2		
	Aynı kameradan çekilen görüntünün sosyal medyada paylaşılan haliyle iç içe eklenmesi																							
	Farklı kameralardan çekilen görüntülerin iç içe eklenmesi				4																4	4		
Görüntünün Kırılması					2																2	2		
Çözünürlük	Çözünürlüğün Değiştirilmesi	Çözünürlüğün Düşürülmesi	2							2											4	2		
		Çözünürlüğün Yükseltilmesi				2							2								4	2		
	Farklı Çözünürlüklerin Mukayesesi				1		2	2	2			1									8	7		
Işık Şiddeti				2	1				1			1									5	4		
Hareketli/Hareketsiz Kamera ile Çekim																								
İç/Dış Mekan Çekimi					2			2													4	4		
Tripod ile Çekim																								
Video Sürelerine Göre Çekim	Referans ve kamut 1 dk'dan az olduğunda				1																1	1		
	Referans ve Kamut süresi birbirinden farklı olduğunda				6																6	6		
	Referans ve Kamut süresi aynı olduğunda				1																1	1		
Yatay/Dikey Çekim Konumlarına Göre	Orijinal çekim konumlarının tersinin mukayesesi																							
	Sonradan rotate edildiğinde																							
Zoomlu Çekim	Tripodsuz																							
	Tripodlu																							
	Optik Zoom				2																2	2		
	Dijital Zoom	Referans ve kamut videosu dijital zoom ile çekilenler			2																2	2		
Referans optik, kamut videosu dijital zoom ile çekilenler								2												2	2			
Dijital Stabilizasyon					4																4	4		
Renk Doygunluğuna Göre				2	1				1												4	4		
TOPLAM ANALİZ SAYISI			2	2	2	30	2	2	5	6	2			2	2						57	51		

* Optik ve Dijital Zoom çekimleri fotoğraf makinası ve video kamera için kullanılmıtır.

ETKİLEYEN FAKTÖRLER			AMPED AUTHENTICATE YAZILIMININ KAYNAK ANALİZİNE ETKİ EDEBİLECEK FAKTÖRLERE GÖRE ÇEKİLEN GÖRÜNTÜLERDE ŞÜPHELİ KAMERA TESPİTİNE YÖNELİK ETKİNLİĞİ																								TOPLAM ANALİZ SAYISI	YAPILAN DENETİM SAYISI
			CANON LEGRIA HF806 HD VIDEO KAMERA																									
			ŞÜPHELİ KAMERA TESPİTİNE YÖNELİK ANALİZ SONUÇLARI																									
			POZİTİF						NEGATİF			RESİZED				ROTATED			CROPPED									
			640x360	640x480	960x540	1280x720	1920x1080	2560x1440	3840x2160	640x480	1280x720	1920x1080	640x480	960x540	1280x720	1920x1080	3840x2160	640x480	1280x720	1920x1080	640x480	1280x720	1920x1080					
Birbiri İçine Videoların Eklenmesi	Aynı kameradan çekilen, aynı çözünürlükteki videoların iç içe eklenmesi				2																			2	2			
	Aynı kameradan çekilen, farklı çözünürlükte çekilen videoların iç içe eklenmesi			2	2								1	1										6	4			
	Aynı kameradan çekilen görüntünün sosyal medyada paylaşılan haliyle iç içe eklenmesi																											
	Farklı kameralardan çekilen görüntülerin iç içe eklenmesi				2													1			1			4	2			
Görüntünün Kırılması						2																		2	2			
Çözünürlük	Çözünürlüğün Değiştirilmesi	Çözünürlüğün Düşürülmesi			2							2												4	2			
		Çözünürlüğün Yükseltilmesi						2							2								4	2				
	Farklı Çözünürlüklerin Mukayesesi					1	1							1	1									4	2			
Işık Şiddeti						4																		4	4			
Hareketli/Hareketsiz Kamera ile Çekim																												
İç/Dış Mekan Çekimi						2																		2	2			
Tripod ile Çekim																												
Video Sürelerine Göre Çekim	Referans ve kanıt 1 dk'dan az olduğunda					1																		1	1			
	Referans ve Kanıt süresi birbirinden farklı olduğunda					6																		6	6			
	Referans ve Kanıt süresi aynı olduğunda					1																		1	1			
Yatay/Dikey Çekim Konumlarına Göre	Orijinal çekim konumlarının tersinin mukayesesi																											
	Sonradan rotate edildiğinde																											
Zoomlu Çekim	Tripodsuz																											
	Tripodlu																											
	Optik Zoom																											
	Dijital Zoom	Referans ve kanıt videosu dijital zoom ile çekilenler				3																			3	3		
Referans optik, kanıt videosu dijital zoom ile çekilenler									2															2	2			
Dijital Stabilizasyon						3																		3	3			
Renk Doğruluğuna Göre						3																		3	3			
TOPLAM ANALİZ SAYISI					2	5	30		2			2	2	2	2	2	1			1				51	41			

* Optik ve Dijital Zoom çekimleri fotoğraf makinası ve video kamera için kullanılmıştır.

ETKİLEYEN FAKTÖRLER		AMPED AUTHENTICATE YAZILIMININ KAYNAK ANALİZİNE ETKİ EDEBİLECEK FAKTÖRLERE GÖRE ÇEKİLEN GÖRÜNTÜLERDE ŞÜPHELİ KAMERA TESPİTİNE YÖNELİK ETKİNLİĞİ																		TOPLAM ANALİZ SAYISI	YAPILAN DENİY SAYISI
		SAMSUNG GALAXY M31																			
		ŞÜPHELİ KAMERA TESPİTİNE YÖNELİK ANALİZ SONUÇLARI																			
		POZİTİF				NEGATİF				RESİZ				ROTATED			CROPPED				
		640x480	1280x720	1920x1080	3840x2160	640x480	1280x720	1920x1080	3840x2160	640x480	1280x720	1920x1080	3840x2160	640x480	1280x720	1920x1080	3840x2160				
Birbiri İçine Videoların Ekenmesi	Aynı kameradan çekilen, aynı çözünürlükteki videoların iç içe ekenmesi			2										2				4	2		
	Aynı kameradan çekilen, farklı çözünürlükte çekilen videoların iç içe ekenmesi			2						1								3	2		
	Aynı kameradan çekilen görüntünün sosyal medyada paylaşılan haliyle iç içe ekenmesi			1														1	1		
	Farklı kameralardan çekilen görüntülerin iç içe ekenmesi			2														2	2		
Görüntünün Kırılması			1	1									1					3	2		
Çözünürlük	Çözünürlüğün Değiştirilmesi			2						2								4	2		
	Çözünürlüğün Yükseltilmesi				2						2							4	2		
	Farklı Çözünürlüklerin Mukayesesi		1	1						1	1							4	2		
Işık Şiddeti				4														4	4		
Hareketli/Hareketsiz Kamera İle Çekim				1				1										2	2		
İç/Dış Mekan Çekimi				2														2	2		
Tripod İle Çekim			4	4			1											9	9		
Video Sürelerine Göre Çekim	Referans ve kanıt 1 dk'dan az olduğunda			1														1	1		
	Referans ve Kanıt süresi birbirinden farklı olduğunda			5														5	5		
	Referans ve Kanıt süresi aynı olduğunda			1														1	1		
Yatay/Dikey Çekim Konumlarına Göre	Orijinal çekim konumlarının tersinin mukayesesi		2	2														4	4		
	Sonradan rotate edildiğinde		1	1									1	1				4	2		
Zoomlu Çekim	Tripodsuz		1		2													3	3		
	Tripodlu		1		1													2	2		
	Optik Zoom																				
	Dijital Zoom	Referans ve kanıt videosu dijital zoom ile çekildiler																			
	Referans optik, kanıt videosu dijital zoom ile çekildiler																				
Dijital Stabilizasyon																					
Renk Doygunluğuna Göre																					
TOPLAM ANALİZ SAYISI			11	32	5		1	1		1	4	2		2	3			62	50		

* Optik ve Dijital Zoom çekimleri fotoğraf makinası ve video kamera için kullanılmıştır.

ETKİLEYEN FAKTÖRLER		AMPED AUTHENTICATE YAZILIMININ KAYNAK ANALİZİNE ETKİ EDEBİLECEK FAKTÖRLERE GÖRE ÇEKİLEN GÖRÜNTÜLERDE ŞÜPHELİ KAMERA TESPİTİNE YÖNELİK ETKİNLİĞİ																		TOPLAM ANALİZ SAYISI	YAPILAN DENİY SAYISI
		XIAOMI REDMI NOTE 8																			
		ŞÜPHELİ KAMERA TESPİTİNE YÖNELİK ANALİZ SONUÇLARI																			
		POZİTİF				NEGATİF				RESİZED				ROTATED			CROPPED				
		640x480	1280x720	1920x1080	3840x2160	640x480	1280x720	1920x1080	3840x2160	640x480	1280x720	1920x1080	3840x2160	640x480	1280x720	1920x1080	640x480	1280x720	1920x1080		
Birbiri İçine Videoların Eklenmesi	Aynı kameradan çekilen, aynı çözünürlükteki videoların iç içe eklenmesi	2	1					1			2								6	4	
	Aynı kameradan çekilen, farklı çözünürlükte çekilen videoların iç içe eklenmesi				1			1				1							3	2	
	Aynı kameradan çekilen görüntünün sosyal medyada paylaşılan haliyle iç içe eklenmesi			1															1	1	
	Farklı kameralardan çekilen görüntülerin iç içe eklenmesi	1	4					1						1				1	8	6	
Görüntünün Kırılması					1														1	1	
Çözünürlük	Çözünürlüğün Değiştirilmesi			2						2									4	2	
	Çözünürlüğün Yükseltilmesi				2						2								4	2	
	Farklı Çözünürlüklerin Mukayesesi						1	1											2	2	
Işık Şiddeti				1	1			1	1			1							5	4	
Hareketli/Hareketsiz Kamera ile Çekim				1	1						1	1							4	2	
İç/Dış Mekan Çekimi					2														2	2	
Tripod ile Çekim			3	2	1		4	4											14	14	
Video Sürelerine Göre Çekim	Referans ve kanıt 1 dk'dan az olduğunda							1											1	1	
	Referans ve Kanıt süresi birbirinden farklı olduğunda							3											3	3	
	Referans ve Kanıt süresi aynı olduğunda			1															1	1	
Yatay/Dikey Çekim Konumlarına Göre	Orjinal çekim konumlarının tersinin mukayesesi			2			2												4	4	
	Sonradan rotate edildiğinde		1	1										1	1				4	2	
Zoomlu Çekim	Tripodsuz			1	1														2	2	
	Tripodlu							1											1	1	
	Optik Zoom																				
	Dijital Zoom	Referans ve kanıt videosu dijital zoom ile çekilenler																			
	Referans optik, kanıt videosu dijital zoom ile çekilenler																				
Dijital Stabilizasyon								2											2	2	
Renk Doğruluğuna Göre																					
TOPLAM ANALİZ SAYISI		7	17	10		7	16	1		2	3	5		1	2			1	72	58	

* Optik ve Dijital Zoom çekimleri fotoğraf makinası ve video kamera için kullanılmıştır.

			AMPED AUTHENTICATE YAZILIMININ KAYNAK ANALİZİNE ETKİ EDEBİLECEK FAKTÖRLERE GÖRE ÇEKİLEN GÖRÜNTÜLERDE ŞÜPHELİ KAMERA TESPİTİNE YÖNELİK ETKİNLİĞİ																			
ETKİLEYEN FAKTÖRLER			XIAOMI REDMI NOTE 10S															TOPLAM ANALİZ SAYISI	YAPILAN DENETİM SAYISI			
			ŞÜPHELİ KAMERA TESPİTİNE YÖNELİK ANALİZ SONUÇLARI																			
			POZİTİF					NEGATİF			RESIZED					ROTATED				CROPPED		
			640x480	960x540	1280x720	1920x1080	3840x2160	640x480	1280x720	1920x1080	640x480	960x540	1280x720	1920x1080	3840x2160	640x480	1280x720			1920x1080		
Birbiri İçine Videoların Eklemeesi			Aynı kameradan çekilen, aynı çözünürlükteki videoların iç içe eklenmesi			2									2					4	2	
			Aynı kameradan çekilen, farklı çözünürlükte çekilen videoların iç içe eklenmesi						2	2											4	4
			Aynı kameradan çekilen görüntünün sosyal medyada paylaşılan haliyle iç içe eklenmesi			1											1		1		3	1
			Farklı kameralardan çekilen görüntülerin iç içe eklenmesi			1				1											2	2
Görüntünün Kırılması					2						2								4	2		
Çözünürlük	Çözünürlüğün Değiştirilmesi	Çözünürlüğün Düşürülmesi	2							2									4	2		
		Çözünürlüğün Yükseltilmesi				2							2					4	2			
		Farklı Çözünürlüklerin Mukayesesi				1		1	1					1				4	3			
		Işık Şiddeti			4														4	4		
Hareketli/Hareketsiz Kamera ile Çekim					2													2	2			
İç/Dış Mekan Çekimi					2	2							2					6	4			
Tripod ile Çekim					2			8										10	10			
Video Sürelerine Göre Çekim	Referans ve kamut 1 dk'dan az olduğunda				1													1	1			
	Referans ve Kamut süresi birbirinden farklı olduğunda				8													8	8			
	Referans ve Kamut süresi aynı olduğunda				1													1	1			
Yatay/Dikey Çekim Konumlarına Göre	Orijinal çekim konumlarının tersinin mukayesesi				2			2										4	4			
	Sonradan rotate edildiğinde				1			1							1			3	2			
Zoomlu Çekim	Tripodsuz				2													2	2			
	Tripodlu				1													1	1			
	Optik Zoom																					
	Dijital Zoom	Referans ve kamut videosu dijital zoom ile çekilenler																				
		Referans optik, kamut videosu dijital zoom ile çekilenler																				
Dijital Stabilizasyon					19	2			1									22	22			
Renk Doğruluğuna Göre					5													5	5			
TOPLAM ANALİZ SAYISI				2		56	7		14	5		2		2	5		4		1	98	84	

* Optik ve Dijital Zoom çekimleri fotoğraf makinesi ve video kamera için kullanımdır.

ETKİLEYEN FAKTÖRLER			AMPED AUTHENTICATE YAZILIMININ KAYNAK ANALİZİNE ETKİ EDEBİLECEK FAKTÖRLERE GÖRE ÇEKİLEN GÖRÜNTÜLERDE ŞÜPHELİ KAMERA TESPİTİNE YÖNELİK ETKİNLİĞİ																										
			IPHONE 8 PLUS																						TOPLAM ANALİZ SAYISI	YAPILAN DENEME SAYISI			
			ŞÜPHELİ KAMERA TESPİTİNE YÖNELİK ANALİZ SONUÇLARI																										
			POZİTİF					NEGATİF					RESIZED					ROTATED					CROPPED						
			640x480	960x540	1280x720	1920x1080	3840x2160	640x480	1280x720	1920x1080	3840x2160	640x480	960x540	1280x720	1920x1080	3840x2160	640x480	1280x720	1920x1080	3840x2160	640x480	1280x720	1920x1080	3840x2160					
Birbiri İçine Videoların Eklenebilirliği	Aynı kameradan çekilen, aynı çözünürlükteki videoların iç içe eklenmesi				1					1							1								3	2			
	Aynı kameradan çekilen, farklı çözünürlükte çekilen videoların iç içe eklenmesi								1	1															2	2			
	Aynı kameradan çekilen görüntünün sosyal medyada paylaşılan haliyle iç içe eklenmesi									1															1	1			
	Farklı kameralardan çekilen görüntülerin iç içe eklenmesi				2				2								2								6	4			
Görüntünün Karlılılığı								1	1																2	2			
Çözünürlük	Çözünürlüğün Değiştirilmesi	Çözünürlüğün Düşürülmesi	2								2														4	2			
		Çözünürlüğün Yükseltilmesi				1				1					1									3	2				
		Farklı Çözünürlüklerin Mukayesesi		1	1									1										3	2				
Işık Şiddeti					1				2	1														4	4				
Hareketli/Hareketsiz Kamera ile Çekim					2																			2	2				
İç/Dış Mekan Çekimi					2																			2	2				
Tripod ile Çekim					7	7	2		1	1	4													22	22				
Video Sürelerine Göre Çekim	Referans ve kamut 1 dk'dan az olduğunda				1																			1	1				
	Referans ve Kamut süresi birbirinden farklı olduğunda				4	1											1						1	7	5				
	Referans ve Kamut süresi aynı olduğunda									1														1	1				
Yatay/Dikey Çekim Konumlarına Göre	Orijinal çekim konumlarının tersinin mukayesesi			1				1	2															4	4				
	Sonradan rotate edildiğinde			1	1												1	1						4	2				
Zoomlu Çekim	Tripodsuz																												
	Tripodlu					1			1	2														4	4				
	Optik Zoom																												
	Dijital Zoom	Referans ve kamut videosu dijital zoom ile çekilenler																											
Referans optik, kamut videosu dijital zoom ile çekilenler																													
Dijital Stabilizasyon																													
Renk Doğruluğuna Göre																													
TOPLAM ANALİZ SAYISI			2	10	22	5		4	12	9		2		1	1		1	4	1					1	75	64			

* Optik ve Dijital Zoom çekimleri fotoğraf makinesi ve video kamera için kullanılmıtır.

Ek-2. Bazı Sosyal Medya Uygulamalarına Yüklenen (Instagram ve Whatsapp) Görüntülerde Şüpheli Kamera Tespitine Yönelik Amped Authenticate Yazılımının Etkinliği

			BAZI SOSYAL MEDYA UYGULAMALARINA YÜKLENEN (INSTAGRAM, WHATSAPP) GÖRÜNTÜLERDE AMPED AUTHENTICATE YAZILIMININ ŞÜPHELİ KAMERA TESPİTİNE YÖNELİK ETKİNLİĞİ													
ETKİLEYEN FAKTÖRLER			SAMSUNG J7												TOPLAM ANALİZ SAYISI	YAPILAN DENEY SAYISI
			ŞÜPHELİ KAMERA TESPİTİNE YÖNELİK ANALİZ SONUÇLARI													
			POZİTİF			NEGATİF			RESİZED			ROTATED				
			640x480	1280x720	1920x1080	640x480	1280x720	1920x1080	640x480	1280x720	1920x1080	640x480	1280x720	1920x1080		
SOSYAL MEDYADA PAYLAŞILMASI	INSTAGRAM	MESAJ OLARAK PAYLAŞILINCA												0	0	
		REELS OLARAK PAYLAŞILINCA												0	0	
	WHATSAPP	MESAJ OLARAK PAYLAŞILINCA	1											1	1	
TOPLAM			1											1	1	

			BAZI SOSYAL MEDYA UYGULAMALARINA YÜKLENEN (INSTAGRAM, WHATSAPP) GÖRÜNTÜLERDE AMPED AUTHENTICATE YAZILIMININ ŞÜPHELİ KAMERA TESPİTİNE YÖNELİK ETKİNLİĞİ																
ETKİLEYEN FAKTÖRLER			SAMSUNG GALAXY M31													TOPLAM ANALİZ SAYISI	YAPILAN DENEY SAYISI		
			ŞÜPHELİ KAMERA TESPİTİNE YÖNELİK ANALİZ SONUÇLARI																
			POZİTİF				NEGATİF				RESİZED				ROTATED				
			640x352	640x480	1280x720	1920x1080	640x480	720x404	1280x720	1920x1080	640x352	640x480	1280x720	1920x1080	640x480			1280x720	1920x1080
SOSYAL MEDYADA PAYLAŞILMASI	INSTAGRAM	MESAJ OLARAK PAYLAŞILINCA						1										1	1
		REELS OLARAK PAYLAŞILINCA								1								1	1
		WHATSAPP	MESAJ OLARAK PAYLAŞILINCA	1								1							2
TOPLAM			1					1		1	1							4	3

			BAZI SOSYAL MEDYA UYGULAMALARINA YÜKLENEN (INSTAGRAM, WHATSAPP) GÖRÜNTÜLERDE AMPED AUTHENTICATE YAZILIMININ ŞÜPHELİ KAMERA TESPİTİNE YÖNELİK ETKİNLİĞİ																	
ETKİLEYEN FAKTÖRLER			XIAOMI REDMI NOTE 8												TOPLAM ANALİZ SAYISI	YAPILAN DENEY SAYISI				
			ŞÜPHELİ KAMERA TESPİTİNE YÖNELİK ANALİZ SONUÇLARI																	
			POZİTİF				NEGATİF				RESİZED						ROTATED			
			640x352	640x480	1280x720	1920x1080	640x480	720x404	1280x720	1920x1080	640x352	640x480	1280x720	1920x1080			640x480	1280x720	1920x1080	
SOSYAL MEDYADA PAYLAŞILMASI	INSTAGRAM	MESAJ OLARAK PAYLAŞILINCA						1									1	1		
		REELS OLARAK PAYLAŞILINCA							1								1	1		
		WHATSAPP	MESAJ OLARAK PAYLAŞILINCA	1								1						2	1	
TOPLAM			1					1	1		1						4	3		

			BAZI SOSYAL MEDYA UYGULAMALARINA YÜKLENEN (INSTAGRAM, WHATSAPP) GÖRÜNTÜLERDE AMPED AUTHENTICATE YAZILIMININ ŞÜPHELİ KAMERA TESPİTİNE YÖNELİK ETKİNLİĞİ																	
ETKİLEYEN FAKTÖRLER			XIAOMI REDMI NOTE 10S														TOPLAM ANALİZ SAYISI	YAPILAN DENEY SAYISI		
			ŞÜPHELİ KAMERA TESPİTİNE YÖNELİK ANALİZ SONUÇLARI																	
			POZİTİF				NEGATİF				RESİZED				ROTATED					
			640x352	640x480	1280x720	1920x1080	640x352	640x480	720x404	1280x720	1920x1080	640x352	640x480	1280x720	1920x1080	640x480			1280x720	1920x1080
SOSYAL MEDYADA PAYLAŞILMASI	INSTAGRAM	MESAJ OLARAK PAYLAŞILINCA			1			3					1			1		6	4	
		REELS OLARAK PAYLAŞILINCA							1	1								2	2	
	WHATSAPP	MESAJ OLARAK PAYLAŞILINCA	3				1				3							7	4	
TOPLAM			3		1		1		3	1	1	3		1			1		15	10

			BAZI SOSYAL MEDYA UYGULAMALARINA YÜKLENEN (INSTAGRAM, WHATSAPP) GÖRÜNTÜLERDE AMPED AUTHENTICATE YAZILIMININ ŞÜPHELİ KAMERA TESPİTİNE YÖNELİK ETKİNLİĞİ															
ETKİLEYEN FAKTÖRLER			IPHONE 8 PLUS												TOPLAM ANALİZ SAYISI	YAPILAN DENEY SAYISI		
			ŞÜPHELİ KAMERA TESPİTİNE YÖNELİK ANALİZ SONUÇLARI															
			POZİTİF			NEGATİF				RESİZED			ROTATED					
			640x480	1280x720	1920x1080	480x268	640x480	848x480	1280x720	1920x1080	640x480	1280x720	1920x1080	640x480			1280x720	1920x1080
SOSYAL MEDYADA PAYLAŞILMASI	INSTAGRAM	MESAJ OLARAK PAYLAŞILINCA				2										2	2	
		REELS OLARAK PAYLAŞILINCA							1							1	1	
	WHATSAPP	MESAJ OLARAK PAYLAŞILINCA						4									4	4
TOPLAM						2			4			1					7	7

ÖZGEÇMİŞ

I-Bireysel Bilgiler

Adı : Merve
Soyadı : GÜMÜŞ
Uyruğu : TC
Medeni Durumu : Bekar

II-Eğitim Bilgileri

Yüksek Lisans : Ankara Üniversitesi, Adli Bilişim Tezli Yüksek Lisans (2021-)
Lisans : Anadolu Üniversitesi, Kamu Yönetimi (2018)
Önlisans : Karadeniz Teknik Üniversitesi, Harita Kadastro (2012)
: Anadolu Üniversitesi, Radyo ve Tv Programcılığı (2014)
Lise : Ankara Anadolu Ticaret Meslek Lisesi (2008)
Yabancı Dili : YÖKDİL/ 2021/ Yabancı Dil Notu: 61.25

III-Ünvanı

Jandarma Astsubay
Görüntü İnceleme Uzman Yardımcısı

IV-Mesleki Deneyimi

Jandarma Okullar Komutanlığı (2015-2016)
Eskişehir İl J.K.lığı/Cezaevi Blk.K.lığı (2016-2017)
Eskişehir İl J.K.lığı/Asyş Ş.Md.lüğü (2017-2020)
Kriminal Daire Bşk.lığı/Ankara J.Krim.Lab.Md.lüğü/Gör.İnc.Ks.A.lığı (2020-)