

T.C.
YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**WEB SERVİSLERİNDE MESAJIN İKİ KATMANLI QR KOD
İLE İLETİMİ VE MAKİNE ÖĞRENMESİ YÖNTEMLERİ İLE
TESPİTİ**

Mirsat YEŞİLTEPE

DOKTORA TEZİ

Matematik Mühendisliği Anabilim Dalı

Matematik Mühendisliği Programı

Danışman

Prof. Dr. Muhammet KURULAY

Haziran, 2022

T.C.
YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**WEB SERVİSLERİNDE MESAJIN İKİ KATMANLI QR KOD İLE
İLETİMİ VE MAKİNE ÖĞRENMESİ YÖNTEMLERİ İLE
TESPİTİ**

Mirsat YEŞİLTEPE tarafından hazırlanan tez çalışması 16.06.2022 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Matematik Mühendisliği Anabilim Dalı, Matematik Mühendisliği Programı **DOKTORA TEZİ** olarak kabul edilmiştir.

Prof. Dr. Muhammet KURULAY
Yıldız Teknik Üniversitesi
Danışman

Jüri Üyeleri

Prof. Dr. Muhammet KURULAY
Yıldız Teknik Üniversitesi

Prof. Dr. İbrahim EMİROĞLU, Üye
Yıldız Teknik Üniversitesi

Dr. Öğr. Üyesi Mert BAL, Üye
Yıldız Teknik Üniversitesi

Prof. Dr. Mustafa Nizamettin ERDURAN, Üye
Sabahattin Zaim Üniversitesi

Doç. Dr. Atakan KURT, Üye
İstanbul Üniversitesi - Cerrahpaşa

Danışmanım Muhammet KURULAY sorumluluğunda tarafımca hazırlanan Web Servislerinde Mesajın İki Katmanlı QR Kod ile İletimi ve Makine Öğrenmesi Yöntemleri ile Tespiti başlıklı çalışmada veri toplama ve veri kullanımında gerekli yasal izinleri aldığımı, diğer kaynaklardan aldığım bilgileri ana metin ve referanslarda eksiksiz gösterdiğimi, araştırma verilerine ve sonuçlarına ilişkin çarpıtma ve/veya sahtecilik yapmadığımı, çalışmam süresince bilimsel araştırma ve etik ilkelerine uygun davrandığımı beyan ederim. Beyanımın aksinin ispatı halinde her türlü yasal sonucu kabul ederim.

Mirsat YEŞİLTEPE

İmza



Aileme

TEŞEKKÜR

Tez danışmanlığı süresince yardımlarını esirgemeyen Sayın Prof. Dr. Muhammet KURULAY Hocama sonsuz teşekkürlerimi sunmayı borç bilirim.

Tez izleme sürecinde komite üyelerim Sayın Prof. Dr. İbrahim EMİROĞLU ve Prof. Dr. Mustafa Nizamettin ERDURAN Hocamalarıma süreci yönetirken göstermiş oldukları ilgi, alaka ve özveri için sonsuz teşekkürlerimi sunarım. Tez savunma sınavı jüri üyeliğini kabul eden Dr. Mert BAL ve Doç. Dr. Atakan KURT Hocalarıma sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Tüm hayatım boyunca her türlü maddi ve manevi desteklerinden ötürü aileme teşekkürüm sonsuzdur.

Mirsat YEŞİLTEPE

İÇİNDEKİLER

KISALTMA LİSTESİ	vii
ŞEKİL LİSTESİ	ix
TABLO LİSTESİ	xii
ÖZET	xiii
ABSTRACT	xv
1 GİRİŞ	1
1.1 Literatür Özeti.....	1
1.2 Tezin Amacı	8
1.3 Hipotez	8
2 SOAP PROTOKOLÜ İLE WEB SERVİSLERİNDE QR KOD KULLANILABİLİRLİĞİ	10
2.1 İletişimin Ortamlardaki Durum Biçimleri	13
2.2 İletişimde İletilen Mesajın İletişimdeki Şekli	14
2.3 QR Kod Ve Web Servis Ortamı	21
3 WEB SERVİSLERİNDE ANAHTARLI QR KOD İÇEREN QR KOD KULLANIMI	25
3.1 WCF Ortamında QR Kod İle İletişim.....	25
3.2 İletişim Kanalı Verimliliği.....	29
3.3 Web Servislerinde QR Kod Kullanımı Optimum Parametre Değerlendirme	35
4 İKİ KATMANLI QR KOD TASARIMI VE MAKİNE ÖĞRENMESİ ALGORİTMALARI İLE TESPİTİ	38
4.1 İki Katmanlı QR Kod Özellikleri	38
4.2 İki Katmanlı QR Kod Sınıflandırma İşlemi.....	42
4.3 Sınıflandırma İşlemi Sonuçları	44
4.4 İki Katmanlı QR Kod Sınıflandırma İşlemi Özeti.....	45
4.5 Saldırgan Tarafından Sınıflandırma İşlemine Karşı İki Katmanlı QR Koda Benzeyen Tek Katmanlı QR Kod Üretme İşlemi Ve Sonuçları	46
5 SONUÇ VE ÖNERİLER	55
KAYNAKÇA	56
A KARMAŞIKLI MATRİSLERİ SONUÇLARI	68
A.1 CNN Özellik Çıkarımı Test İşleminden Elde Edilen Karışıklık Matrisleri	68

A.2 CNN Özellik Çıkarımı Test İşleminde Elde Edilen Karışıklık Matrisleri 68

A.2 Histogram Özellik Çıkarımı Test İşleminde Elde Edilen Karışıklık Matrisleri 70

TEZDEN ÜRETİLMİŞ YAYINLAR 86



KISALTMA LİSTESİ

AES	Gelişmiş Şifreleme Standardı
ASCII	Bilgi Değişimi İçin Amerikan Standart Kodlama Sistemi
DES	Veri Şifreleme standartı
DL	Derin Öğrenme
DT	Karar Ağacı
GB	Gigabyte
GHZ	Gigahertz
HMAC	Özetli Mesaj Doğrulama Kodu
HTTP	Hiper - Metin Transfer Protokolü
KB	Kilo Bayt
LR	Lojistik Regresyon
MAC	Mesaj Doğrulama Kodu
Ms	Mili Saniye
QR	Hızlı Cevap
RAM	Rastgele Erişimli Bellek
REST	Temsili Durum Aktarımı
RF	Rastgele Orman
RGB	Kırmızı, Yeşil, Mavi
RSA	Açık Anahtarlı Şifreleme
SA	Sınıflandırma Algoritması
SHA	Güvenli Karma Algoritmalar
SOA	Servis Odaklı Mimari
SOAP	Servis Odaklı Mimarisi Protokolü
SVM	Destekçi Vektör Makinesi
TB	Terabyte
Triple DES	Üçlü Veri Şifreleme Standardı

URL	Tekdüzen Kaynak Bulucu
VOiP	Telefon Konuşmaları için İnternet Kullanımı
VS	Veri Seti Türü
WCF	Windows İletişim Temelleri
WCF	Windows İletişim Temelleri
XML	Genişletilebilir İşaretleme Dili
Xmlns	Genişletilebilir İşaretleme Dili İsim Uzayı



ŞEKİL LİSTESİ

Şekil 2.1 “Yıldız Teknik Üniversitesi Matematik Mühendisliği” mesajının QR Kodu [54] ve Stenografi [55] Örneği.....	10
Şekil 2.2 Web Servisi Ana Yapısı [58]	11
Şekil 2.3 Düz Metin İletişimin Ortamlardaki Durum Biçimleri.....	13
Şekil 2.4 QR Kod Formatında Dizi ile İletişimin Ortamlardaki Durum Biçimleri	14
Şekil 2.5 QR Kod Resmi ile İletişimin Ortamlardaki Durum Biçimleri	14
Şekil 2.6 Düz Metin Şifresiz İletişimde İletilen Mesajın İletişimdeki Şekli	15
Şekil 2.7 Düz Metin Şifreli İletişimde İletilen Mesajın İletişimdeki Şekli	15
Şekil 2.8 QR Kod Dizisi ile Şifresiz İletişimde İletilen Mesajın İletişimdeki Şekli	15
Şekil 2.9 QR Kod Dizisi ile Şifreli İletişimde İletilen Mesajın İletişimdeki Şekli	16
Şekil 2.10 QR Kod Dosya Olarak Şifresiz İletişimde İletilen Mesajın İletişimdeki Şekli.....	16
Şekil 2.11 QR Kod Dosya Olarak Şifreli İletişimde İletilen Mesajın İletişimdeki Şekli	17
Şekil 2.12 Normal İstemci Sayısı, İletişim Boyutu Verimlilik İlişkisi	17
Şekil 2.13 Normal İstemci Sayısı, İletişim Süresi Verimlilik İlişkisi	18
Şekil 2.14 1000 Adet Sabit İstemci Sayısı, İletişim Boyutu Ortalama İlişkisi ...	18
Şekil 2.15 1000 Adet Sabit İstemci Sayısı, İletişim Süresi Ortalama İlişkisi	19
Şekil 2.16 1000 Adet Sabit İstemci Sayısı, İletişim Boyutu Standart Sapma İlişkisi	19
Şekil 2.17 1000 Adet Sabit İstemci Sayısı, İletişim Süresi Standart Sapma İlişkisi	20
Şekil 2.18 Büyük İstemci Sayısı, İletişim Boyutu Verimlilik İlişkisi	20
Şekil 2.19 Büyük İstemci Sayısı, İletişim Süresi Verimlilik İlişkisi.....	21
Şekil 2.20 Senaryo 1	22
Şekil 2.21 Senaryo 2	22
Şekil 2.22 Sunucu Hizmeti Başlatıldı	23
Şekil 2.23 Sunucu “mirsat” Değil “tepe” Değerini Okudu	23
Şekil 2.24 Sunucu Stegonografik Resim Olarak Değil Düz Resim Olarak İşlem Yapıldığında “tepe” Değil “mirsat” Değerini Okudu.....	23

Şekil 3.1 Test Ortamı İşlemleri Genel İşleyişi.....	26
Şekil 3.2 Sunucu Yönlü Yapılan İşlemler	27
Şekil 3.3 İstemci Yönlü Yapılan İşlemler.....	28
Şekil 3.4 Test Ortamı İçin İstemci Sayısı İş Boyutu İlişkisi – Örneklem	30
Şekil 3.5 Test Ortamı İçin Özet Algoritması Verimlilik İncelenmesi - Örneklem Açıklamaların İçeriği Her İstemci İçin Mesaj Sayısı, İstemci Sayısı, Özet Algoritması Şeklindedir. 1) 1000 - 1 - SHA512 2) 1000 – 1 SHA384 3) 1000 – 1 – SHA256 4) 1000 – 1 – SHA1 5) 1000 – 1 - RIPEMD160 6) 1– 1000 SHA512 7) 1 – 1000 SHA384 8) 1000 – 1 – SHA256 9) 1000 – 1 – SHA1 10) 1000 – 1 - RIPEMD160.....	31
Şekil 3.6 Test Ortamı İçin Özet Algoritması QR Kod Boyut İncelemesi - Örneklem Açıklamaların İçeriği, İstemci Sayısı- İstemci Başına Mesajlaşma Sayısı, QR Kod Boyutu Şeklindedir. 1) 1000 – 1 – 10 2) 10 – 100 – 10 3) 100 – 10 - 10 4) 1 – 1000 – 10 5) 1000 – 1 – 12 6) 10 – 100 – 12 7) 100 – 10 - 12 8) 1 – 1000 – 12 9) 1000 – 1 – 14 10) 10 – 100 – 14 11) 100 – 10 - 14 12) 1 – 1000 – 14 13) 1000 – 1 – 16 14) 10 – 100 – 16 15) 100 – 10 - 16 16) 1 – 1000 – 16.....	32
Şekil 3.7 Test Ortamı İçin Resim Katman İlişkisi- Örneklem Açıklamaların İçeriği Resim Katman Sayısı, İstemci Sayısı- İstemci Başına Mesajlaşma Sayısı Şeklindedir. 1) 1 – 1 – 1000 2) 1 – 1000 -1 3) 2 - 1 – 1000 4) 2 – 1000 -1 5) 32 - 1 - 1000 6) 32 - 1000 - 1.....	32
Şekil 3.8 Şifresiz Test Ortamı İçin Metin Boyutu İlişkisi Açıklamaların İçeriği Alt Metnin Uzunluğu, Üst Metnin Uzunluğu, Tekrarlanma Sayılarının Çalışma Süresi Ortalamasıdır. 1) 5 - 5- 10 2) 5 – 10 - 10 3) 10 - 5 - 10 4) 10 – 10 - 10 5) 5 – 5 - 100 6) 5 – 10 – 100 7) 10 – 5 – 100 8) 10 - 10 – 100 9) 5 – 5 – 1000 10) 5 – 10 – 1000 11) 10 – 5 – 1000 12) 10 – 10 – 1000 13) 5 – 5 – 2000 14) 5 – 10 – 2000 15) 10 – 5 – 2000 16) 10 – 10 – 2000 17) 5 – 5 – 4000 18) 5 – 10 – 4000 19) 10 – 5 - 4000 20) 10 – 10- 4000.....	33
Şekil 3.9 Şifreli (AES128 Şifreleme Algoritması İle) Test Ortamı İçin Metin Boyutu İlişkisi, Açıklamaların İçeriği Alt Metnin Uzunluğu, Üst Metnin Uzunluğu, Tekrarlanma Sayılarının Çalışma Süresi Ortalamasıdır.....	33
Şekil 3.10 Şifreli Ve Şifresiz Test Ortamı İçin 1000 Kez Mesajlaşmada İlk Mesajlaşma Hariç Diğer Mesajlaşmalar İçin Çalışma Süresi, İşlem Sırası – Kırmızı Şifreli Ortam Değerleri, Mavi Şifresiz Ortam Değerleri.....	34
Şekil 3.11 Şifreli İletişim Ortamında Üst Metin Ve Alt Metin Uzunlukları İlişkisi	35
Şekil 4.1 QR Kodların Aynı İçerik Farklı Versiyonla Görünümleri.....	39
Şekil 4.2 QR Kodların Aynı İçerik Farklı Ölçekle Görünümleri.....	39
Şekil 4.3 QR Kodların Aynı İçerik Farklı Kod Modu Görünümleri	40

Şekil 4.4 QR Kodların Aynı İçerik Farklı Hata Düzeltme Seviyesi Görünümleri	40
Şekil 4.5 Veri Seti İçin İki Katmanlı QR Kod Oluşturulma Örneği.....	41
Şekil 4.6 VGG16 Modeli Mimarisi [84]	43
Şekil 4.7 Xception Modeli Mimarisi [84]	43
Şekil 4.8 Histogram Yoğunluk Özellik Çıkarım Veri Seti Örneği	44
Şekil 4.9 Lojistik Regresyon Model Örneği.....	44
Şekil 4.10 Karar Ağacı Model Örneği	45
Şekil 4.11 Rastgele Orman Model Örneği	45
Şekil 4.12 İlk Durum İçin Başlangıç Durumu	47
Şekil 4.13 İlk Durum İçin Sınıflandırma İşlemi Sonrası İçin Durumu	47
Şekil 4.14 Tek Katmanlı (Sol) Ve İki Katmanlı QR (Sağ) Kod Histogram Grafiği Örneği.....	50
Şekil 4.15 İkinci Durum İçin Başlangıç Durumu	50
Şekil 4.16 İlk Veri Seti İçin Birinci Gri Seviyesi Yoğunluk Grafiği (Sol Tek Katman, Sağ İki Katman).....	51
Şekil 4.17 İlk Veri Seti v5 İçin Birinci Gri Seviyesi Yoğunluk Grafiği (Sol Tek Katman,Sağ İki Katman)	52
Şekil 4.18 İkinci Durum İçin İncelenen Durum	55

TABLO LİSTESİ

Tablo 3.1 Test Ortamı Değişkeni Ve Uygulama Stratejisi.....	33
Tablo 4.1 CNN Yöntemi Sınıflandırma Doğruluk Yüzdeleri Sonuçları	48
Tablo 4.2 Histogram Özellik Yöntemi Sınıflandırma Doğruluk Yüzdeleri Sonuçları	48
Tablo 4.3 Aynı Versiyon Ve Aynı Ölçekli Veri Seti İçin Yoğunluk Özellikleri ...	52
Tablo 4.4 Aynı Versiyon Ama Değişken Ölçekli Veri Seti İçin Yoğunluk Özellikleri.....	52
Tablo 4.5 Değişken Versiyon Ama Aynı Ölçekli Veri Seti İçin Yoğunluk Özellikleri.....	53
Tablo 4.6 Değişken Versiyon Ve Değişken Ölçekli Veri Seti İçin Yoğunluk Özellikleri.....	54
Tablo 4.7 Aynı Versiyon Ve Aynı Ölçekli Veri Seti İçin Sınıflandırma Doğruluk Yüzdeleri Sonuçları.....	56
Tablo 4.8 Aynı Versiyon Ama Değişken Ölçekli Veri Seti İçin Sınıflandırma Doğruluk Sonuçları.....	57
Tablo 4.9 Değişken Versiyon Ama Aynı Ölçekli Veri Seti İçin Sınıflandırma Doğruluk Sonuçları.....	58
Tablo 4.10 Değişken Versiyon Ve Değişken Ölçekli Veri Seti İçin Sınıflandırma Doğruluk Sonuçları.....	58
Tablo A.1 Karışıklık Matrisi Tablosu.....	69
Tablo A.2 Aynı Versiyon Ve Aynı Ölçekli Veri Seti İçin Karışıklık Matrisi.....	70
Tablo A.3 Aynı Versiyon Ama Değişken Ölçekli Veri Seti İçin Karışıklık Matrisi	74
Tablo A.4 Değişken Versiyon Ama Aynı Ölçekli Veri Seti İçin Karışıklık Matrisi	78
Tablo A.5 Değişken Versiyon Ve Değişken Ölçekli Veri Seti İçin Karışıklık Matrisi	82

Web Servislerinde Mesajın İki Katmanlı QR Kod İle İletimi Ve Makine Öğrenmesi Yöntemleri İle Tespit Edilmesi

Mirsat YEŞİLTEPE

Matematik Mühendisliği Anabilim Dalı

Doktora Tezi

Danışman: Prof. Dr. Muhammet KURULAY

Web servisi, verinin bir ortamdan başka bir ortama yapılan hizmetlere cevap olarak gönderilmesi işlemidir. Bu iletim, iletişim kanalı üzerinden istemci ve sunucu arasında gerçekleşir. Her alanda olduğu gibi web servislerinde de güvenlik dikkat edilmesi gereken en temel konulardan birisidir.

Tezde temel olarak üç ana kısımdan oluşmaktadır. Bu kısımlar birbiriyle ilişkili olup değerlendirme işleminde bağımsız olarak incelenmiştir. Birinci kısımda genel olarak web servislerinde verinin QR kod içinde değer olarak veya düz metin olarak iletilmesinin şifreli ve şifresiz ortamdaki etkileri çeşitli özellikler açısından incelenmiştir.

İkinci kısımda web servislerinde iki katmanlı QR kod ile iletişim üzerinde durulmuştur. İki adet veriyi değer olarak içeren iki katmanlı QR kodların kullanılmasının temel amacı gizli olarak iletilen verinin QR kod olduğunun anlaşılması durumunda, içeriğinin okunabilme durumunda bile iletilmek istenen verinin gizlenmesi amaçlanmıştır. Gizli verinin esas iletilecek veri olması

durumunda bunun saldırgan tarafından anlaşılmaması amaçlanmaktadır. Oluşturulan iki katmanlı QR kodların genel veriler özel QR kod okuyucular ile okuması zorunlu olmayıp standart QR kod okuyucular ile okunabilmektedir. Fakat gizli bilgi ancak çözümleme bilgilerini bilen özel QR kod okuyucular tarafından elde edilebilmektedir. İki katmanlı QR kod ortamı kurulup, bu ortam önceki bölümde olduğu gibi çeşitli kriterler açısından test edilmiş, bulunan bulgular raporlanmıştır.

Üçüncü kısım temelde iki alt kısımdan oluşmaktadır. İlkinde iletişimde kullanılan QR kodun tek katmanlı veya iki katmanlı olduğunun makine öğrenmesi yöntemleri ile tespiti araştırılmıştır. Bu işlem için incelenecek QR kod resimleri kendilerine ait özellik olan versiyon ve ölçek değerlerinin aynı veya farklı olmasına göre dört farklı veri kümesine ayrılmıştır. QR kodlar bir resim türü veri oldukları için özellik çıkarımında modern ve geleneksel yöntemlere başvurulmuştur. Modern yöntem olarak Transfer Öğrenmesi; VGG16 Modeli ve Xception Modeli ile Evrişimsel Sinir Ağları (CNN) özellik çıkarımı yöntemi ve geleneksel yöntem olarak ise Histogram Özellik Çıkarımı kullanılmıştır. Her veri setinde CNN yöntemi ve derin öğrenme sınıflandırma algoritması ile test işlemlerinde başarılı sonuç alınmamıştır. Diğer yöntem olan Histogram Özellik Çıkarımı yöntemi ve çeşitli sınıflandırma algoritmaları ile yani Lojistik Regresyon, Karar Ağacı, Rastgele Orman ve Derin Öğrenme ile başarılı sonuç gözlemlenmiştir.

İkinci alt kısımda önceki alt kısım sınıflandırma işleminde elde edilen yüksek doğruluk oranının düşürülmesi araştırılmıştır. Önceki bölümde gözlemlenen yüksek doğruluk oranının düşürülmesi için veri setleri çeşitli koşullar ile güncellenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Web servis, iki katmanlı QR kod, karar ağacı, doğruluk değeri, histogram özellik çıkarımı.

.

Two Layer QR Code Transmission Of Message in Web Services And Detection With Machine Learning Methods

Mirsat YEŞİLTEPE

Department of Mathematical Engineering

Doctor of Philosophy Thesis

Advisor: Prof. Dr. Muhammet KURULAY

Web service is the process of sending data from one medium to another in response to services rendered. This transmission takes place between client and server over the communication channel. As in every field, security in web services is one of the most basic issues to be considered.

The thesis basically consists of three main parts. These parts are interrelated and examined independently in the evaluation process. In the first part, the effects of transmitting data as a value in QR code or as plain text in web services, in encrypted and non-encrypted environments, are examined in terms of various features.

In the second part, communication with two-layer QR code in web services is emphasized. The main purpose of using two-layer QR codes, which contain two data as values, is to hide the data to be transmitted even if the content can be read, in case it is understood that the confidentially transmitted data is a QR code. In case the confidential data is the main data to be transmitted, it is intended that

this will not be understood by the attacker. General data of the created two-layer QR codes are not required to be read with special QR code readers, but can be read with standard QR code readers. However, confidential information can only be obtained by special QR code readers who know the decoding information. A two-layer QR code environment was set up, and this environment was tested in terms of various criteria, as in the previous section, and the findings were reported.

The third part basically consists of two sub-parts. In the first, the determination of whether the QR code used in communication is single-layer or two-layer was investigated by machine learning methods. For this process, the QR code images to be examined are divided into four different data sets according to their version and scale values, which are their own features. Since QR codes are an image type data, modern and traditional methods have been used in feature extraction. Transfer Learning as a modern method; VGG16 Model and Xception Model and Convolutional Neural Networks (CNN) feature extraction method and Histogram Feature Extraction as the traditional method were used. No successful results were obtained in the test operations with the CNN method and deep learning classification algorithm in each data set. Successful results have been observed with the other method, the Histogram Feature Extraction method and various classification algorithms, namely Logistic Regression, Decision Tree, Random Forest and Deep Learning.

In the second subsection, reducing the high accuracy rate obtained in the previous subsection classification process was investigated. In order to reduce the high accuracy rate observed in the previous section, the datasets were updated with various conditions..

Keywords: Web service, two-layer QR code, decision tree, accuracy value, histogram feature extraction.

1.1 Literatür Özeti

Bu bölümde QR kodların kullanımı, tespit edilmesi, sınıflandırılması, stegonografi kullanımı ve web servisleriyle ilgili kullanılması, iki katmanlı QR kodlar ve iki katmanlı QR kodların sınıflandırılması konusunda literatürdeki yayınlar incelenecektir.

QR kod; iki boyutlu olarak metin, URL gibi karakter dizisi şeklindeki verilerin belirli bir formatta saklanıp okunabilmesine olanak sağlayan ve görsel olarak kullanılan teknolojidir. Kullanım alanı oldukça geniştir. En genel kullanım amacı karşı tarafa verinin tam ve eksiksiz olarak gönderilerek iletişim sağlamasıdır. Örneğin bir çalışan QR kod sayesinde müşterilerine web adreslerini, çalışma yerlerinin adresi, sunduğu hizmetleri gibi bilgileri eksiksiz olarak iletebilmektedir [1]. QR kodların kullanım alanlarına örnek olabilecek durumlardan bazıları şöyledir. Örneğin bir eğitimci QR kod sayesinde basılan kaynaklara QR kod ekleyerek kaynakların daha verimli olarak kullanılabilmesine olanak sağlayabilmektedir [2]. Online navigasyon sistemlerinde de QR kod kullanımı başlamıştır. Bu sayede kullanıcıya gitmesi gerek adresi yazması yerine kod okutularak yönlendirilmek istenen adres tam ve doğru olarak belirlenir [3]. Kullanıcının bir hotel için rezervasyon yaptığında kullandığı sistemin ona verilerinin kullanıldığı şifrelenmiş ve veri gizlemesi yapılmış bir QR oluşturulduğu bir sistem sayesinde kullanıcı hotel ile iletişime direk odasının kapısında bulunan özel QR kod okuyucu ile hotel ile iletişime geçmesine gerek kalmadan odasının kullanabilmektedir [4]. Mobil robotların yörüngeleri takip etmede robotun takip etmesi gereken yolu bulması için gerekli bilgilerin QR kod ile belirlenmesi yapılan başka bir çalışmadır [5].

Şifreleme, bir verinin düz metin formatından değiştirip sadece ilgili kullanıcı veya sistem tarafından anlaşılmasını sağlamaktır. QR kodlar bazen bir resim gibi düşünülüp görüntü şifrelenmiştir [6]. Bazen de bir görüntü halinden rakamlar

dizisine bilgiyi parçalı bir biçimde QR kodun belirli bölgelerinde saklamaktır [7]. Burada QR kod içine bilgi saklanmak istenmiştir. Başka bir yöntemde ise ana görüntü ilk önce sıkıştırılır, saklanmak istenen QR kod bu resmin içine gömülür. Burada ana görüntü içine QR kod görüntüsü saklanmak istenmiştir [8]. QR kodda mesaj saklama için üç yöntem kullanılmaktadır. İlki özet fonksiyon kullanmaktır. İkincisi gizlenecek metni şifreleme için simetrik şifreleme algoritması kullanmaktır. Üçüncü yöntemde ise gizlenecek veri orijinal QR koda orijinalindeki içerik bozulmadan gömülmesidir [9]. QR kodda saklanan mesajın şifreli olarak saklanması çözümlemede mesajın değiştirilememesine yardım etmektedir. Saklanan koddaki mesajın içeriği değişikliğe uğrarsa ulaşacak mesajın orijinal mesaj ile ilgisi olamayacaktır [10]. QR kod içinde bilgi gizleme de diğerlerinden farklı olarak kodun bölgesel bir alan üzerinde bilgi saklama kavramı ortaya çıkmıştır [11]. Sır iletiminde, su doku oyununda kullanılan algoritmasına benzer yaklaşımı kullanılmaktadır [12]. Başka bir gizleme yönteminde saklanması istenen bilgi ilk olarak üç kısma ayrılır. Kısımlar ASCII kod karşılığına çevrilir. Bu kısımlar renkli QR üzerinde (dijital olarak RGB bitleri üzerine işlenmiş olarak) her kısım farklı renkler üzerinde işlem yapılmış QR kodlar ile ilişkilendirilerek gizlenmiştir [12], [13].

QR kod ile şifreleme, stenografi birlikte kullanımı alanında yapılmış yayınların genel özellikleri şunlardır. Bir çalışmada önce gizlenecek mesaj ve şifreleme için şifreleme algoritması belirlenir. Sonraki aşamada dört adet görüntü belirlenir ki bunların birisi gizlenecek görüntü diğeri ise dış yüzey görüntüsü olacaktır. Resimlerin belirli renkli olarak çalışıldığından sonuçta ortaya çıkan QR kod görüntüsünde renklidir [14].

Mesajın saklanacağı içeren QR kod seçilen bir görüntü içine saklanması yapılan bir başka çalışmadır [15]. Farklı kullanıcılara farklı mesajlar vermek için kullanılması başka bir kullanım alanıdır. Bu sayede belirli kullanıcılar kendilerinin sahip oldukları şifre çözme anahtarı ile aynı QR koddan farklı mesajlar anlayabilmektedir [16], [17]. Bir başka çalışmada ise bir görüntünün içine QR kod gizlenerek kullanıcıların yine şifre çözme anahtarı ile elde ettikleri QR kod ile gizli mesajı görebilmektedir. Çalışmada farklı olarak herhangi bir resmin içine değil QR kodun içine QR kodun değeri bozulmadan QR kodda gizlenmiştir [18].

QR kodların bir başka kullanım alanı da damgalamadır. Damgalamada kavramı genelde stenografi ile karıştırılmaktadır. Damgalamada amaç saklanacak bilgi ile üzerinde çalışılan nesnenin kime ait olduğu belirtilmek istenirken, stenografide ise bilgi saklanarak, sadece ilgili kişi tarafından anlaşılmasını sağlamaktır. Yapılan bir çalışmada da damgalama gizli QR kodda kullanılabilir olmasına karşın yapılan testlerde bu husus değerlendirilmemiştir. Yapılan bir çalışmada bir firmaya ait medikal görüntülerin o firmaya ait olduğunu belirlen damgalamasında QR kod kullanılmıştır [19]. Medikal resimler üzerine yapılan başka bir çalışmada ise QR kodla görüntüye çeşitli algoritmalarla damgalama yapılmış. Resimlerin belirli kısımları alınarak damgalamanın başarısı ölçülmüştür [20]. QR kod içinde damgalama ilgili kodun belirli bir kuruluşa ait olduğunu belli etmek içinde kullanılmıştır [21]. Bu görüntü genelde iki görüntü olarak belirlenir [22]. Çünkü görüntünün renkli olarak kullanıldığında işlem süresi artmaktadır [23].

QR kod ile web servisler alanında yapılmış yayınların genel özellikleri şunlardır. Kullanımına örnek olarak web servislerinde, kullanıcının kimlik doğrulama bilgilerini girdikten sonra oluşturulan QR kodun mobil uygulama ile mobil cihaz üzerinden doğrulamasıyla kimlik doğrulamanın tanımlanması bir örnektir [24]. Burada mobil cihaz kullanılmasının nedeni bu tür cihazların kişisel cihaz olmasındandır [25]. Web servislerinde kimlik doğrulama; QR kod ile yapılmak istediğinde istemci ve sunucunun kimlik doğrulaması için farklı yollar izlenir. Ama kimlik doğrulama için kullanılacak kod mobil cihaz üzerinden oluşturulur veya doğrulanır [26]. Bu iki boyutlu doğrulama, QR kodunun kullanılması ile de olabilir. Süreç ilk başta istemcinin bir istekte bulunması ile başlar. Sunucunun kişiye bir QR kod gönderir. İstemcinin bu QR kodu mobil cihazı okuyarak istek ve cihaz tanımlayıcılarını sunuya gönderir. Sonuç olarak sunucunun isteği doğrulaması ile son bulur. Son İki çalışma arasındaki fark sonucusunda oluşturulan QR kod istemciye özel değil sunucuya özeldir. İlkinde ise kod istemciye özel oluşmuştur [27]. QR kod ile kimlik doğrulama yapıp, çoklu hizmetin içeriğinin yanıtının tek seferde sağlanması yapılan bir başka bir çalışmadır [28]. Kullanıcı tek QR kod sayesinde birden fazla uygulamaya erişim sağlamaktadır. Mobil kimlik doğrulamada da QR kodlar kullanılmaktadır. Bir çalışmada kullanıcı şifresi ile uygulamaya girmeye çalışır. Şifre kontrol edilerek

QR kod oluşturulur. Kullanıcı oluşturulan kodu uygulamaya taratır. Uygulama içinde şifreli mesajdan kimlik doğrulama bilgilerini alır. Uygulamaya kullanıcıya tanımlayıcı kod göstererek bunu ana uygulamada belirtmesini ister. Bu kod doğruluğuna göre uygulamaya girilir [29]. Burada önceki çalışmalardan farkı uygulamaya erişim için mobil uygulamasından da kimlik doğrulama işlemi yapılması gerekliliğidir.

Özet (hash) fonksiyonları, değişken uzunluklu verileri sabit uzunlukta verilere çevirerek saklanmasını sağlayan algoritmalarlardır. Genellikle karşılaştırmada kullanılacak bilgiler topluluğunu sabit bir uzunluk biçiminde saklayıp karşılaştırmının bu değer üzerinden sağlanmasıyla kullanılır. Özet fonksiyonları tek yönlüdür. Yani elde edilen değerden orijinal değer elde edilemez. Çalışmada kullanılma amacı kullanıcıdan elde edilecek verilerden bir özet değeri oluşturup bu değeri de sunucuya gönderilmesi ve sunucunun yanıt hizmetinde oluşturacağı verileri ile yine özet değeri elde edilmesi ve bu değerlerin karşılaştırılması içindir. Bu sayede istenmeyen kullanıcıların tespitinde kolaylık sağlanmaktadır. Tezde kullanılan SHA512 algoritması ile 512 bit, SHA384 algoritması ile 384 bit, SHA256 algoritması ile 256 bit, SHA1 ve RIPEMD160 algoritması 160'ar bit çıktı üretilir. Üretilen çıktı verisinin uzunluğunun büyük olması başka bir veri seti ile aynı çıktı üretilmesi ihtimalini azaltmaktadır.

Özet fonksiyonlar QR kod ile çeşitli amaçlar için kullanılabilir. Ürün dağıtımında kullanıcı bir ürün istediğinde ürün ve kullanıcı bilgileri özetlenerek veritabanlarında saklanıp, ürünün müşteriye ulaştığında doğru ürünün doğru kişiye ulaşmış olup olmadığını kullanıcıya ürün teslim edilmek istendiğinde kullanıcının kendi mobil cihazından bilgilerle oluşturulacak QR kodun özet değeri ile karşılaştırma yapılabilir [30]. Bazen de QR kod özet değeri içerir ve bu değer imzalama için kullanılır [31]. Özet değeri oluşturulurken kullanılan verilerin hangi sırada ki kombinasyonları ile bu değer oluşturulduğu önemlidir. Farklı bir kombinasyon farklı bir özet değeri demektir. Damgalamada kullanmak için belirli veya oluşturulacak bir mesajın özetlenip, şifrelenerek kullanılması farklı bir kullanım alanıdır [32].

QR kod ile yapılan çalışmalara bakıldığında en çok güvenlik alanında çalışmalar yapıldığı gözlemlenmiştir. Engeliler için metin okuma ile ilgili yapılmış bir çalışmada okunacak metin sıkıştırılıp, elde edilen metin ile QR kod oluşturulup sonra çözümleme yapılarak ses dosyası elde edilmiştir. QR kod ve sıkıştırma tekniklerinin kullanılmasının nedeni çalışma süresini azaltmak amaçlanmıştır [33]. Yapılan başka bir çalışmada QR kodun farklı noktalarına başka bölgelerin içerikleri gömülüp kodun eksik kısımları olmaksızın içeriğinin okunabilmesi sağlamaya yöneliktir. Yani kodun varsayılan olarak eksik kısımlı okunabilme yüzdesi arttırılmaya çalışılmıştır [34]. Buna benzer bir başka çalışmada ise kapasite olarak QR kod içinde saklanabilecek metnin uzunluğu arttırılması için renkli kodlar önerilmiştir [35]. Daha esnek erişim yüksek seviye güvenlik için QR kodla oluşturulmuş sır dağıtma şemaları oluşturma yapılan bir başka çalışmadır [36]. Normalde kullanıcının şifrelerinin kombinasyonlarından oluşturulan istemci tarafı bulut saklama sevişleri için kimlik doğrulama için QR kod kullanarak yeni cihazlara otomatik doğrulama amaçlanma QR kodları güvenlik mekanizması olarak kullanma yeni bir alan olmasa da [37] bu çalışmada bu kavram geliştirilmeye çalışılmıştır. İncelenen son çalışmada ise sıvıların saklandığı karton kutulara basılan QR kodların piksellerinin güneş veya çeşitli etkenler karşısındaki bozulmalarından faydalanarak bu QR kodların uygulama tarafından okutulup elde edilen bilgiler üzerinden sıvının bozulup, bozulmadığı üzerinde yapılan çalışmadır [38]. Farklı bölgelerde bulunan tıp öğrencileri ile yapılan değerlendirme formlarında QR kod, çevrim içi ve kâğıt üzerinden değerlendirme yöntemleri karşılaştırılmış. Öğrencilerin QR kodu en çok tercih ettikleri ve formu onun sayesinde daha kısa sürede doldurdıkları görülmüştür [39].

Teze yakın bir çalışmada mesaj şifrenip, şifreli mesaj QR kodda saklanıp, şifre çözme bilgileri stenografi ile oluşturulan QR kod içinde saklanmasıyla bu QR kod başka bir resim gömülmüştür [40]. Diğer bir çalışma önceki çalışmaya benzer olup oluşturulan QR kod daha şansadur [41]. Çalışmada mesaj QR kod içerisine gömülüp bu QR kod şifrenip üst QR kod içine gömülmüştür ve özet değerleri, özet algoritması kullanımı, yalancı anahtar kullanımı ve değişken boyut kavramı bu çalışmanın farklılıklarındandır. Bazen de QR kod üzerinde yapılan işlemler

sonucunda (örneğin damgalama [22]) kodun değerinin bozulmasının yanında yapısı da bozulabilmektedir.

Literatür özetinde bahsedilen yayınların QR kod ile ilişkisinde sadece ilgili konu üzerindeki ilişkili olduğu değil ilgili alt konuların toplu incelenmesi olarak anlaşılmalıdır. Örneğin [42]'de QR kodlarla birlikte özet fonksiyonlar, şifreleme, stegonografi teknikleri bir arada olarak kodun kimlik doğrulaması yapılması amaçlanmaktadır. Bu durum güvenlik mekanizmaları konularında genel olarak görülmektedir.

Sonraki kısımda çeşitli amaçlarla oluşturulmuş QR kodlar üzerinde yapılmış sınıflandırma işlemlerine ait çalışmalara yer verilmiştir.

[43]'de üç boyutlu QR kod hazırlanıp bu QR kodla kimlik doğrulama yapılmıştır. Özellik çıkarımı olarak bölgesel ve global özellikler kullanılmıştır. Makalede bu oluşturulan QR kodlar çeşitli yöntem saldırılarına (farklı tür kamera ile görüntü analizi, görüntü ile kamera arasındaki uzaklık, ortam ışığı vb.) karşı direnci test edilmiştir. Genel olarak %96 ve üzeri doğruluk değeri gözlemlenmiştir.

[44]'de iki katmanlı QR kod İkinci katmanda orijinal değer birinci katmanda 2 katmanın kopyalanmaması için oluşturulan resmin eklenmesiyle elde edilen QR kodun kopyalanmaması amaçlanmıştır. Veri setleri tarayıcı tarafından ve cep telefonu tarafından taranması olarak en temelde iki grupta incelenmiştir Özellik belirlenmesinde CNN, sınıflandırma algoritması olarak derin öğrenme kullanılmıştır. CNN algoritmasında Keras modellerinden biri değil yazarın kendi modeli kullanılmıştır. Sisteme göre sahte QR kod sınıfları ve onların alt sınıfları oluşturulmuştur. İki katmanlı QR kodların güvenilirliği %98 ve üzeri olarak gözlemlenmiştir.

[45]'de çoklu katmanlı QR kod sistemi ve sistemin oluşturulduğu zamanki gürültülerin giderilip sistemin oluşturulma başarısı sınıflandırılmıştır. Bu sınıflandırma işleminde tek amaç doğru sınıflandırma değil QR kodların içerebileceği mesaj uzunluğunun artırılmasıdır. QR kodlar sanal ortamda okunmayıp baskılı biçimde cep telefonu ile taranmıştır. Sınıflandırma işlemi sonucu başarıyı %97 üzeri ve kapasite artırımı %10 ile %56 arasındadır.

[46]'de QR kod ile bilgi gizlenmiş QR kod arasında dijital ve baskılı ortamda taranması ile sınıflandırma yapılmıştır. Bu makalenin tek amacı sınıflandırma yapılması değil gizlenebilecek mesajın arttırılması da önemlidir. Burada farklı olan yön QR kod içinde QR kod gizlenirken amaç genel katman karekodun değerinin bozulmaması değil onun normal bir QR kod olarak algılanması itenmesidir. Başarı oranı dijital ortamda %100 olup baskılı ortamda %98 üzeridir.

[47]'de mobil ortamlar, tarayıcı gibi. farklı ortamlar tarananorjinal ve sahte QR kod olarak sınıflandırma işlemi uygulanmıştır. Özellik çıkarımı için uzamsal alan ve frekans alanı yöntemleri kullanılmış ve sınıflandırma algoritması için Destek Vektör Makinesi algoritması kullanılmıştır. Keras model CNN'leri ile özellik çıkarımı yapıp derin öğrenme algoritmalarıyla da sınıflandırma işlemi yapılmıştır. Bu özelliği ile yapılan çalışmaya en yakın çalışmadır. Çünkü hem global özellikler ve CNN ile özellik çıkarımı yapılmış, klasik makine öğrenme ve derin öğrenme ile sınıflandırma yapılmıştır. Ana çalışmadan farklı yönü iki katmanlı QR kod yerine sahte QR kod sınıfının kullanılmasıdır.

Son olarak QR tespit yöntemleri, histogram yoğunluk öğrenmesi ve iki katmanlı QR kodlar konuları ile ilgili yayınlar incelenmiştir.

QR kod tespit yönteminde ana amaç ilgili görüntünün QR kod barındırıp barındırmadığının araştırılmasıdır. Bunun için çeşitli yöntemler bulunmaktadır. Bu yöntemlerden en çok kullanılanları yerel özellik kullanma ve CNN'li yöntemler olarak ikiye ayırmak mümkündür [48].

[49]'de görüntü üzerinde filtre matrisleri sayesinde piksel benzerliği kullanılarak yapılmıştır. [50]'de yerel ikili deseni özellikleri özellik olarak kullanılmıştır. [51]'da veri seti için özelliklerin oluşturulmasında girileştirme, ortanca filtresi, binarizasyon (görüntünün sadece siyah ve beyaz pikseller içeren görüntü haline dönüşmesi), görüntü genişletme gibi işlemler uygulandıktan sonra gri piksel değerleri özellik olarak kullanılmıştır. [52]'de yerel özellik kullanma yöntemleri temel olarak tarayıcı çizgi özellikleri, Hough transformasyonu ve istatistiksel özellikler olarak belirlenmiştir.

CNN'li yöntemler daha yeni bir yöntem olarak gözükmektedir. [53]'te CNN kullanıcının katman sayılarını belirlediği bir mimari kullanılmıştır. [54]'da önceki

yayından farklı olarak QR kodun açısıl gürültüsü azaltılmada çalışılarak CNN mimarisi uygulanmıştır. [55]'te regresyon yöntemine dayalı olarak transfer edilen Darknet19 modeli kullanılmıştır. [56]'da daha yeni CNN mimarilerinden olan Faster-RCNN kullanılmıştır. Diğer bir yerel özellik belirleme yöntemi histogram yoğunluk öğrenmesidir. Bu yöntemde temel amaç görüntülerin genelde gri tona dönüştürülüp, histogram yoğunluk değerlerinin özellik olarak kullanılmasıdır. [57] bu yöntem QR kodlu görüntü belirlemede kullanılmıştır.

1.2 Tezin Amacı

Metin tarzı bilgilerin karşı tarafa eksiksiz, doğru ve bütünsel olarak gönderilmesinin en etkin yöntemi metnin direkt olarak değil, QR kodun değeri olarak iletilmesidir. Bu sayede karşı taraf ya bu mesajı istenilen özelliklerle yani bütünsel olarak elde eder ya da mesajın hiçbir kısmına erişememektedir. Güvenlik her alanda olduğu gibi QR kodlar içinde sorun oluşturmaktadır. Bunun için temelde iki yöntem kullanılmaktadır. Bunlardan birincisi standart olan QR kodlar yerine sistemin kendi matris barkodunu oluşturulabilir. İkinci yöntem olarak ise standart QR kodların iki katmanlı olarak kullanılmaktadır. Bu tarz QR kodlarda iki adet mesaj taşınabilmekte bu mesajlardan açık olanı doğrulama için gizli olanının ise iletilmek istenilen mesaj olarak kullanılmasını sağlamaktır. Tezin amacı ilk olarak web servislerinde QR kodların taşınması koşullarını test ederek test edilen koşullara arasında optimum koşul tanımlamasının yapılmasıdır. İkinci amaç yeni bir iki katmanlı QR kod geliştirme mekanizması geliştirilmesidir. Son olarakta QR kodun, tek katmanlı mı yoksa iki katmanlı olduğunun belirlenmesinde makine öğrenmesi algoritması kullanılmasıdır. Bu kısımda farklı özelliklere sahip QR kodlarla oluşturularak test ortamında farklı özelliklere sahip QR kodlar üzerinden makine öğrenmesi algoritmasıyla elde edilen modelin farklı özelliklere sahip QR kodlar üzerinde test edilmiştir.

1.3 Hipotez

Yazılımın kalitesini belirleyen çeşitli ölçütler bulunmaktadır. Bunlardan en önemlilerinden ikisi çalışma süresi ve yazılım güvenliğidir. Bu iki kriter aslında birbirine zıt kriterdir. Yani tek başına yazılım çalışma süresi azaltılmaya çalışıldığında yazılımın güvenliği azalmaktadır. Diğer yanda yazılım daha

güvenlikli hale getirilmek istenildiğinde ise yazılım çalışma süresi süresi uzamaktadır. Bu sebeple yazılım kalitesinin yazılımın çalışma süresi ve güvenlik ölçülerinin uyumu olarak düşünülebilir.

Web servislerinde mesajın karşı tarafa iletmesinin bir yoluda mesajın bir bütün olarak iletildiğini garantileyen QR kod ile gönderilmesidir. Fakat QR kod ile iletimde yazılımın çalışma süresi uzamaktadır. Bu durumun önlemesi için daha düşük güvenlik seviyesi düşünülmektedir. Fakat bu seferde oluşturulan ortam daha güvensiz bir hale gelmektedir.

Web servislerinde mesaj iletiminin şifresiz ortamında iki katmanlı QR ile gerçekleştirilmesidir. Ortam oluşturulurken sisteme histogram yoğunluk atağı gerçekleştirilebileceği düşünülerek ve bu duruma karşı savunma durumları incelenerek makine öğrenmesi ile bu sorun çözülmeye çalışılmıştır.

Tezin ana hipotezi şöyledir. Web servislerinde mesajın şifreli ortamda iletilmesi yerine alternatif olarak şifresiz ortamda iki katmanlı QR kod ile iletilmesidir. İletimde güvenliğin iletim kanalında değil gizli mesaj içeren QR kod ile sağlanması amaçlanmaktadır. Bu durum çeşitli makine öğrenmeli güvenlik unsurları ile test edilmiştir.

2

SOAP PROTOKOLÜ İLE WEB SERVİSLERİNDE QR KOD KULLANILABİLİRLİĞİ

Bu bölümde ilk başta QR kodun yapısı, özellikleri ve stenografi ile farklılıkları ve benzerliklerinden bahsedilecek. HTTP protokolünden kısaca bahsedilip, web servislerinin ortamı açıklanıp, bu servislerde şifreli ve şifresiz iletişim irdelenip, test işlemlerinde kullanılan şifreleme algoritmaları açıklanacaktır. Kavramlara derinlemesine incelenmeyip farklı yönlerine değinilecektir.

QR kod ismi Türkçe karşılığını oluşturulan kare kodu terimini şeklinin kare olmasından, yani kare matris yapısına sahip olmasından[58], İngilizce karşılığı ise hızlı cevap kelimesinin İngilizce dilindeki karşılığının (Quick Response) baş harflerinden meydana gelmiştir [59]. Yani iki dil aynı kavrama farklı yönleriyle bakmıştır. QR kod iki boyutlu olması sayesinde baskı ortamında basılarak cihazların bu kodu çözüp kullanıcıya ilgili mesajı verebilmesine olarak tanınır.

QR kodun bir stenografi ürünü olduğu düşünülebilir. Bunu nedeni ikisinde de metni direk metin olarak değil başka türlü kaydedilmesidir. Aslında iki kavram çok farklıdır. Stenografide amaç bir şeyin saklanarak bir şeyin içine gömülmek iken [60], QR kod da amaç bir şeyi uygun formatta saklayıp şifresiz ise herhangi bir kişinin içerdiği değere ulaşmasını sağlamaktır. Diğerinde ise bu ulaşma sadece saklanmış şeyden geri döndürmedeki parametreleri bilen için olacaktır. Her İki durumda oluşabilecek çıktı aynı metin üzerinden Şekil 2.1’de gösterilmiştir.

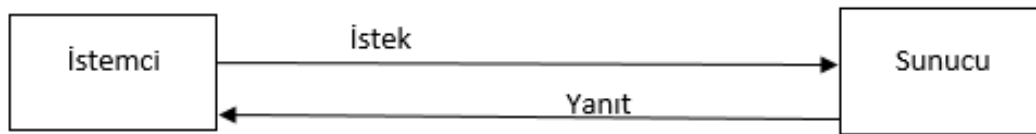


Şekil 2.1 “Yıldız Teknik Üniversitesi Matematik Mühendisliği” Mesajının QR Kodu [61] Ve Stenografi [62] Örneği

QR kodun önemli bir avantajlarından birisi kullanıcıya iletilmek istenilen şeyin dolaylı olarak değil bir bütün halinde göstererek kullanıcının bu metni sistem hatalarından dolayı yanlış belirlenmesinin önüne geçmektir. Çok yönlü okunabilirlik ve hata düzeltme yeteneği kullanılmasıdaki başka amaçlara örnek verilebilir [63].

HTTP protokolünü bütünsel anlamak yerine kısaltmasında kullanılan kelimeleri kavranarak daha kolay anlaşılabilir. Hiper metin kavramı içerisinde başka sayfalara geçiş yapılabilen bir sayfadaki metni ifade eder. Transfer kavramı ile istemci ve sunucu arasında bu metnin taşınmasını, protokol kavramı ise en az iki tarafın da kabul ettiği kurallar bütünüdür. Bu protokol uygulama katmanı protokolü olup artık bulut ortamında kullanılan bir protokol olarak özleşmiştir. Bunun sebebi kimlik saptama, özelleştirme, adresleme, esneklik, güvenlik, programlama kolaylığı, arama yetenekleri ve kalıtı bağlantıları bu protokolün avantajlarından olmasındandır [64].

Web servisi temel olarak istemci ve sunucuların bulunduğu bir ortamda istemcinin sunucudan istekte bulunduğu, sunucunun ise bu isteğe uygun yanıtı istemciye gönderdiği bir yapıdır (Şekil 2.2). Sunucu verdiği hizmette istemciden belli bilgiler isteyebilir. İstemesindeki amaç bu bilgileri sunduğu hizmette kullanıp, istemciye isteğine özel veya genel olarak bir hizmet olarak sunmasıdır.



Şekil 2.2 Web Servisi Ana Yapısı [65]

Web servisleri genellikle web siteleri ile karıştırılır. Bir web sitesi web servisleri içerebilir [66]. Ama içermesi zorunlu değildir. Bunu kökenine bakıldığında kavramların tam olarak açıklanabilmesi için web ile internet kavramına değinilmesi gerekir. İnternet bilgisayar sistemlerini birbirine bağlayan elektronik iletişim ağıdır [67]. Web, internet üzerindeki servislerden birisidir [68]. Aralarındaki fark, bir servisin web olabilmesi için illa ki bir tarayıcı üzerinden bu

hizmetin sunulmasıdır. Tarayıcı üzerinden çalışması çoklu ortamlarda kullanılabilmesinin yanında tarayıcının limitlerine bağlı olması özelliklerini taşır.

Web servislerinin farkı istemci ve sunucu ortamlarının ayrı olarak geliştirilmesidir [69]. Bu özellik sunulacak hizmetin istemcinin türünden bağımsız olarak sunulmasını sağlar. Yani farklı türdeki istemciler aynı sunucudan hizmet alabilir. Ayrı olarak programlanması dezavantaj olarak görülmesine rağmen güvenlik açısından daha avantajlıdır. Çünkü sunulan hizmetin içeriğini istemci bilmez. Hizmetin yapması gereken işleri sunucu yapar. Ama istemci sayısının çok olduğu durumda aynı sunucudan hizmet alınmak istenildiğinde ise yavaşlama sorunu ortaya çıkabilir. Gerçi güvenlik tedbirlerinin arttırılması da ortamın çalışma hızını düşürür. Bu konu daha ayrıntılı olarak test ortamında tartışılacaktır.

Web servisleri türlerinden biride SOA web servisleridir ve bu tür web servislerde iletişim için SOAP protokolü kullanılır. Bu web servislerinde hizmetler birbirinden bağımsız servislerden oluşur. Birkaç servis aynı anda kullanılmak istenildiğinde servisler çağrılıp sonuçlar istemci ve sunucu arasındaki kanal üzerinden sağlanır [70]. Yani SOA da üst servis oluşturulup bu servisin tek seferde çağrılması olayı yoktur. Normal web servislerinin desteklendiği güvenlik mekanizmalarının yanında SOAP protokolü sayesinde oluşturulmuş kendine özgü güvenlik mekanizmalarda vardır. Mobil cihazlarda ise asenkron iletişimin kullanımı daha popüler olduğundan bu cihazlarla olan iletişimde REST protokolü kullanılır [71].

Web servislerinde güvenlik genel olarak mesaj seviye güvenlik, taşıma seviye güvenlik ve uygulama seviye güvenlik olarak üç kısma ayrılır [72]. Test işlemlerinde mesaj seviye güvenlik mekanizması kullanılacaktır. Mesaj seviye güvenlik, bir istemci uygulaması ile istemci tarafından çağrılan Web Hizmeti arasındaki SOAP iletilerinin dijital olarak imzalanmış veya şifrelenip iletilmesi gerektiğini belirtir. Ayrıca, birden fazla SOA ortamı hizmeti alınması durumunda Web Hizmeti ve istemci arasında paylaşılan bir güvenlik bağlamı belirleyebilir [73]. Amaç web servis iletişim kanalının güvenliğinin sağlamaktan çok direk olarak iletilen mesaj üzerindeki güvenlik tedbirleriyle ilgilenmektir.

Test işleminde RSA, SHA, DES şifreleme algoritmaları kullanılmıştır. SHA ve DES simetrik, RSA ise asimetrik şifreleme algoritmalarıdır.

Şifreleme algoritmaları arasındaki farklılıklar şöyle özetlenebilir (SHA – RSA) SHA bir karma algoritma olup, RSA ise şifreleme – deşifreleme algoritmasıdır. (DES – RSA) DES, gizli anahtar temelli algoritma, anahtar dağıtımı ve anahtar anlaşma problemlerinden etkilenmektedir. Ancak bu problem RSA algoritmasında aşılar ancak şifreleme ve şifre çözme, RSA algoritmasında daha fazla zaman alır [74]. (SHA – DES) DES bir şifreleme algoritması ve şifreleme algoritması olup, SHA bir karma algoritmadır.

Basic128 ve TripleDesSha256Rsa15 şifreleme kavramlarını şöyledir. WCF ortamının mesaj seviye güvenlikte desteklediği on altı adet şifreleme modu vardır. Bunların ilki Basic128 olup AES 128 şifreleme algoritmasını kullanılır [75]. Sonuncusu ise TripleDesSha256Rsa15'dir. Bu kod anahtar saklama algoritması olarak RSA 15 ve özet algoritması (Bu tür algoritmalar, içerisine giren mesaj verisini belirli uzunlukta bir dizisine yani özet değerine dönüştürür [76].) olarak için SHA256 ve mesaj şifreleme algoritması olarak 192-bit Triple DES kullanan bir algoritma paketi alır [77].

2.1 İletişimin Ortamlardaki Durum Biçimleri

Bu bölümde test ortamı ve test işlemlerinin işletim süreci açıklanacaktır. Web servisinin oluşturulabilmesi için ilk önce sunucu tarafı ayarlamalar yapılmıştır. Sunucu tarafında ilk önce istemcilere hizmet verecek fonksiyonların bildirimlerinin yapıldığı ara yüz oluşturulmuştur.



Şekil 2.3 Düz Metin İletişimin Ortamlardaki Durum Biçimleri

Ara yüzdeki hizmet bildirimleri şöyledir: ilk fonksiyon metin değişkeni türünde bir değeri sunucuya parametre olarak gönderip, istemcinin gönderdiği metni o an kaçınıcı istemci ile çalışıldığı bilgisi ekleyip metin olarak istemciye göndermektir (Şekil 2.3). İlgili istemci hizmet bitiminden sonra ortamdan ayrılmış ve testte belirlenen sayıya ulaşılmadığı takdirde yeni istemci istekte bulunmuştur.



Şekil 2.4 QR Kod Formatında Dizi İle İletişimin Ortamlardaki Durum Biçimleri

İkinci fonksiyon istemci bir metni ilk başta metni QR kod formatına sokup bitmap formatındaki dizi halinde sunucuya göndermiştir. Sunucu bu QR kod formatındaki bitmap dizisini çözerek istemciye gönderir (Şekil 2.4). İlgili istemci hizmet bitiminden sonra ortamdan ayrılmış ve testte belirlenen sayıya ulaşılmadığı takdirde yeni istemci istekte bulunmuştur.



Şekil 2.5 QR Kod Resmi İle İletişimin Ortamlardaki Durum Biçimleri

Üçüncü fonksiyon istemci bir metni ilk başta metni QR kod olarak hazırlayıp, dosya olarak sunucuya göndermiştir. Sunucu bu dosyayı çözerek istemciye gönderir (Şekil 2.5). İlgili istemci hizmet bitiminden sonra ortamdan ayrılmış ve testte belirlenen sayıya ulaşılmadığı takdirde yeni istemci istekte bulunmuştur.

İletişim kanalındaki iletişimin iletim formatına diğer bölüme değinilmiştir.

Test işleminde kullanılan bilgisayarın özellikleri şöyledir: Visual Stdio 2015, 2.00 GB RAM, 1.67 GHz işlemci, 32 bit Windows 7. Büyük istemcili test ortamında ise bilgisayarın istemci gücünü daha çok test ortamına harcanması verimliliğin artması için sağlanmıştır.

2.2 İletişimde İletilen Mesajın İletişimdeki Şekli

Bu bölümde test işleminde elde edilen bulgular gruplandırılarak açıklanıp, bölüm sonunda toplu halde değerlendirilmesi yapılacaktır. Bulgulara ilk başta iletilen mesajın iletim kanalında ki halleri açıklanıp sonra istemcilerin ilgili hizmeti

sunucudan belirlenen sayı kere almaları durumunda test edilen metriklerin nasıl etkilendiği üzerinden açıklanacaktır.

Düz metin olarak şifresiz iletişimde mesaj iletişim kanalında sunucunun istemciye sunduğu mesaj hizmetinde mesaj üzerinde herhangi bir değişiklik olmamıştır (Şekil 2.6). Sunucunun sunduğu hizmetin ismi açıkça görülmektedir fakat bildirimin içeriği görülmemektedir. Bu tür iletişimde hizmetin içeriği için ipucu oluşturacak hizmet isimleri kullanılmamalıdır.

```
<s:Body>
  <kelimeResponse xmlns="http://tempuri.org/">
    <kelimeResult>Yıldız Teknik Üniversitesi Matematik Mühendisliği</kelimeResult>
  </kelimeResponse>
</s:Body>
```

Şekil 2.6 Düz Metin Şifresiz İletişimde İletilen Mesajın İletişimdeki Şekli

Düz metin olarak şifreli iletişimde mesaj iletişim kanalında sunucunun istemciye sunduğu mesaj hizmetinde mesaj şifreli olarak görünmektedir (Şekil 2.7). Sunucunun sunduğu hizmet adı da iletilen mesajı içinde şifrelenmiştir. Yani mesaj ve hizmet bildirimi ayrı olarak şifrelenmemiştir.

```
<e:CipherData>
  <e:CipherValue>rj1lfAOcEnqivqABYm7EwDYhJRdhl2To86QZI/EYiJcmCSCjEmikq
</e:CipherData>
</e:EncryptedData>
```

Şekil 2.7 Düz Metin Şifreli İletişimde İletilen Mesajın İletişimdeki Şekli

QR kod dizisi ile şifresiz iletişimde mesaj iletişim kanalında sunucunun istemciye sunduğu mesaj hizmetinde mesaj üzerinde herhangi bir değişiklik olmamıştır (Şekil 2.8). Sunucunun sunduğu hizmetin ismi açıkça görülmektedir fakat bildirimin içeriği görülmemektedir. Bu tür iletişimde hizmetin içeriği için ipucu oluşturacak hizmet isimleri kullanılmamalıdır.

```
<s:Body>
  <DownloadDocumentResponse xmlns="http://tempuri.org/">
    <DownloadDocumentResult>Yıldız Teknik Üniversitesi Matematik Mühendisliği</DownloadDocumentResult>
  </DownloadDocumentResponse>
</s:Body>
```

Şekil 2.8 QR Kod Dizisi ile Şifresiz İletişimde İletilen Mesajın İletişimdeki Şekli

QR kod dizisi ile şifreli iletişimde mesaj iletişim kanalında sunucunun istemciye sunduğu mesaj hizmetinde mesaj şifreli olarak görünmektedir (Şekil 2.9). Sunucunun sunduğu hizmet adı da iletilen mesajı içinde şifrelenmiştir. Yani mesaj ve hizmet bildirimi ayrı olarak şifrelenmemiştir.

```

<e:CipherData>
  <e:CipherValue>KehW2u8nFvVp+6bq8dyEn4/eNyt5S02Lg1Hyv5ZFg6rA6/K0VOxpH8w6HNyb
</e:CipherData>
</e:EncryptedData>

```

Şekil 2.9 QR Kod Dizisi ile Şifreli İletişimde İletilen Mesajın İletişimdeki Şekli

QR kod dosya olarak şifreli iletişimde mesaj iletişim kanalında sunucunun istemciye sunduğu mesaj hizmetinde mesaj karakter dizisi olarak görünmektedir (Şekil 2.10). Mesajın kendisi direk olarak gözlemlenememekle birlikte iletişim kanalı bazı saldırılara maruz bırakılırsa örneğin ortadaki adam saldırısı ve örneklem toplama gibi mesajların içeriği çözülebilir. Çözülmesi durumunda uzantısı anlamsız olan bir dosya görülecektir. Saldırgan ancak bu dosyanın QR kod dosyası olduğunu anladığı zaman mesaja erişebilecektir. Bu etkili olmasa da bir güvenlik mekanizması oluşturmaya yardım edecektir. Sunucunun sunduğu hizmet adı direk gözükmemektedir.

```

<DownloadDocument1Result xmlns:b="http://schemas.datacontract.org/2004/07/DownloadService" xmlns:i="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance">
  <b:Content>IVB0Rw0KGgoAAAAANSUheUgAAAAKAAAEJCAYAAACHaHjKAAAAAXNSR0IArs4c6QAAAAARnQU1BAACxjwv8YQUAAAAJCEhZcwAADsMAAA7DAcdvqGQAA
  +Kdx+b8D3pBo5Nxd/vtxo1PYI3Hsrd7T78SyN9pfkTLv/jiC5e+cOkL36Kq7wtL74aX3xP/CGBKakQxKuQ0j5d9c/3Z/gC9d8hUs/xdP64jckBj+W/YRDFHXQ8j9Zkk
  +ROu+hN+Q6ThoT1axSdLmhiQvvCk9hVc+RMuDxN+Q6ThoT1axSdLmhiQvvCk9hVc+RMuDxN+Q6ThoT1axSdLmhiQvvCk9hVc+RMuDxN+Q6ThoT1axSdLmhiQvvCk9I
  <b:Name>qr.1</b:Name>
</DownloadDocument1Result>

```

Şekil 2.10 QR Kod Dosya Olarak Şifresiz İletişimde İletilen Mesajın İletişimdeki Şekli

QR kod dosya olarak şifreli iletişimde mesaj iletişim kanalında sunucunun istemciye sunduğu mesaj hizmetinde mesaj şifreli olarak görünmektedir (Şekil 2.7). Sunucunun sunduğu hizmet adı da iletilen mesajı içinde şifrelenmiştir. Yani mesaj ve hizmet bildirimi ayrı olarak şifrelenmemiştir. Mesajın kendisi direk olarak gözükmemekle birlikte iletişim kanalı bazı saldırılara maruz bırakılırsa (örneğin ortadaki adam saldırısı ve de şifreleme anahtarının ele geçirilmesi ki bunu yapmak zordur fakat bunun güçlü şifreleme algoritmalarıyla korunması gerekir mesajların içeriği çözülebilir. Çözülmesi durumunda uzantısı anlamsız olan (dosya uzantısından dosya türü tahmin edilemeyecek biçimde) bir dosya görülecektir. Saldırgan ancak bu dosyanın QR kod dosyası olduğunu anladığı zaman mesaja erişebilecektir. Tam olarak etkili olmasa da bir güvenlik mekanizması oluşturmaya yardım edecektir. Sunucunun sunduğu hizmet adı direk gözükmemektedir.

```

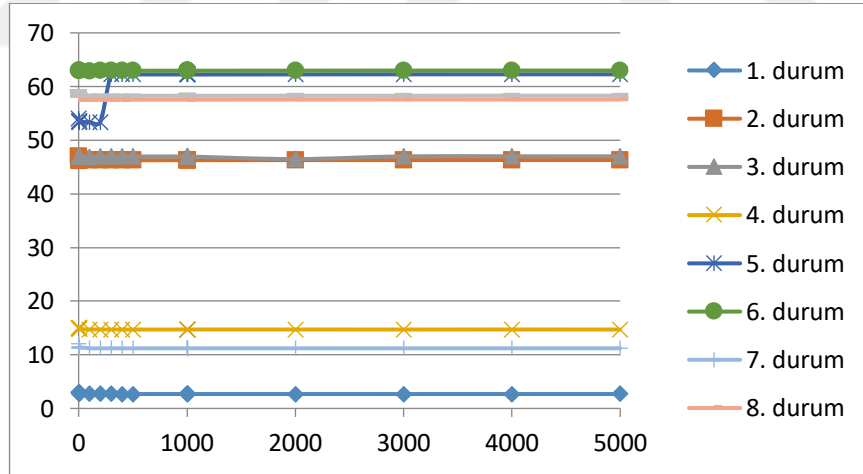
<e:CipherData>
<e:CipherValue>2mQRk/023TPacM0zvbB8sdGc2DFwvFvOGLhK09Tzi8qdQLzEjbaSC3DhZwkYkbOogFL0NQpjLFexQ2h369aSmwuz3zDUK1Eu7P0rq4E2Le
+MH3dS2A1H5db/sVGt4lWWRhOrJevFeec2Cc1QStYvJHq4RwzadVAFTB00H6U6qvh68LPa+Ab+NCQ77+aTzOibh6QbpEVQkWA1zxA1SSAwSnkErZ5EaLX:
63ogk6n1gDfhhWRD9OB6PPgjWL+le1nIO4KfSviEigH3J1d1BULFMegGjuwvL8NKGb0niwgWfHqmmxcpWoWdpX8hGZpK/G6I8/xDJAzv2HhGFTmf7ZZ7sd
70CohYFjxVpQrtQ4pu2yKmv4CMfYz2v6qN/jv7dArkjVdzfw9aQr4IZFe4b0lJAaJkwvw666DAGe0gUo1U2KUKUepYeQ6bbuH/zrV6v2x4QLspP15EKUMD7v
</e:CipherData>
</e:EncryptedData>

```

Şekil 2.11 QR Kod Dosya Olarak Şifreli İletişimde İletilen Mesajın İletişimdeki Şekli

İletişim sayısının tekli veya çoklu olma durumunun incelendiği şekillerde kullanılacak durumların açıklaması şöyledir: 1. durum: düz metin şifresiz, 2. durum: düz metin Basic128 kodlu şifreli, 3. durum: düz metin TripleDesSha256Rsa15 kodlu şifreli, 4. durum: QR kod dizisi ile şifresiz, 5. durum: QR kod dizisi ile Basic128 kodlu şifreli, 6. durum: QR kod dizisi ile TripleDesSha256Rsa15 kodlu şifreli, 7. durum: QR kod dosya olarak şifreli, 8. durum: QR kod dosya olarak Basic128 kodlu şifreli, 9. durum: QR kod dosya olarak TripleDesSha256Rsa15 kodlu şifreli.

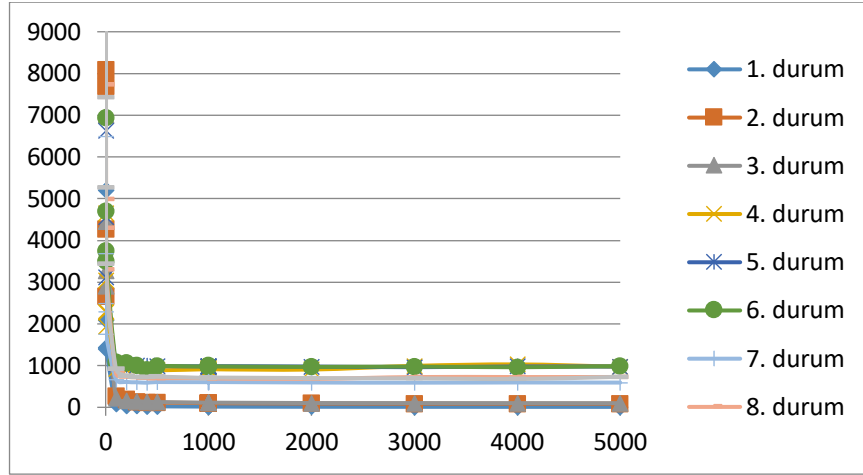
Şekillerde kullanılan verimlilik kavramı test edilecek ögenin test işleminde elde edilen toplam değerinin ilgili değere bölünmesiyle elde edilen değerdir. Kullanım amacı ilgili değişkenin değişiminin sabit olup olmadığının anlaşılmasıdır.



Şekil 2.12 Normal İstemci Sayısı, İletişim Boyutu Verimlilik İlişkisi

Şekil 2.12 incelendiğinde, iletişim boyutu verimliliğinin genel olarak (5. durum hariç) kararlı olduğu gözlemlenmiştir. 5. durumda oluşan iletişimde istemci sayısı az olduğu durumda dosya iletişim boyutunun düşüp (bir istemcinin sunucu ile etkileşiminde daha az kez veri gönderimi), istemci sayısı arttığında ise durum beklenen değere düşmüştür. İletişim boyutunun değeri en az şifresiz ortamlarda gözlemlenir. Şifreli ortamda ise hangi şifreleme türünün kullanıldığı sistemi

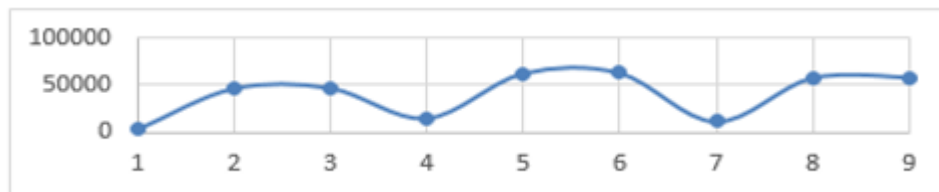
beklenen değerler kadar fark göstermemiştir. QR kodun dosya ile olan iletişimin byte dizisi formatındaki iletişimden daha verimli olduğu gözlemlenmiştir.



Şekil 2.13 Normal İstemci Sayısı, İletişim Süresi Verimlilik İlişkisi

Şekil 2.13 incelendiğinde, çok az istemcinin bulunduğu ortamlarda iletişim süresinin birbirine çok yakın değerler olarak ölçülmesinden dolayı verim çok düşüktür. Bunun sebebi kanalın ilk kullanımından ortam hazırlan süresinin birkaç istemcinin ortamla iletişimden fazla olmasından kaynaklanmıştır. Normal istemci ile test ortamı karşılaştırıldığında şifresiz ortamında verimi, genel olarak şifresiz ortama göre oldukça yüksektir. QR kodun dosya olarak iletimi, byte dizisi olarak iletiminden daha verimlidir. Şifrelemede güçlü şifreleme algoritmaları kullanmak sistemi şifresiz iletişim ortamı yapmaktan çok daha az yavaşlattığından yeni çıkabilecek güçlü şifreleme algoritmaları sisteme dâhil edilebilir. En genel ifade ile sistemin çok daha büyük istemcili olduğu ortamlardaki verimliliği ortamın kararlılığı sayesinde öngörülebilir.

Şekil 2.14, 2.15, 2.16, 2.17; istemci sayısının sabit tutulup (1000 istemci) aynı test işleminin tekrarlanmasıyla sistemin tutarlılığının test verileri ile oluşturulmuştur.



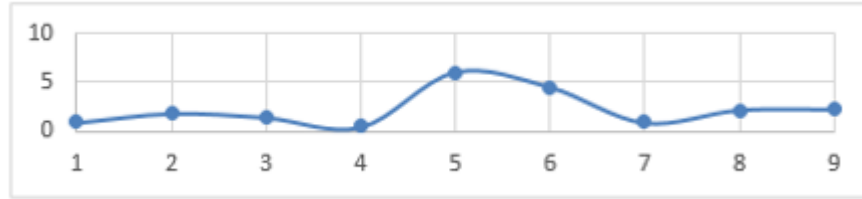
Şekil 2.14 1000 Adet Sabit İstemci Sayısı, İletişim Boyutu Ortalama İlişkisi

Şekil 2.14 incelendiğinde iletişim boyutunun en az şifresiz ortamlarda olduğu gözlemlenir. Şifreli ortamda ise hangi şifreleme türünün kullanıldığı sistemi beklenen değerler kadar fark göstermemiştir. QR kodun dosya ile olan iletişimin byte dizisi formatındaki iletişimden daha verimli olduğu gözlemlenmiştir.



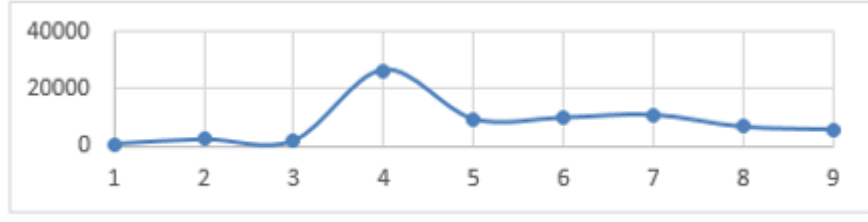
Şekil 2.15 1000 Adet Sabit İstemci Sayısı, İletişim Süresi Ortalama İlişkisi

Şekil 2.15 incelendiğinde iletişim süresinin en az şifresiz ortamlarda olduğu gözlemlenir. Şekil 2.16 incelendiğinde aynı test adımlarında iletişim boyutu değerindeki en az değişimin düz metin ile iletişimde olduğu görülmektedir. QR kodun dosya ile iletişimde de kabul edilebilir bir değişim olmasına karşın byte dizisi ile iletişimde değişim çok fazladır.



Şekil 2.16 1000 Adet Sabit İstemci Sayısı, İletişim Boyutu Standart Sapma İlişkisi

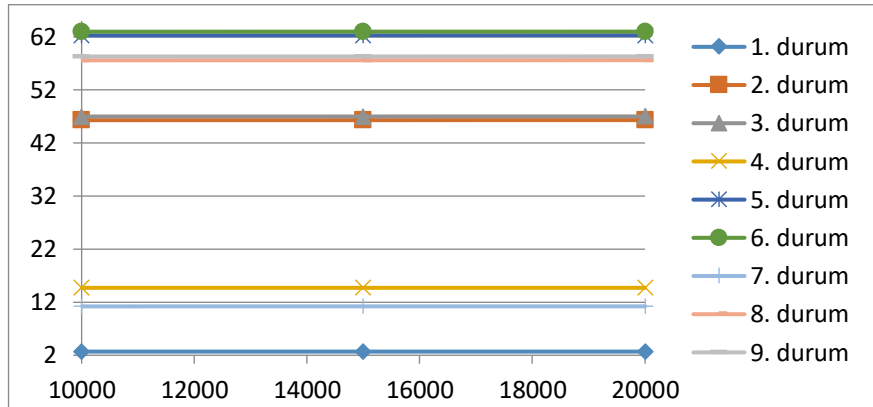
Şifreli ortamda ise hangi şifreleme türünün kullanıldığı sistemi beklenen değerler kadar fark göstermemiştir. QR kodun dosya ile olan iletişimin byte dizisi formatındaki iletişimden daha verimli olduğu gözlemlenmiştir. Düz metin ile iletişim, süre olarak diğer ortamlardan çok daha verimlidir.



Şekil 2.17 1000 Adet Sabit İstemci Sayısı, İletişim Süresi Standart Sapma İlişkisi

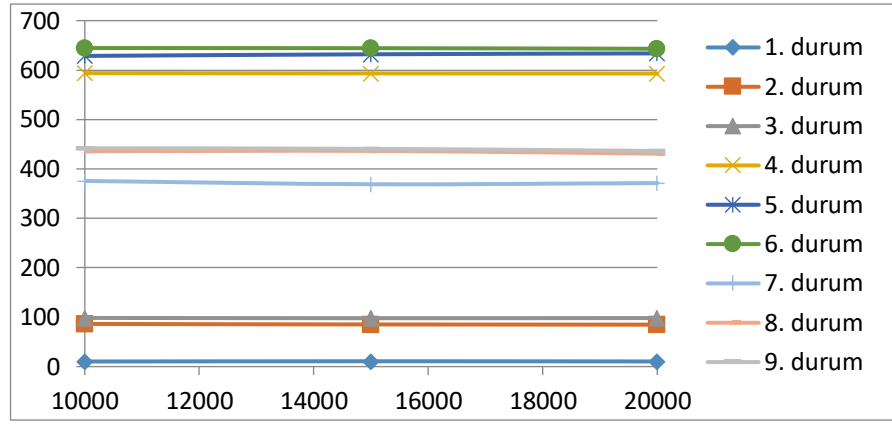
Şekil 1.17 incelendiğinde aynı test adımlarında iletişim süresi değerindeki en az değişimin düz metin ile iletişimde olduğu görülmektedir. QR kodun dosya ile iletişimde de kabul edilebilir bir değişim olmasına karşın byte dizisi ile iletişimde değişim çok fazladır.

Şekil 2.14, 2.15, 2.16, 2.17; incelendiğinde ortak varılacak sonuç ortalama yüklü ortamda (işlemci sayısının ortadüzeyli olduğu) iletişimde QR kod kullanılmak istenildiğinde QR kodun dosya ile iletimi daha uygun olup, şifreleme algoritmasının farklı olmasının sisteme yaratacağı etki, sistemin şifreli veya şifresiz iletişim içinde olmasının yaratacağı etkiden çok fazla olduğundan QR kodun byte dizisi halinde mümkünse yüksek güvenli şifreleme algoritması kullanılması tavsiye edilebilir.



Şekil 2.18 Büyük İstemci Sayısı, İletişim Boyutu Verimlilik İlişkisi

Şekil 2.18 incelendiğinde her durumda boyutu verimlilik ilişkisi sabittir. Şifresiz ortamın verimliliği şifreli ortamın verimliliğine göre oldukça iyidir. QR kodun dosya olarak iletişimde kullanılması durumunda verimlilik byte dizisi olarak kullanmaya göre daha yüksektir. Şifreleme algoritmasının daha güçlü kullanılması verimliliği düşürmüş gibi gözükse de bu değer kabul edilebilir bir değerdir.



Şekil 2.19 Büyük İstemci Sayısı, İletişim Süresi Verimlilik İlişkisi

Şekil 2.19 incelendiğinde her durumda boyutu verimlilik ilişkisi sabittir. Şifresiz ortamın verimliliği şifrele ortamın verimliliğine göre oldukça iyidir. QR kodun dosya olarak iletişimde kullanılması durumunda verimlilik byte dizisi olarak kullanmaya göre daha yüksektir. Şifreleme algoritmasının daha güçlü kullanılması verimliliği düşürmüş gibi gözükse de bu değer kabul edilebilir bir değerdir.

Büyük istemci sayılı test ortamı karşılaştırıldığında şifresiz ortamında verimi, genel olarak şifresiz ortama göre oldukça yüksektir. QR kodun dosya olarak iletimi, byte dizisi olarak iletiminden daha verimlidir. Şifrelemede güçlü şifreleme algoritmaları kullanmak sistemi şifresiz iletişim ortamı yapmaktan çok daha az yavaşlattığından yeni çıkabilecek güçlü şifreleme algoritmaları sisteme dâhil edilebilir. En genel ifade ile sistemin çok daha büyük istemcili olduğu ortamlardaki verimliliği ortamın kararlılığı sayesinde öngörülebilir.

Sistem kalitesini belirleyen iletişim boyutu ve iletişim süresi en genel ifadeyle karşılaştırıldığından sistem boyutu değişkenin daha kararlı (öngörülebilir) olduğu gözlemlenebilir. Çünkü iletişim kanalından geçecek verinin boyutu her zaman belli iken (Şifreli iletişimde üretilecek şifreli metnin boyutu çok az değişebilir ama buda önemsenmeyecek düzeydedir.) iletişim kanalının verimliliğinde istemci ve sunucunun bu iş için ayarlanarak bellek miktarı değişken olabilmektedir.

2.3 QR Kod Ve Web Servis Ortamı

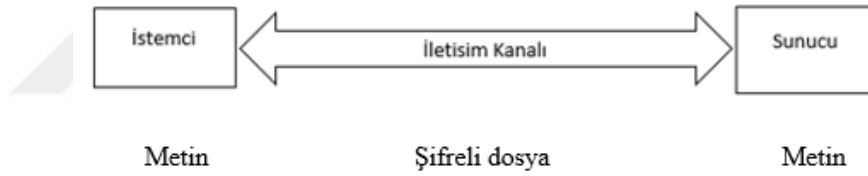
Test ortamından genel olarak elde edilen sonuçlar şöyle özetlenebilir. Şifresiz iletişimin önceden belirtilen zararlarından dolayı kullanımından kaçınmak

gerekir. Çünkü iletişimde hizmet fonksiyonlarının önceden tahmin edilememesi gerekir. QR kod veya resmin web servislerinde kullanacağı zaman dosya olarak iletişimde kullanılması uygundur. Çalışmada tüm test süreci incelendiğinde en uygun olarak düşünülecek durum QR kod dosya olarak TripleDesSha256Rsa15 kodlu şifreli iletişimidir. QR kod dosya olarak AES128 ise iletişimde hızın güvenlik yerine daha verimli olarak kullanıldığı ortamlarda düşünülebilir. İletişim kanalının verimliliği iyi olduğundan hizmet için daha çok bellek artırımını ile daha hızlı ve daha yüksek güvenli şifreleme algoritmaları ile daha güvenli web servisleri kurulabilir.

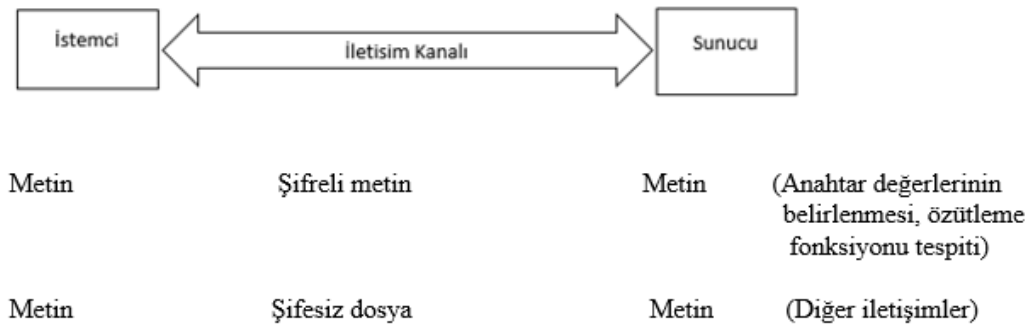
Varılan en genel sonuç QR kodun web servislerinde metin iletiminde dosya olarak kullanılması daha uygundur.

Sonraki bölümde QR kodun stenografik teknikle web servislerinde kullanılması işlenecektir.

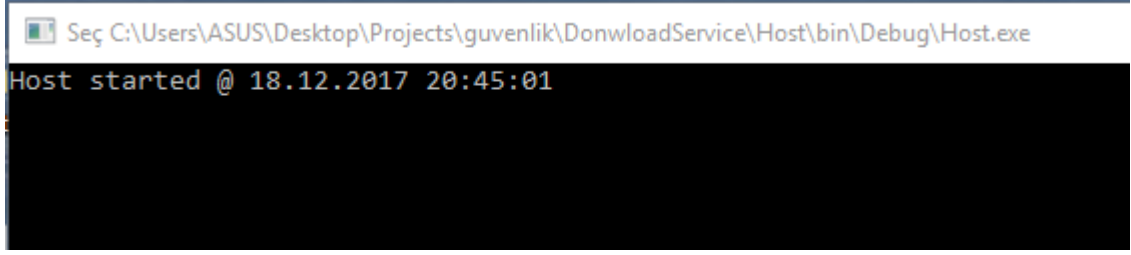
Karşılaştırılacak olan 2 senaryo şöyledir:



Şekil 2.20 Senaryo 1

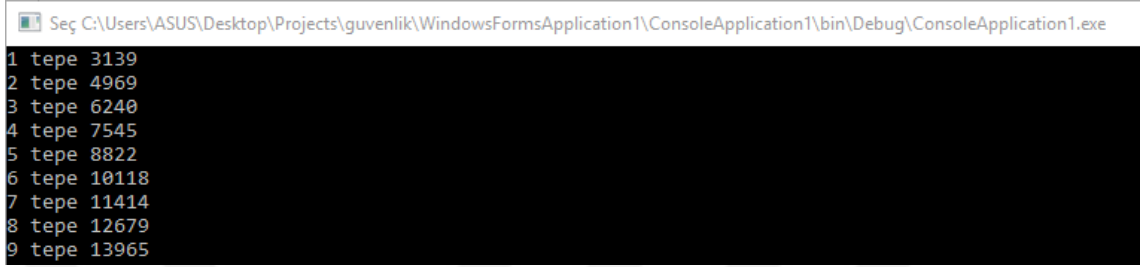


Şekil 2.21 Senaryo 2



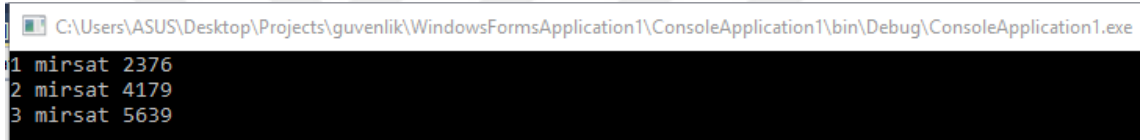
```
Seç C:\Users\ASUS\Desktop\Projects\guvenlik\DonwloadService\Host\bin\Debug\Host.exe
Host started @ 18.12.2017 20:45:01
```

Şekil 2.22 Sunucu Hizmeti Başlatıldı



```
Seç C:\Users\ASUS\Desktop\Projects\guvenlik\WindowsFormsApplication1\ConsoleApplication1\bin\Debug\ConsoleApplication1.exe
1 tepe 3139
2 tepe 4969
3 tepe 6240
4 tepe 7545
5 tepe 8822
6 tepe 10118
7 tepe 11414
8 tepe 12679
9 tepe 13965
```

Şekil 2.23 Sunucu “mirsat” Değil “tepe” Değerini Okudu



```
C:\Users\ASUS\Desktop\Projects\guvenlik\WindowsFormsApplication1\ConsoleApplication1\bin\Debug\ConsoleApplication1.exe
1 mirsat 2376
2 mirsat 4179
3 mirsat 5639
```

Şekil 2.24 Sunucu Stegonografik Resim Olarak Değil Düz Resim Olarak İşlem Yapıldığında “tepe” Değil “mirsat” Değerini Okudu

Şekil 2.22, 2.23 ve 2.24 de çalışma şekilleri gösterilen örnek uygulamada üç adet QR kod kullanılacaktır. Bunlarda sırayla “mirsat”, “yesil”, “tepe” değerlerine sahip kodlardır. Sunucuda hizmetlerini istemcilerin faydalanması için hizmetler sunmuştur. Örnekte istemci sunucuya değer verip bu değeri üç katlı QR kod olarak hazırlamasını ve kendisinin gizli olan QR koda erişmek istemektedir. Bu çalışmada farklı kılan yön istemci normalde en üst katmandaki QR kodun değerini görmesine karşın bu resmin stegonografik olduğunu bilmesi durumunda ortak anlaştıkları anahtar üzerinden QR kodu şifresini çözüp en alt katmandaki QR koda erişim sağlanıp oradaki değer elde edilmiştir. Ara katmandaki QR koda ise erişim mümkün değildir. Yani ara katmandaki QR kod aslında işe değerlendirilemeyecek olup deşifreleme mekanizması elinde olamayan kötü niyetli istemcilerin ters stegonografi yapsalar bile ara katmandaki koda ulaşacaklar bu ise onlara içinde ne olduğu konusunda fayda sağlanamayacaktır.

Test ortamında istemciler ilk başta oluşturulup, sunucunun sunduğu hizmetlerden faydalanıp ortamdan ayrılmış. Aynı durum sonraki istemciler içinde tekrarlanmıştır. İstemcilerin ortamdan ayrılmadan bütün istemcilerin hazır olduğu durum test edilmemiştir. Çünkü belirli sayının üzerindeki istemciler sunucudan aynı anda hizmet almaya çalıştığı durumlarda sunucu hizmet veremez hale gelmektedir.

QR kod üzerinden yapılacak iletimde ilk başta QR kod ortamda şifreli olarak iletilecek, İkinci versiyonda ise ilk başta şifreli ortamda anahtarlar dağıtılıp bu anahtarlar ile steganografi kullanılarak şifresiz iletişim yapılacaktır. İki versiyon çeşitli versiyonlar açısından değerlendirilecektir.



WEB SERVİSLERİNDE ANAHTARLI QR KOD İÇEREN QR KOD KULLANIMI

Günümüzde bulut kavramı o kadar genişlemiştir ki bulut kavramı dışında kalan bilişim alanı yok gibidir. Bunun en büyük nedeni de bu kavramın literatürdeki tanımlarının kapsamındaki belirsizliktir. Kimi kaynaklar bulutu; paralel, ayrık ve grid (ızgara) hesaplama yapılan yer olarak ele alırken [78], bazıları ise mobil bulut kavramını kullanıp özel bulut ortamları oluşturup [79], başka bir kavrama göre ise birçok farklı varlık ve katmandan oluşan karmaşık bir ortam olarak tanımlayıp kavramı daha geniş tutmuştur [80]. Yani bulut kavramı bazen kullanılan işlemler bazen de kullanılan cihazlar tarafından sınırlandırılabilir.

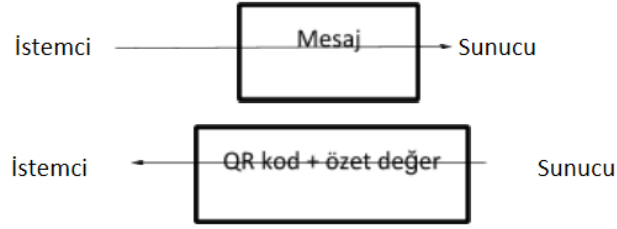
Esas kullanım amacı bir metnin veya simgenin karşı tarafa tam ve doğru olarak iletilmesi olan QR kodun kullanım amacı bulut kavramı gibi çok geniştir. QR kodlar güvenlik mekanizmaları ile birlikte kullanılabilmesi ile bu teknolojinin kullanımı giderek artmaktadır.

Bu bölümde web servislerinde aynı isteğin farklı istemciler için yanıtlanıp farklı cevap verilmesi gerektiğinde cevabın sunucu tarafından tek seferde oluşturulup oluşturulan cevabın tek seferde farklı kullanıcılara gönderilip kullanıcıların aynı mesajı farklı anlamalarını sağlamaktır. Sunucunun üzerindeki yük azaltılıp, istemcilere daha verimli cevap vermesi amaçlanmıştır. Bu işlemler için anahtarlı stenografik QR kodlar kullanılacaktır.

3.1 WCF Ortamında QR Kod İle İletişim

Test ortamında web servisi için WCF kullanılmıştır. İletişim protokolü olarak SOAP kullanılıp, iletişim mesaj seviye güvenlik katmanında gerçekleştirilmiştir. Web servislerinde ortam istemci ve sunucunda olduğu için ilgili kısımlarda yapılan işlemler Şekil 3.1’de en temel halinde, Şekil 3.2 ve 3.3’te ise istemci ve sunucu bazlı yapılan işlemler listelenmiştir. Elde edeceği bilgiler ile kendi özet değerini

oluşturur ve kendisine gönderilen değer ile karşılaştırır. Değerler farklı ise iletişim iptal edilir.



Şekil 3.1 Test Ortamı İşlemleri Genel İşleyişi

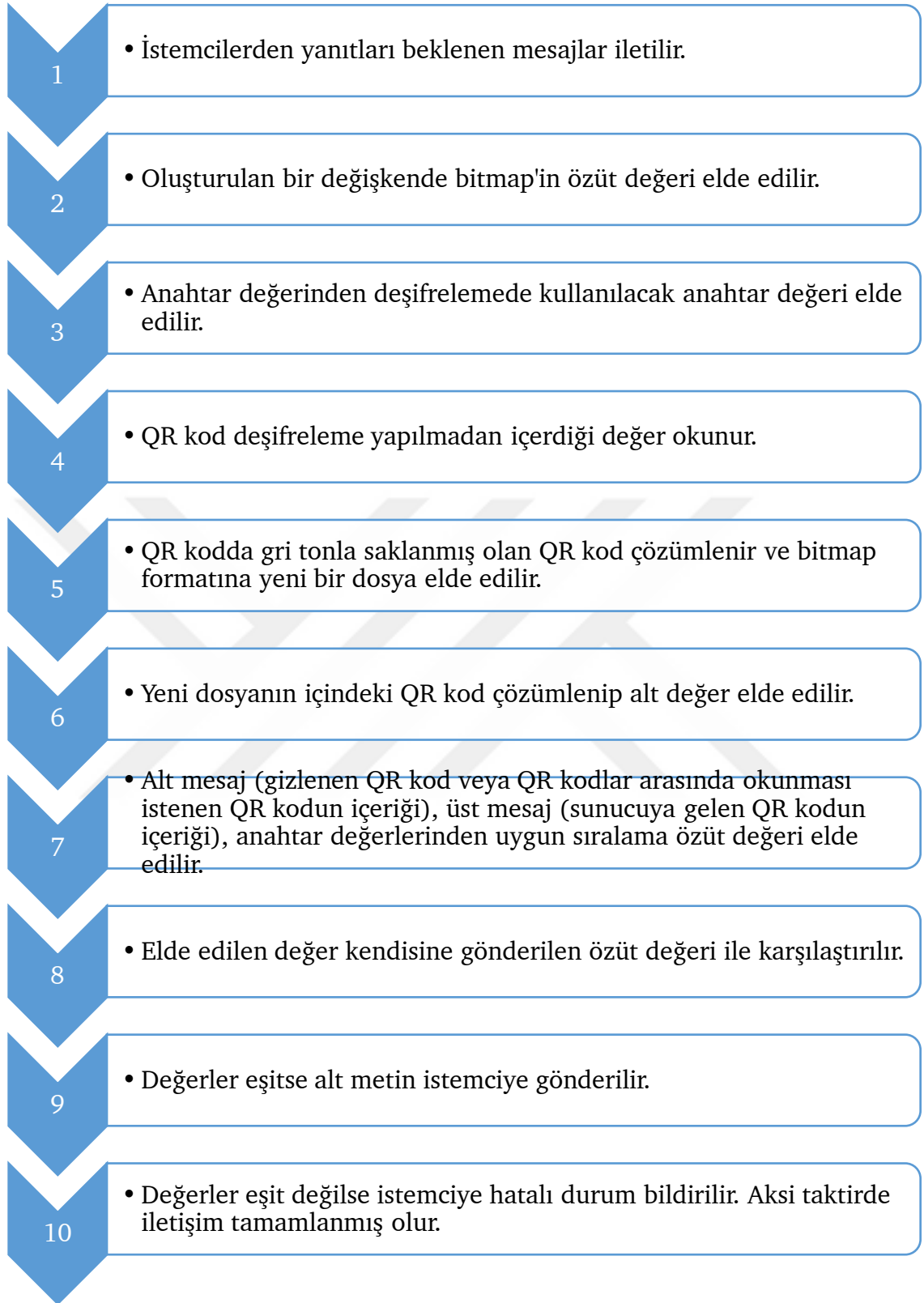
Test ortamında yapılan test işlemleri iletilen görüntünün üst değer üzerinden değil alt değer üzerinden yapılmıştır.

Test için kullanılan bilgisayarın özellikleri: Visual Studio 2017, işlemci hızı 2.3 GHZ, 12 GB RAM, 1 TB bellek, 2 GB kapasiteli ekran kartıdır. Test ortamında çıkış değişkeni olarak sadece çalışma süresi incelenmiş olup, iletişim sonucu oluşan kayıt dosyalarının boyutu incelenmemiştir.

Test mimarisi sunucu ve istemci açısından olarak ayrı ayrı incelenecektir. Yapılan işlemlerin genel hatları şöyledir:

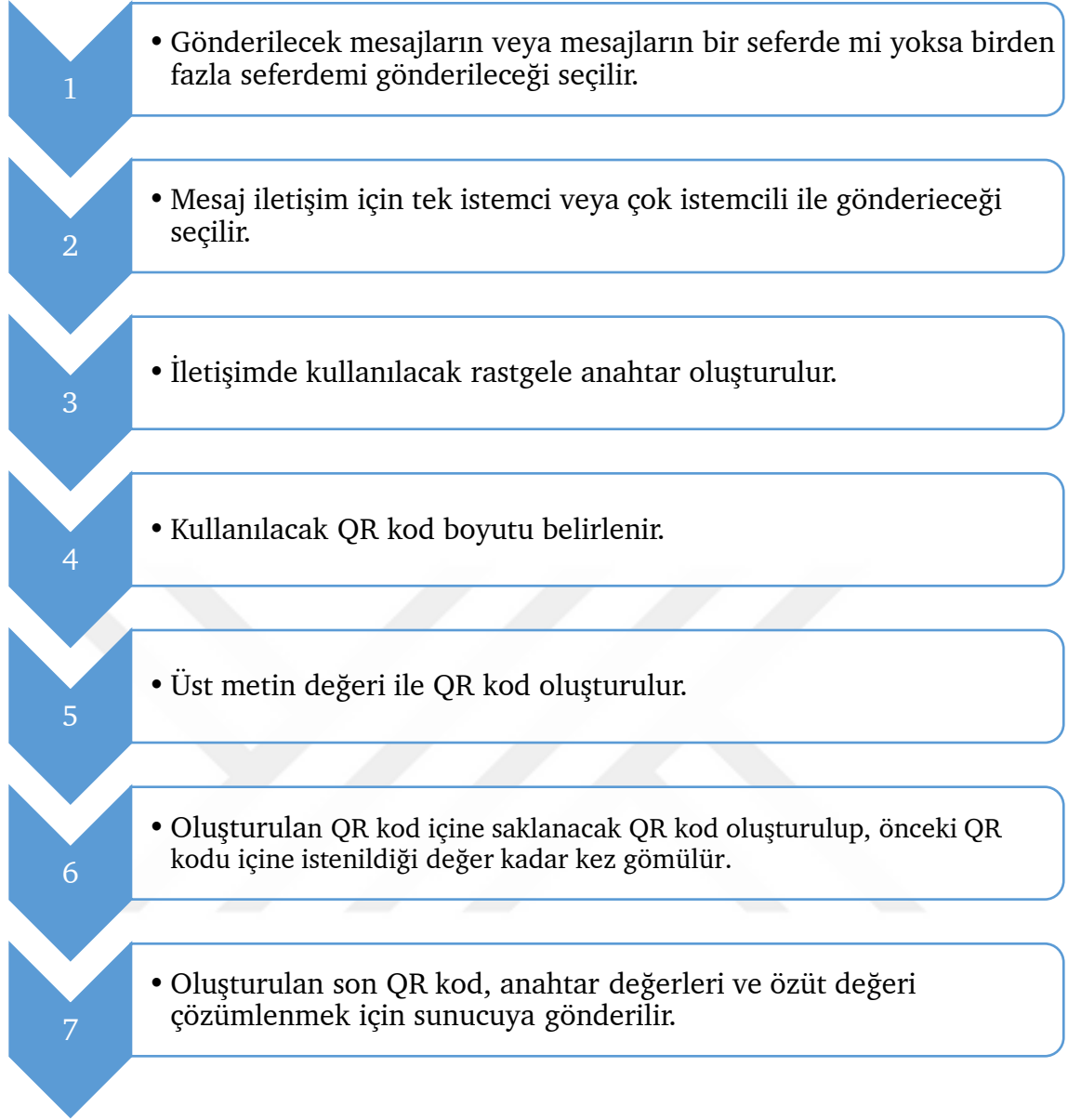
İstemci tarafından isteğe uygun QR kod oluşturma , özet değeri oluşturma, sunucu tarafından mesajının içeriğine erişme ve özet değeri oluşturma, özet değerler karşılaştırma , değerlendirme olumlu ise isteğe yanıt oluşturma şeklindedir.

Sunucu yönlü yapılan işlemler şunlardır:



Şekil 3.2 Sunucu Yönlü Yapılan İşlemler

İstemci yönlü yapılan işlemler şunlardır:



Şekil 3.3 İstemci Yönlü Yapılan İşlemler

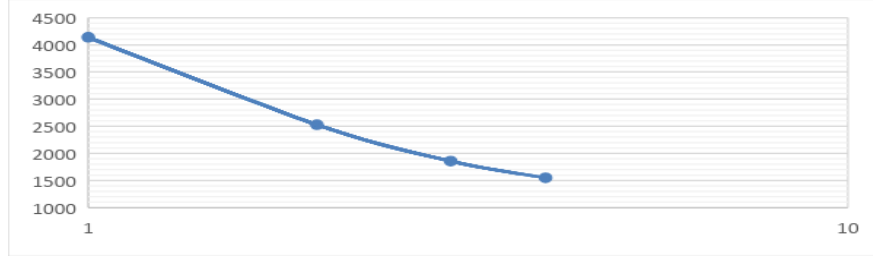
İletişimde kullanılan görüntünün oluşturulması ve çözülmesinde kullanılan stenografi algoritma basamakları şöyledir.

1. Renkli görüntünün gri görüntüye dönüştürülmesi için her bir pikselin R (kırmızı), G (yeşil), B (mavi) değerlerinin ortalaması alınıp bu değer gri tonlu görüntünün ilgili pikselinin değeri olacaktır.
2. Piksel dizisinden bit dizisi elde etmek için ilk başta piksel değeri ile anahtar değeri üs işlemine tabi tutulup, elde edilen değer bit dizisine dönüştürülmüştür. Bu bit dizisinin eleman sayısı öğrenildikten sonra dizi 1 ve sıfır değerlerine dönüştürülür.

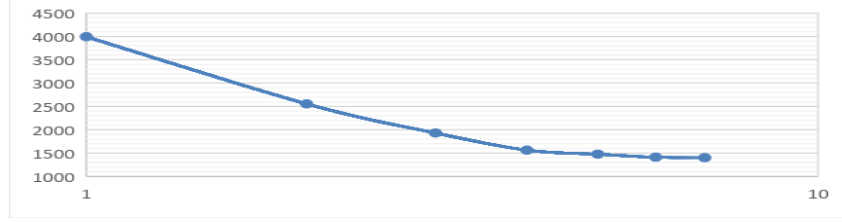
3. Dizinin tersi alınır. (Dizi elemanları tersten güncellenir.)
4. Bit dizisinden byte (ikili) elde etmek için bit dizisinin elemanları toplanıp, toplanan değer byte değere dönüştürülür. Dönüştürülen değer anahtar değerleriyle üs işlemine tabi tutulur ve yeni değer elde edilir.
5. Normal ve saklanacak QR kod görüntüleri okunup bitmap türünde değişkenlere aktarılır. İki görüntünün boyutları aynı değil ise saklanacak görüntünün boyutu normal görüntünün boyutuna eşitlenir (Test işlemlerinde eşit boyutlu görüntüler kullanılmıştır.). Anahtar değeri okunarak tamsayı değişken türünde saklanılır. Mesaj bitleri, alpha bitleri, kırmızı bitleri, yeşil bitleri ve mavi bitleri için byte türüne değişken oluşturulur. Yeni Alpha, yeni kırmızı, yeni yeşil, yeni mavi değişkenler başlangıçta sıfır değeriyle byte türünde oluşturulur. Daha sonra görüntü şifreleme adımına geçirilir.
6. İmge şifreleme adımında sıradaki işlemler görüntüdeki her bir piksel için yapılır. Gizlenecek görüntünün piksel değeri okunur. Normal a kırmızı bileşeni okunarak mesaj bitleri değişkenine aktarılır. Mesajbitleri değişkenin 0. ve 1. indisli elemanları Alpha değişkeninin 6. ve 7. indisli elemanları ile eşitlenir., 2. ve 3. indisli elemanları kırmızı bitleri değişkeninin 6. ve 7. indisli elemanları ile eşitlenir. 4. ve 5. indisli elemanları yeşil bitleri değişkeninin 6. ve 7. indisli elemanları ile eşitlenir. 6. ve 7. indisli elemanları mavi bitleri değişkeninin 6. ve 7. indisli elemanları ile eşitlenir. Alpha bitleri, kırmızı, yeşil ve mavi bitleri değerleri saklanacak görüntü ile eşitlenir. Deşifreleme işleminde ise ters işlemler yapılır [81]. Son bölümde tezde savunulan QR kodda stegonagrafik resim tespitinde test işlemlerinde şifrelenecek mesajın rastgele olarak diğer bitlere saklanmıştır.

3.2 İletişim Kanalı Verimliliği

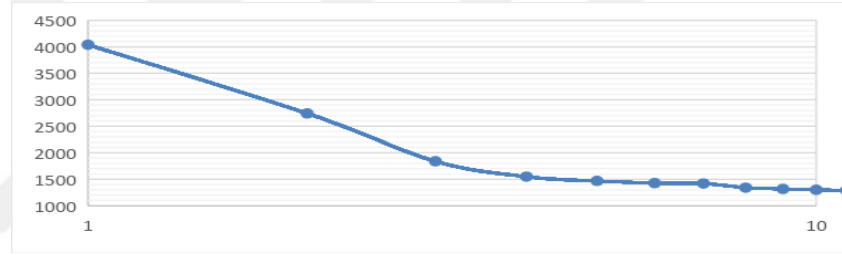
Bu bölümde test ortamında belirli değişkenlere göre yapılan testler test edilen değişken bazlı incelenecektir. Değişkenler bölüm bazlı incelenip en sonda test ortamı için değişkenlerinin ortama bağlı olarak belirlenmeye çalışılmıştır. Aşağıdaki şekillerde x sütunundaki rakamlar ile nelerin içerdiği şekil isimlerinde bildirilmiştir. Grafiğin yatay eksenini logaritmik olarak gösterilmiştir. Ölçülen çalışma süreleri Ms (mili saniye) birimindedir.



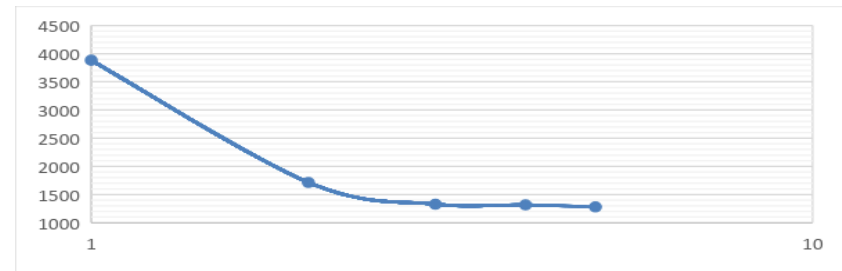
a. 10 kez mesajlaşma için 1) 1-10, 2) 2-5-, 3) 5-2, 4) 10-1



b. 100 kez mesajlaşma için 1) 1 – 100 2) 2 – 50 3) 5 – 20 4) 10 – 10 5) 20 – 5 6) 50 – 2 7) 100 – 1



c. 1000 kez mesajlaşma için 1) 1 – 1000 2) 2 – 500 3) 5 – 200 4) 10 – 100 5) 20 – 50 6) 25 – 40 7) 40 – 25 8) 50 – 20 9) 100 – 10 10) 200 – 5 11) 500 – 2 12) 1000 – 1

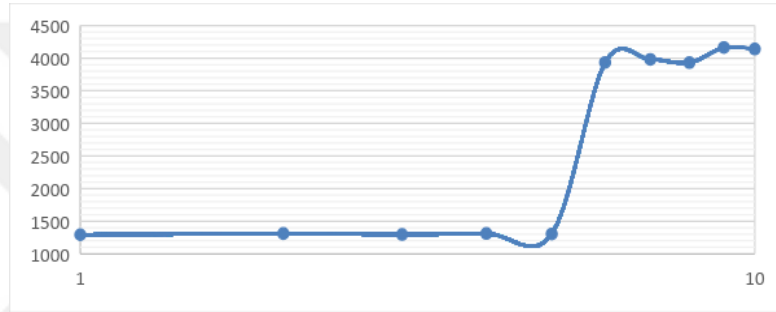


d. 10000 kez mesajlaşma için 1) 1 – 10000 2) 10 – 1000 3) 100 – 100 4) 1000 – 10 5) 10000 – 1

Şekil 3.4 Test Ortamı İçin İstemci Sayısı İş Boyutu İlişkisi – Örneklem

Açıklamaların içeriği, İstemci Başına Mesajlaşma Sayısı - İstemci Sayısı Şeklindedir.

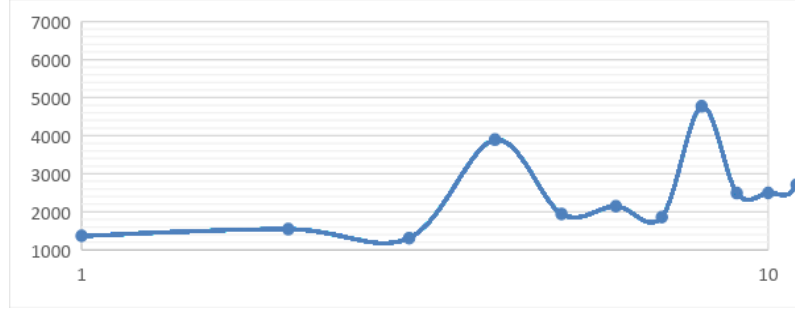
Şekil 3.4'ün alt şekilleri incelendiğinde aynı iş yükü için yani sununun ilgili alt bölümde aynı sayıda cevap olarak QR kod ve özet değeri ürettiği durumda kullanıcıların arttırılması çalışma süresini arttırmaktadır. Bu yüzden kullanıcılar sunucu ile iletişimde eğer mesajlaşma sayısı fazla olması durumundalar kullanıcının ortamdaki koparılması avantajlıdır. Fakat bu avantaj belirli bir orandan sonra sabitlenmektedir. Yani belirli sayıdan fazla kez sunucudan hizmet alabilecek istemcilerin ortamdaki koparılması avantaj olabilmektedir. Çünkü ortamdaki koparılma stratejisi kullanıcının ortama bağlanması için ilk başta bazı güvenlik mekanizmaları gerektirdiğinden ortamdaki mesajlaşma trafiği de artmaktadır. Bu nedenle iletişim kanalının verimi düşmektedir.



Şekil 3.5 Test Ortamı İçin Özet Algoritması Verimlilik İncelenmesi - Örneklem

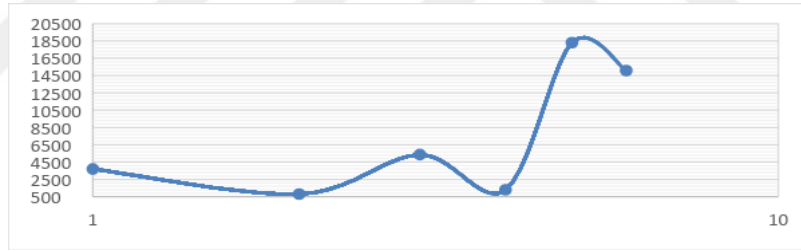
Açıklamaların İçeriği Her İstemci İçin Mesaj Sayısı, İstemci Sayısı, Özet Algoritması Şeklindedir. 1) 1000 - 1 - SHA512 2) 1000 - 1 - SHA384 3) 1000 - 1 - SHA256 4) 1000 - 1 - SHA1 5) 1000 - 1 - RIPEMD160 6) 1- 1000 SHA512 7) 1 - 1000 SHA384 8) 1000 - 1 - SHA256 9) 1000 - 1 - SHA1 10) 1000 - 1 - RIPEMD160

Şekil 3.5 incelendiğinde aynı iş yükü için değişken istemci için mesaj sayısı, istemci sayısı bileşiminde en uygun özet algoritması SHA512'dir. Diğer algoritmalarında çalışma sürelerinin benzer olduğu düşünülmesine karşın algoritmanın en güvenli olması nedeniyle seçilmesinde etkili olmuştur. İleride testteki çalışma süresinde belirgin bir fark yaratmayan ama daha güvenli bir özet algoritması geliştirilirse o da algoritma kullanılabilir.



Şekil 3.6 Test Ortamı İçin Özet Algoritması QR Kod Boyut İncelemesi - Örneklem Açıklamaların İçeriği, İstemci Sayısı- İstemci Başına Mesajlaşma Sayısı, QR Kod Boyutu Şeklindedir. 1) 1000 – 1 – 10 2) 10 – 100 – 10 3) 100 – 10 – 10 4) 1 – 1000 – 10 5) 1000 – 1 – 12 6) 10 – 100 – 12 7) 100 – 10 – 12 8) 1 – 1000 – 12 9) 1000 – 1 – 14 10) 10 – 100 – 14 11) 100 – 10 – 14 12) 1 – 1000 – 14 13) 1000 – 1 – 16 14) 10 – 100 – 16 15) 100 – 10 – 16 16) 1 – 1000 – 16

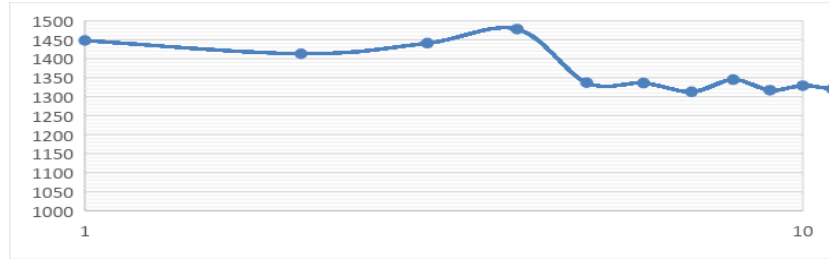
Şekill 3.6 incelendiğinde QR kodlarda boyut büyümesi dezavantaj olmasına rağmen eğer gerekli ise işlemi bölmek yerine tek kod üzerinden iletişim daha avantajlı olacaktır.



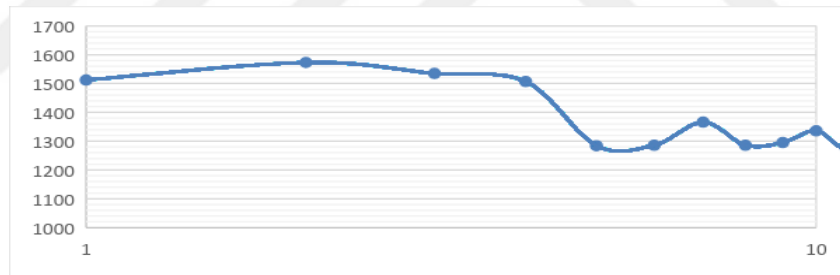
Şekil 3.7 Test Ortamı İçin Resim Katman İlişkisi- Örneklem Açıklamaların İçeriği Resim Katman Sayısı, İstemci Sayısı- İstemci Başına Mesajlaşma Sayısı Şeklindedir. 1) 1 – 1 – 1000 2) 1 – 1000 -1 3) 2 - 1 – 1000 4) 2 – 1000 -1 5) 32 - 1 – 1000 6) 32 – 1000 -1

Şekil 3.7 incelendiğinde resim katman sayısının test ortamındaki verimlilik ile ters ilişki içinde olduğu gözlemlenmiştir. Fakat bu özelliğin belirli zamanlarda mesaj iletişimde kullanılması bunun bir güvenlik mekanizması olarak kullanabileceği durumunun etkilememektedir. Çünkü arada değişik resim katman sayısı kullanılması ve bunu bir parametre olarak iletişimde kullanılması ile karşı taraf bu parametlerle oluşacak QR kodun boyutunun yaklaşık değerini bileceğinden kendisine saldırı olarak gönderilecek yalancı QR kodlar tarafından saldırı

yapılmasını önleyebilecektir. Bu güvenlik kazanımının tek başına bir çözüm olarak değil, yardımcı bir çözüm olarak kullanılması daha uygundur.



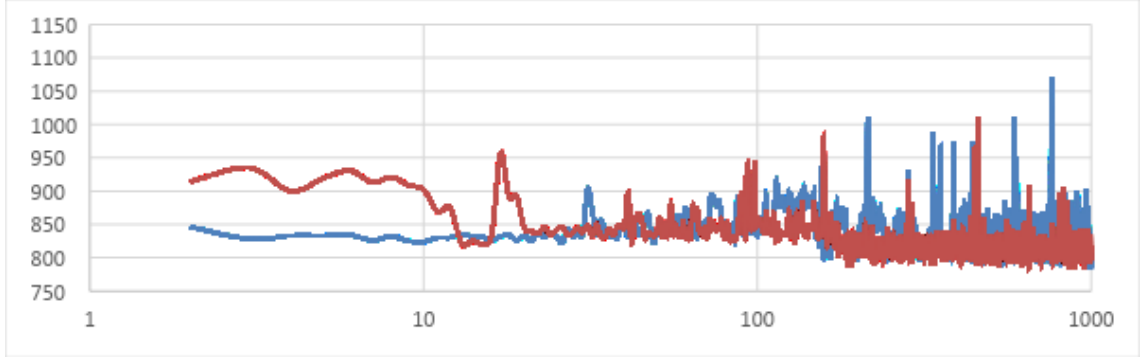
Şekil 3.8 Şifresiz Test Ortamı İçin Metin Boyutu İlişkisi Açıklamaların İçeriği Alt Metnin Uzunluğu, Üst Metnin Uzunluğu, Tekrarlanma Sayılarının Çalışma Süresi Ortalamasıdır. 1) 5 - 5 - 10 2) 5 - 10 - 10 3) 10 - 5 - 10 4) 10 - 10 - 10 5) 5 - 5 - 100 6) 5 - 10 - 100 7) 10 - 5 - 100 8) 10 - 10 - 100 9) 5 - 5 - 1000 10) 5 - 10 - 1000 11) 10 - 5 - 1000 12) 10 - 10 - 1000 13) 5 - 5 - 2000 14) 5 - 10 - 2000 15) 10 - 5 - 2000 16) 10 - 10 - 2000 17) 5 - 5 - 4000 18) 5 - 10 - 4000 19) 10 - 5 - 4000 20) 10 - 10 - 4000



Şekil 3.9 Şifreli (AES128 Şifreleme Algoritması İle) Test Ortamı İçin Metin Boyutu İlişkisi, Açıklamaların İçeriği Alt Metnin Uzunluğu, Üst Metnin Uzunluğu, Tekrarlanma Sayılarının Çalışma Süresi Ortalamasıdır

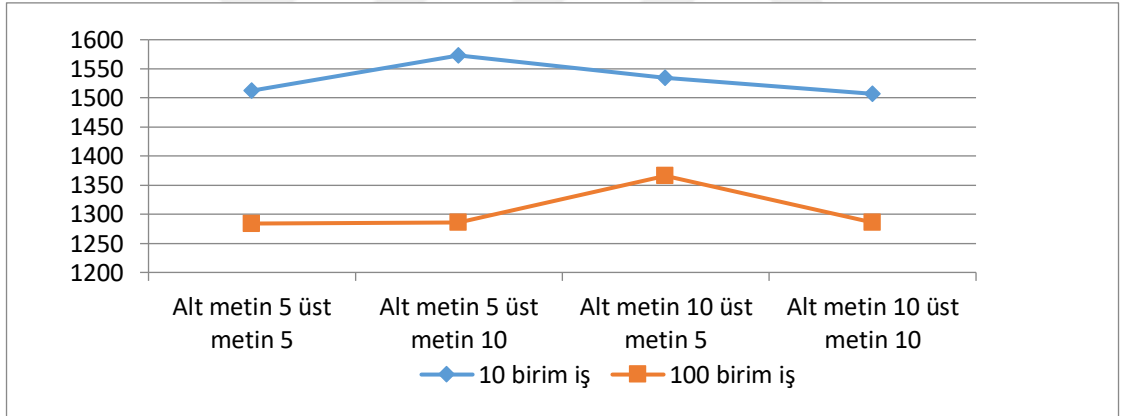
Şekil 3.9'da değerler Şekil 3.8 ile yakındır yani benzerdir.

Test ortamında iletilen bir görüntü olduğundan şifreli ise şifresiz iletişim arasındaki fark, şifreli ortamın avantajları düşünüldüğünde şifreli iletişim avantajlı olarak gözlemlenmemiştir. Yani şifreli ortam tercih edilmelidir. Aynı iş yükü için bir daha istekte bulunabilecek istemcilerin mümkün olduğunca ortamlardan koparılmaması avantajlı olabilir.

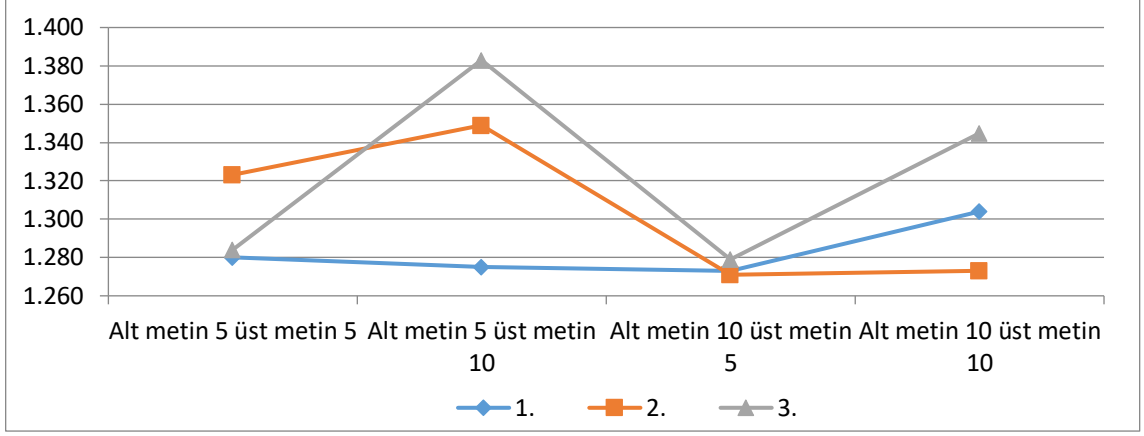


Şekil 3.10 Şifreli Ve Şifresiz Test Ortamı İçin 1000 Kez Mesajlaşmada İlk Mesajlaşma Hariç Diğer Mesajlaşmalar İçin Çalışma Süresi, İşlem Sırası –Kırmızı Şifreli Ortam Değerleri, Mavi Şifresiz Ortam Değerleri

Şekil 3.10 incelendiğinde şifreli ortamın çalışma süresi değişkenliği daha fazladır. Minimum değerler birbirine yakındır. Aynı test adımındaki değerler arasında ki fark yok denecek kadar azdır. Sistemde ki tüm yük dağılımı incelendiğinde bu test ortamı için şifreli iletişim dezavantaj olmayıp, avantaj haline dönüşebilmektedir.



- a. 10 ve 100 Birimlik İş (Birim- Kaç Kez Mesajlaşma Sayısı Olduğunu Gösterir, İstemci Başına Düşen Yük Birim İş ile Orantılı Olup Bu Orantı Sabittir.)



b. 1000 Birimlik İşin Üç Kere Tekrarlanması

Şekil 3.11 Şifreli İletişim Ortamında Üst Metin Ve Alt Metin Uzunlukları İlişkisi

Test ortamında aynı iş birimi için aynı test ortamı tekrarlandığında çalışma süresinde düzensizlik olacaktır. Bu web servislerinde karşılaşılan bir durumdur. Şekil 3.11 a ve b incelendiğinde aynı koşullara sahip test ortamı için alt metin ve üst metin uzunluğunun öneminin olmadığı gözlemlenmiştir. Çalışma sürelerinde ki farklılık sistemin çalışma süresinde ki düzensizlik olduğu düşünülmektedir. Bu durum Şekil 3.11 b ile ispatlanmıştır.

Tüm koşullar incelendiğinde değişkenlerin artırılması dezavantaj gibi görülmesine karşın gerekli olduğu durumlarda veya güvenlik seviyesini arttırmak için işlemleri bölme yerine avantajlı olduğu görülmektedir. Yanlı resim katmanı arttırmanın test ortamının çalışma süresini çok arttırdığı için dezavantajı olarak görülmüştür. Bu değişken kullanılırken sunucunun çok sayıdaki istemci ile iletişime geçtiği durumlarda istemcilerin belirli aralıklarda sınanması için kullanılması uygun görülmüştür.

3.3 Web Servislerinde QR Kod Kullanımı Optimum Parametre Değerlendirme

Test sonuçları değerlendirildiğinde elde edilen uygulama stratejileri şöyledir:

Tablo 3.1 Test Ortamı Değişkeni Ve Uygulama Stratejisi

Test Ortamı Değişkeni	Uygulama Stratejisi
Test ortamı için istemci sayısı iş boyutu ilişkisi	İstemci başına mümkün olduğunca aynı iş yükü için fazla iş verilmelidir.
Test ortamı için özet algoritması ilişkisi	SHA512 algoritması seçilebilir.
Test ortamı için özet algoritması QR kod boyut ilişkisi	Mümkün olduğunca düşük boyutlu QR kod tercih edilmelidir.
Test ortamı için resim katman ilişkisi	Katman sayısının çok seçilmesi durumunda çalışma süresi çok arttığından katman sayısı mümkün olduğu kadar az seçilmedir. Tavsiye edilen iki katmanlı olmasıdır..
Şifresiz test ortamı için metin boyutu ilişkisi açıklamaların içeriği alt metnin uzunluğu, üst metnin uzunluğu	Üst ve alt metnin uzunluğunun çalışma süresi üzerindeki etkisi önemsizdir. Değişken uzunluk seçilmesi özet değerini etkileyeceğinden, bu özellik kullanılabilir.
Şifreli test ortamı için metin boyutu ilişkisi, açıklamaların içeriği alt metnin uzunluğu	Şifresiz ortam ile aynı koşullara sahiptir. Fark olarak şifreli ortamında olmasından kaynaklı bir düzensiz çalışma süresi vardır.

Bölümde işlenen test ortamının literatürdeki diğer çalışmalardan farklılıkları şöyle özetlenebilir. Test edilen ortamda istenilen sayıda ve istenilen uzunlukta şifreleme anahtarı ile kullanılabilir. Bu anahtara, yalancı anahtar veya anahtarlar çeşitli

kombinasyonlar ile iç içe eklenerek iletilecek QR harici bilgi mesajda bulunabilir. İstenilen imzalama algoritması kullanılarak özet mesajlar doğrulanmak için elde edilebilir. Çalışmada genellikle genel ve özel mesajı özetlenmesi tavsiye edilmiştir. İstenilen sayıda katmanlı QR kod ile iletim yapılabilir. Katman sayısı ekstra mesajda parametre olarak kullanılabilir. İstenilen boyutlu QR kod kullanımına uygundur. Ama gönderilecek mesajı barındırabilecek en küçük boyutun seçilmesi tavsiye edilmektedir. Bu özellikler sayesinde uygulamaların belirli gruba yönelik, kullanıcıya özel olarak veya ekstra güvenlik özellikleri seçilebilecektir.



İKİ KATMANLI QR KOD TASARIMI VE MAKİNE ÖĞRENMESİ ALGORİTMALARI İLE TESPİTİ

Bu bölümde QR kod içerisinde kodun içerdiği değeri bozulmadan QR kod gizleme mekanizması gerçekleştirilmesi ve bu QR kodun makine öğrenmesi algortimaları tespiti amaçlanmaktadır. Yapılan testler sonucunda özellik oluşturma yönteminde küresel özelliklerin yöntemlerinden histogram yoğunluk değerlerinin yönteminin uygun olduğu gözlemlenmiştir. Başarım oranı yaklaşık % 99.98 gözlemlenmiştir. Çalışmada ikinci amaç bu sisteme kendini iki katmanlı QR kod gibi göstermeye çalışan tek katmanlı QR kodların çeşitli yöntemlerle benzetimi amaçlanmıştır. Bu benzetme çalışması sonucu başarımlar farklı sınıflandırma algoritmaları ile test edilmiştir. Burada da derin öğrenmenin sınıflandırma algoritması kullanıldığı durumda bir durum hariç genelde %90 ve üzeri ve başarımların oranı hesaplanmıştır.

4.1 İki Katmanlı QR Kod Özellikleri

QR kod bir verinin karşı tarafa tam ve eksiksiz bir biçimde iletilmesini sağlayan iki boyutlu bir barkot türüdür. Bu kod türü standart haline getirildiğinden kodun içeriği tüm ortam ve cihazlarda aynıdır. Yani veri iletmek isten taraf kodun kapasitesi dahilinde verinin değeriyle QR kod oluşturup, karşı tarafa bu kodu kodu iletir. Alıcı tarafta bu kodun barındırdığı degree yani veriye erişmiş olur. Alıcı bu kodu ya tam, eksiksiz ve her aynı koddan aynı değer elde edecek şekilde edinir ya da içeriğini elde edemez.

QR kod genellikle beyaz fon üzerine siyah desenlerden oluşturulur. Fakat bu zorunlu değildir. Kod belli oranda orijinalliği bozulsa bile kodun parametrelerine göre değişen oranlarda değerini koruyabilmesi sebebiyle farklı fon ve desen renkleriyle de kullanılabilmesi söz konusudur. Belge doğrulama [82], web site tanıtımında link bilgisi göndermek [83], reklam bilgisi vermek gibi birçok kullanım alanları bulunmaktadır.

QR kodların standart olarak versiyon, ölçek, kod modu, hata düzeltme seviyesi olarak dört ölçeklendirme parametresine sahiptir. Parametre değerlerinin etkisi incelenirken sadece ilgili parametrenin değeri değiştirilip diğer parametre değerleri sabit (varsayılan) olarak incelenmiştir. Bu kısımda incelenecek tüm QR kodların içerdiği değer “yıldız” değeridir.

Versiyon=1	Versiyon=2	Versiyon=3
		

Şekil 4.1 QR Kodların Aynı İçerik Farklı Versiyonla Görünümleri

Version parametresinin değeri 1’den 40’a kadar değer alabilmektedir Şekil 4.1’de görüldüğü gibi QR kodun versiyon değeri büyüdükçe kodun standart büyüklük ve genişlik değeri artmaktadır. Sabit içerik için olabilecek en küçük versiyonu kullanmak verimlilik için daha iyidir. Çünkü büyük versiyon numaralı QR kodların boyutları arttığından iletim süresi artmaktadır.

Ölçek=1	Ölçek=2	Ölçek=3
		

Şekil 4.2 QR Kodların Aynı İçerik Farklı Ölçekle Görünümleri

Ölçek parametresinin etkisi Şekil 4.2’de görülmektedir. Ölçek değerinin katkısı QR kodun versiyon parametresi gibi daha büyük görünmesini sağlar. Farkları ölçekte kapasite artmaz ve kodun şeklinde herhangi bir değişiklik olmayıp aynı kod daha büyük gösterilir. Versiyonda ise kodun yapısı değiştirilerek içerebileceği değer karakter uzunluğu artar.

Alfa Sayısal	Bayt	Sayısal
		

Şekil 4.3 QR Kodların Aynı İçerik Farklı Kod Modu Görünümleri

Farklı kod modu parametresi etkisi Şekil 4.3’de gözlemlenmiştir. Fark olarak QR kodların boyutsal farklılığı olmayıp sadece farklı bir QR kod gibi görünmesidir. Bu durum bazı QR kod okuyucular tarafından farklı değer elde edilmesine sebep olabilmektedir. Bu durumu önlemek için okuyucuların varsayılan olarak daha çok kullandığı Alfa Sayısal modun kullanımının daha iyi olduğu düşünülmektedir.

H	L	M	Q
			

Şekil 4.4 QR Kodların Aynı İçerik Farklı Hata Düzeltme Seviyesi Görünümleri

Farklı hata düzeltme seviyesi parametresi etkisi Şekil 4.4’de gözlemlenmiştir. Burada da önceki parametredeki gibi sadece farklı bir QR kod gibi görünüm etkisi olup boyutsal farklılık yoktur. Bunun nedeni bilginin yanındaki parametre şekli değiştiğinde bilgiye eklenecek düzeltme bilgisi sayesinde QR kod oluşturulunca oluşturulacak QR kodun bilgisi farklı olmasıdır. “H” değeri ile en yüksek düzeltilebilecek seviye “L” değeri ile en az düzeltilebilecek seviye değeridir. QR kodların desenleri farklı görünsede okucudan elde edilecek değer aynıdır. (Hata Düzeltme Seviyesi yüzdesel olarak yaklaşık: H = 30, Q = 25, M = 15, L = 7’dir.)

Günümüzde bilgi gizleme mekanizmalarının kullanım alanı ve oranı artmaktadır. Bu ortamlara örnek olabilecek durumlardan biriside QR kodların içerisine QR kod gizlemektir. Bu QR kodlara iki katlı veya iki katmanlı QR kod olarak adlandırılmaktadır. Genel olarak İki katmanın üst katmanı ile açık bilgi gizli

katmanı ile gizli bilgi taşınması amaçlanmaktadır. Bu amaçlardan biriside belgenin doğru kuruluştan ve kişiden gönderilip gönderilmediğinin kontrol edilmesi yani kuruluş ve kişi doğrulamaya yardımcı olarak kullanılmasını sağlamaktır. Yani daha genel ifade ile iki katmanlı QR kod normal bir QR kod başka bir QR kodun çeşitli algoritmalarla gizlenmesinden oluşan bir QR koddur. Bu İki katmandan üst katmandaki QR koda herkese açık bilgi içeren QR kod bulunur ki bu katmandaki kod genel (public) olarak adlandırılır. Alt katmandaki QR kod ise standart QR kod okuyucu tarayıcı tarafından içeriğine erişilmek istenmeyen QR kod katmanıdır. Bu katmana gizli (private) katman denir. Gizli katmanda ki bilgi doğrulama kodu , gizli mesaj gibi herkes tarafından elde edilmemesi gereken bilgiler içerir.

Tek Katmanlı	Gizli Katman	İki Katmanlı	Dönüşüm Katmanı
			
Değer: “0”	Değer: “180”	Değer: “0”	Değer: “180”

Şekil 4.5 Veri Seti İçin İki Katmanlı QR Kod Oluşturulma Örneği

Şekil 4.5’de iki katmanlı QR kod örneği gösterilmiştir. İki katmanlı QR kodun değeri açık katman kodun değeri ile aynıdır. Dönüşüm görüntü ise iki katmanlı QR kodun içerdiği QR kodu göstermektedir ki ikisinin değeri de aynıdır. Normalde QR kodlar beyaz fon üzerinde olurlar ama burada gri fon üzerindedir. Bu durum herhangi bir sorun teşkil etmemektedir. Bunun sebebi sadece alttaki QR kod giri tonludur olduğu ve bu durumun QR kodun değerinin okunması için sorun teşkil etmemesidir..

Oluşturulan iki katmanlı QR kodların oluşturulma mantığı şöyledir.

1. Gizli ve genel katmanı oluşturacak QR kodlar ilgili veri seti kurallarına göre yani ölçek ve versiyon parametrelerinin değişken veya sabit olması durumuna göre dört adet veri seti olarak oluşturulur.

2. İki katmandaki QR kodların resim olarak yükseklik ve genişlik boyutu eşit değilse alt katmandaki QR kodun boyutları üst kısımdaki QR kodun boyutlarında eşitlenir.
3. Gizli bit değeri belirlenir. Test işlemlerinde bu değer 1 olarak belirlenmiştir. Kaydırma bit değeri hesaplanır. Kaydırma bit değeri 8 den gizli bit değeri çıkarılarak bulunur. Testte bu değer 7 olarak kullanılmıştır.
4. Görünür ve gizli maske değerleri hesaplanır. Görünür maske değer olarak 0XFF değeri ile gizli bit değeri kadar yani 1 bit sola; gizli maske değeri ise 0XFF değerinin kaydırma bit değeri kadar yani 7 bit sağ kaydırılmasıyla bulunur.
5. Bu kısımdaki işlemler genel QR resim olarak yükseklik ve genişlik boyutu kadar tekrarlanır.
 - Görünür ve gizli resmin ilgili biti okunur.
 - İlgili pikselin kırmızı, yeşil ve mavi kanalı için ardaşık olarak şu işlem gerçekleşir.
1. Görünür bit değerinin ilgili kanal değeri, görünür maske değeri ile ve (and) işlemine tabi tutulur.
2. Gizli bit değerinin ilgili kanal değeri kaydırma biti kadar sağa kaydırma işlemi ve bu değerle gizli maske ve işlemine tabi tutulur.
3. Son olarak bulunan değer önceki bulunan değerler ile toplanır.

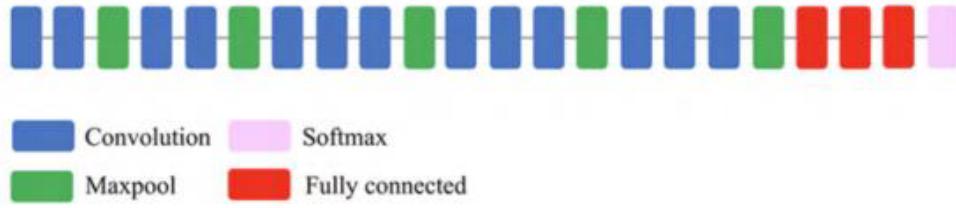
Veriler temelde yapısal ve yapısal olmayan veri türü olarak iki kısma ayrılır. Yapısal olmayan veriler genel olarak özelliklere sahip olmayan resim, ses, metin gibi verilerdir. Veri mandeciliğinde sınıflandırma işlemleri yapısal veriler üzerinden uygulanabildiğinde, yapısal olmayan verilerle çalışıldığında uygulanması gereken ilk adım veri türünü yapısal veri türüne yani özelliklere sahip veri türüne dönüştürülmesidir.

Resim veri türü yapısal veri türüne dönüştürmenin çeşitli yöntemleri bulunmaktadır. Bunun için temel olarak evreşimli sinir ağları (CNN) , küresel ve yerel özellik çıkarma yöntemleri gibi yöntemler kullanılmaktadır. CNN yöntemi günümüzde kullanımı daha modern bir yöntem olması nedeniyle giderek atmaktadır. Tezde özellik çıkarma yöntemleri olarak hazır Keras CNN modellerinden olan VGG16 ve Xception modelleri ve küresel özellik çıkarma yöntemi olan histogram yoğunluk özellik yöntemleri kullanılmıştır.

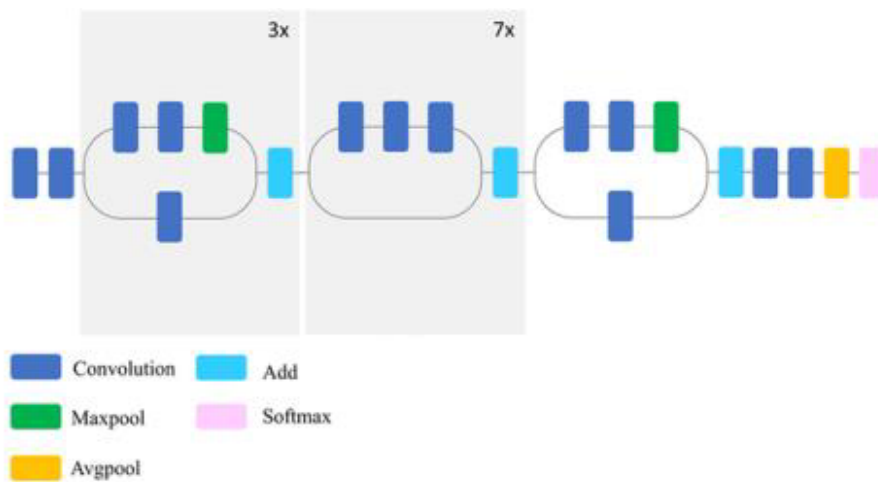
CNN yöntemlerinde temel amaç incelenen resimler üzerinde çeşitli filtreler sayesinde değerler elde edip bu değerlerin özellik olarak kullanılmasıdır. Bunun yanında resimde ki bazı piksellerin rastgele kullanılmaması gibi katmanlarda

bulunmaktadır. Test işleminde katmanların belirlenmesi kısmı ile ilgilenilmemiş hazır olan modeller transfer edilerek ve o modeldeki katmanlar resimlere uygulanarak özellikler elde edilmiştir.

VGG16 ve Xception gibi modeller Keras kütüphanesinde hazır olup özellikle belirlenmesi için transfer edilen modeller oldukları için bu işlem transfer öğrenmesi olarak adlandırılmaktadır (Şekil 4.6, Şekil 4.7). VGG16 modeli ilk olarak resim renkli (3 katmanlı) olarak piksel değerlerini giriş olarak kabul eder. 3 kanal içinde 3x3'lük konvolüsyon işlemlerini sırasıyla 64, 128, 256 ve 2 kere 512 yaparken araya hep 3*3'lük maksimum havuzlama katmanlı (filtrenin ilgilendiği bölgenin sadece en yüksek piksel değerine sahip değerin alınması) katmanları alıp, çıkışta 'softmax' fonksiyonu ile değer elde edilmesini amaçlayan bir modeldir. Xception modeli ise yine çeşitli katmanlar üzerinde fakat arada bazı katman değerleri geri döndürülerek işlemler yapılmasına karşın burada işlemler 3 renk kanalı üzerinden değil bir renk kanalı üzerinden yapılmaktadır.



Şekil 4.6 VGG16 Modeli Mimarisi [84]



Şekil 4.7 Xception Modeli Mimarisi [84]

Histogram yoğunluk özellik çıkarımı yönteminde ise resimlerin gri ölçek hallerinde ki histogram yoğunluk değeri özellik olarak kullanılmaktadır. Özellik olarak her gri tona sahip piksel sayılarının toplam piksel sayısına oranı değer olarak kullanılmaktadır. Bu yöntemle her resmin 256 adet özelliği bulunmaktadır (Şekil 4.8).

	248	249	250	251	252	253	254	255
0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.000000	0.496329
1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.000000	0.514395
2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.000000	0.493439
3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.000000	0.503555
4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.000000	0.496329

Şekil 4.8 Histogram Yoğunluk Özellik Çıkarım Veri Seti Örneği

Sınıflandırma işlemi kategorik verilerin hangi kategoriye ait olduklarının doğru olarak tahmin edilebilmesi amaçlayan işlemdir.

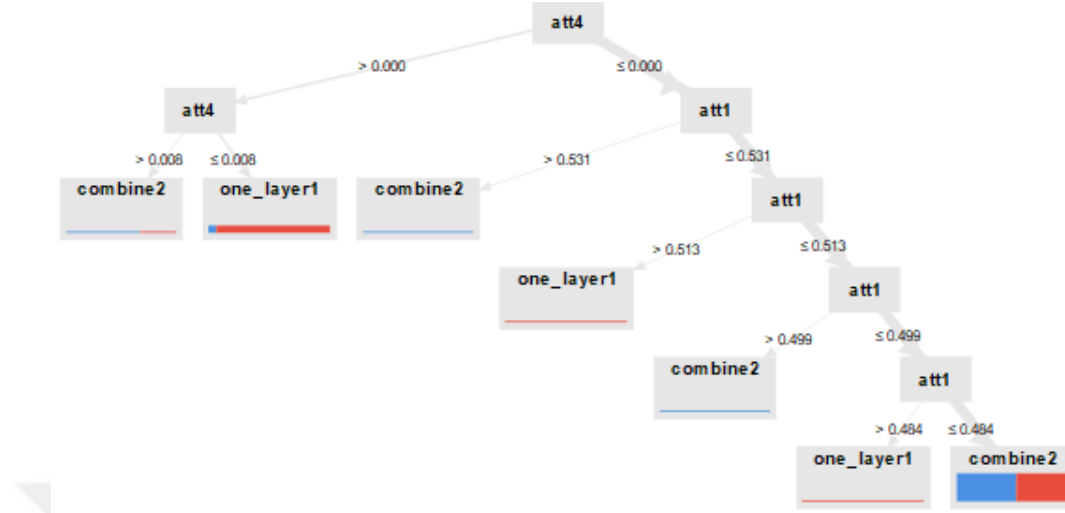
Lojistik Regresyon (LR), yapısal olarak doğrusal regresyona benzeyen bir algoritmadır. Doğrusal regresyon bu eğri için bir doğru kullanırken, LR sınıfların ayrılmasında daha yumuşak eğri çizilmesini burada logit fonksiyon eğrisi (S şeklinde) ile yapmayı amaçlamaktadır. Model olarak bir denklem üretilmektedir (Şekil 4.9). Bu sayede oluşturulan model farklı bir ortamda model transferi olarak veya transfer olamadan kodlara iletilmesinin diğer algoritmalara oranla daha hızlı entegre edilebilmektedir

Attribute	Coefficient	Std. Coefficient	Std. Error	z-Value	p-Value
att1	-0.872	-0.092	0.527	-1.653	0.098
att2	-3646.506	-3.248	1013.465	-3.598	0.000
att3	7462.014	5.998	2659.748	2.806	0.005
att4	-2662.217	-2.098	1619.117	-1.644	0.100
Intercept	0.074	0.283	0.062	1.198	0.231

Şekil 4.9 Lojistik Resgresyon Model Örneği

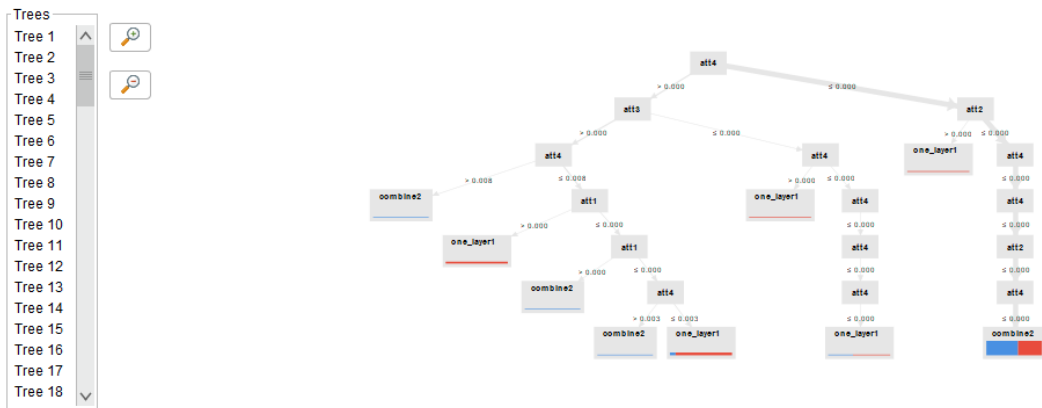
Karar Ağacı (DT) sınıflama, özellik ve sınıfa göre karar düğümleri ve yaprak düğümlerinden oluşan ağaç yapısı formunda bir model oluşturan bir sınıflandırma yöntemidir [85]. Bu algoritmanın en önemli avantajı oluşturulan modelin tek bir ağaç modeli ile gösterilmesidir. Oluşturulan model ağaç şeklinde ifade edilemekte ve test işleminde ilgili ağaç düğümleri takip edilerek test edilen verinin hangi

sınıfa ait olduğu belirlenir (Şekil 4.10). LR'de olduğu gibi oluşturulan modelin farklı bir sistemde uygulanması kolay olan bir sınıflandırma algoritmasıdır.



Şekil 4.10 Karar Ağacı Model Örneği

Rastgele Orman (RF) oluşturdukları modeller olarak diğer algoritmalarla karşılaştırıldığında en çok DT algoritmasına benzemektedir. Aralarında ki fark oluşturulan model tek ağaç ile değil çoklu ağaç ile gösterilmektedir (Şekil 4.11). Özellikle tek ağaç ile oluşturulan model yeterli olmadığında tercih edilen bir algoritmadır. Bu sayede modelde içermesi gereken detaylar bu algoritma ile betimlenebilir.



Şekil 4.11 Rastgele Orman Model Örneği

Derin Öğrenme (DL) algoritması diğer algoritmalarla göre test yapılan bilgisayarların işlem güçleri artması sebebiyle daha modern olarak görülmektedir. En kısa tamını gizli katman içeren yapay sinir ağıdır. Gücünde bu gizli katmanların istenilen sayıda ve istenilen nöronlara sahip yapı

olabilmesinden kaynaklanmaktadır. Bu sayede çok karmaşık sınıflandırma problemlerinde kullanabilmesine olanak sağlamıştır.

Sınıflandırma işleminde sınıflandırma sonucunun ölçülmesinde çeşitli parametreler bulunmaktadır. Bunlardan en geneli doğruluk değeridir. Doğruluk değeri sınıfı doğru tahmin edilen örneklerin toplam örnek sayısına bölünmesidir. Tezde incelenen sınıfların örnek sayıları eşit olduğu için başka bir değerlendirme ölçütü kullanılmamıştır. Doğruluk değerinin daha yüksek çıkması sınıfın başarısını arttırmada tek ölçüt olarak kullanılmıştır.

4.2 İki Katmanlı QR Kod Sınıflandırma İşlemi

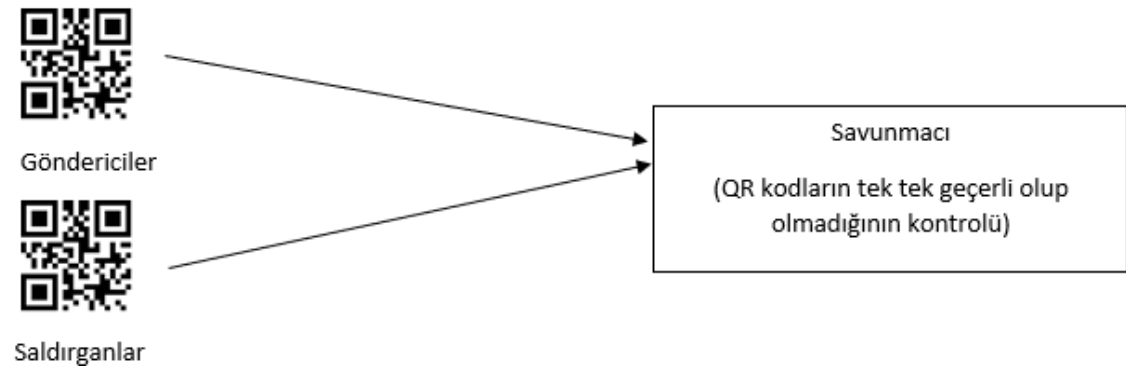
Bu bölümde test ortamının oluşturulması adımlarından bahsedilmiştir. Adımlar genel olarak şu şekildedir:

- 1. İncelenecek ana veri setlerin oluşturulması:** Bu adım için dört ana veri seti oluşturulmuştur. Oluşturulan ana veri setlerinin özellikleri şunlardır: 1 - versiyon ve ölçek değerleri aynı olan, 2- aynı versiyon değerine sahip fakat ölçek değerleri farklı olan, 3 – farklı versiyon değerlerine sahip fakat ölçek değerleri aynı olan ve 4 – farklı versiyon ve ölçek değerlerine sahip QR kodlarla oluşturulan veri setleridir. QR kodların değerleri de seçilen ilgili koşulda ki versiyon değerine göre artan uzunlukta olan rastgele kelimelerden oluşmuştur. Aynı değer olarak beş değeri, farklı değer olarak ise bir ile on değeri arasında rastgele bir değer kullanılmıştır. Tüm ana veri setlerinde QR kodların diğer özellikler çalışılan kütüphanenin varsayılan değerleri kullanılmıştır. Oluşturulan her veri setinde tek ve çift katmanlı QR kod olmak üzere iki sınıf bulunmaktadır. Her sınıf elli bin adet resim ile temsil edilmiştir. Oluşturulan tüm QR kodların hem tüm sınıflarda ki içerik değerleri kontrol edilerek hem de çift katmanlı QR kodlarda hem üst ve alt QR kodların geçerli QR kod olup olmadıkları test edilmiştir.
- 2. Test edilecek resimlerden özellik çıkarımı:** Bu adım için VGG, Xception gibi hazır Keras modelleri ve histogram yoğunluk özellik seçimi yöntemleri uygulanmıştır.
- 3. Her ana veri setinin eğitim ve test (ve geçerleme) olarak bölünmesi:** CNN yönteminde %60 eğitim, %20 test ve %20 geçerleme olarak bölünmüştür. Histogram özellik belirleme yönteminde ise her ana veri setinde eğitim ve test seti %70 ve %30 oranında bölünmüştür.

4. Sınıflandırma işlemlerinin uygulanması: Sınıflandırma işleminde CNN ile özellik belirlene yönteminde derin öğrenme sınıflandırma algoritması uygulanmıştır. Derin öğrenmede katman sayıları 512'lik 3 katman olarak uygulanmıştır. CNN yönlü sınıflandırma işleminde Keras kütüphanesi kullanılmıştır. Histogram özellik belirli yöntemiyle ise LR, DT, RF, DL sınıflandırma algoritmaları kullanılmıştır.

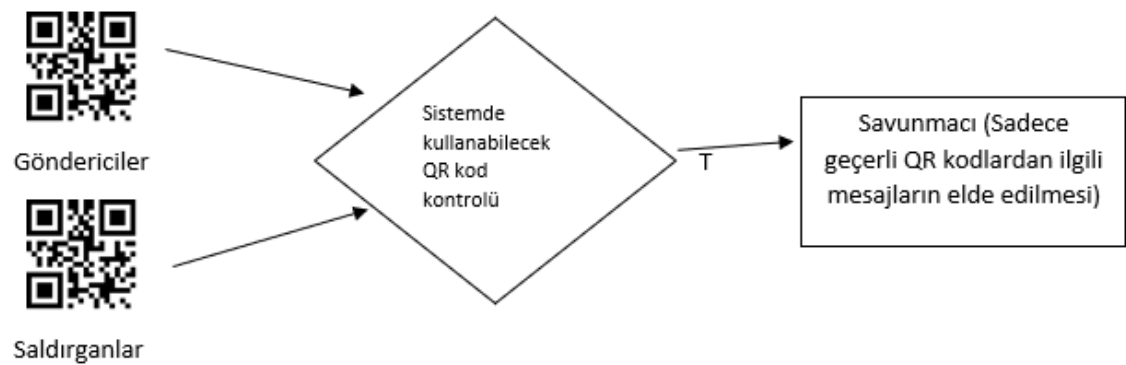
5. Sınıflandırma işlemlerinin değerlendirilmesi: Değerlendirme kriterleri olarak doğruluk değeri ve karmaşıklık matrisi kullanılmıştır.

Tezde saldırgan ve savunmacı açısından ilk adımda şöyle bir senaryo oluşturulmuştur. İletişimin güvenliksiz (şifresiz) ortamda gerçekleştiği varsayılmıştır. İlk olarak sistemin herhangi bir sınıflandırma işlemi uygulamadan iki katlı QR kod ile iletişim yapmayı hedeflediği düşünülmüştür. Bu durumda savunmacı kendisine gönderilen her QR kodun ile olarak sistemin kullanıp kullanamayacağı bir QR kod türümü olduğunu bakmadan hepsine sanki iki katmanlı QR kod olarak ele alıp hepsinin içeriğine erişmek istemiştir. Ancak bu durum saldırgan tarafından gönderilen QR kodlar sistemin yavaşlamasına neden olmaktadır (Şekil 4.12).



Şekil 4.12 İlk Durum İçin Başlangıç Durumu

Daha sonra savunmacı sistemin kullanabileceği QR kod kontrolünün sınıflandırma işlemi ile yapılmasını amaçlamaktadır. Çünkü bu sayede her QR kod içeriğine değil sadece kontrolcü tarafından onaylanan QR kodların içeriğine erişilecektir. Bu sayede savunmacının iş yükü azaltılmak istenmektedir (Şekil 4.13).



Şekil 4.13 İlk Durum İçin Sınıflandırma İşlemi Sonrası İçin Durumu

4.3 Sınıflandırma İşlemi Sonuçları

Bu bölümde ilk olarak CNN yöntemi ile sınıflandırma sonuçları, ikinci olarakda histogram özellik yöntemi ile sınıflandırma sonuçları incelenmiştir. Tablolardaki sonuçlar doğruluk değerlerinin yüzdesel gösterimidir.

Tablo 4.1 CNN Yöntemi Sınıflandırma Doğruluk Yüzdeleri Sonuçları

Veri Seti Türü \ Model	VGG16	Xception
1	50.00	50.00
2	50.02	49.69
3	49.74	50.00
4	50.00	50.12

Tablo 4.1 incelendiğinde sınıflandırma işleminin başarısız olduğu gözlemlenmiştir. Çünkü gözlemlenen yaklaşık %50 doğruluk değerleri incelenen sınıfların örneklem sayıları eşit olduğundan öğrenme işlemi olmadan da gözlemlenecek bir değerdir . Bu sebeple CNN modellerinin kullanılması sistem açısından uygun görülmemektedir. Modellerin başarısız olaması sebebinin CNN modellerinin kenar ve köşe bulma filtrelerinin kullanması ve incelenen sınıflarda bu farkın bulunmamasıdır.

Tablo 4.2 Histogram Yoğunluk Özellik Yöntemi Sınıflandırma Doğruluk Yüzdeleri Sonuçları

VS - SA	LR	DT	RF	DL
1	99.98	99.98	99.98	99.98
2	99.29	99.98	99.98	99.98
3	99.98	99.99	99.99	99.98

VS - SA	LR	DT	RF	DL
4	99.99	99.99	99.99	99.99

Tablo 4.2 ilk incelendiğinde öğrenme başarılı bir şekilde gerçekleştirilmiştir. Yani savunmacı bu durumda bu koşul için işlemini tamamlamış farklı özelliklere sahip veya aynı özelliklere sahip QR kodlar için sistemin farklı sınıflandırma algoritmasını kullanabilecektir. Aynı durum saldırgan açısından ise sistemin başarısını düşürmek için yeni QR kodlar üretme yoluna gidilmiştir. Oluşturulan ana ve alt veri setlerinin türleri önceki kısımda açıklamıştır.

Tablolar saldırgan ve savunmacı için incelendiğinde saldırgan histogram yoğunluk özellik çıkarımı yöntemi ile başarılı olmuştur. Yani tüm veri setlerinde iletilen kod orjinal (tek katmanlı) QR kod olup olmadığı anlamaktadır.

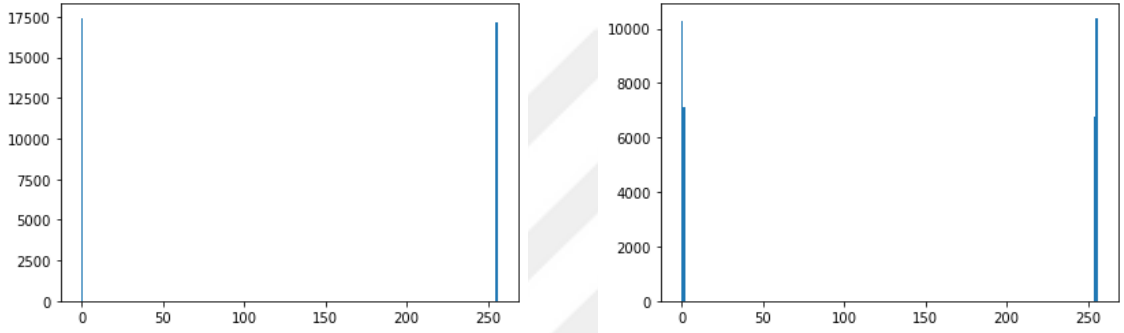
4.4 İki Katmanlı QR Kod Sınıflandırma İşlemi Özeti

Bu bölümde savunmacı sistemi savunmak isteyen sunucu iyi niyetli , saldırgan ise kötü niyetli istemcidir ve şu ana kadar ki durumun özeti şu adımlardan oluşmaktadır..

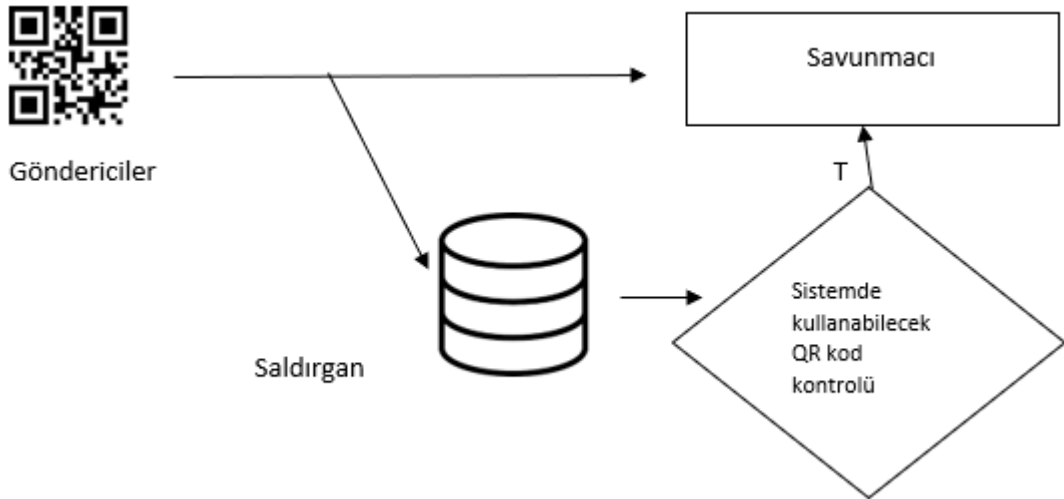
1. Savunmacı ilk olarak sistemde kullanacağı QR kodların özelliklerini belirler. Bu durum test işlemlerinde dört farklı durum ile test edilmiştir.
2. Savunmacı kendisine gelen QR kodların iki katmanlı olup olmadığının kontrolünü makine öğrenmesi sınıflandırma algoritmaları ile yapmak istemektedir. Veri setinde özellik belirlemek için iki temel yöntem kullanmıştır. Bu iki yöntem şudur:
 - a. **CNN Özellik Çıkarma Yöntemi:** Bu yöntem kullanıldığında doğruluk değeri %50 civarı olmuştur. Bu sebeple savunmacı bu yöntemi verimsizliği sebebiyle kullanılamamıştır.
 - b. **Histogram Yoğunluk Özellik Çıkarımı:** Bu yöntem kullanıldığında doğruluk değeri %99 ve üzeri elde edilmiştir. Sınıflandırma işleminde test edilen algoritmalarından herhangi biri genel olarak (2. veri setinde LR sınıflandırma durumu hariç) kullanılabilir. Bu durum sonucunda elde edilen bilgiler şöyledir: istemciler iletmek istedikleri QR kodlar ile olarak ön kontrol program tarafından kontrol edilmektedir. Program onay verdiği (T durumu) durumda ilgili QR kod içeriğinin elde edilmesi için sunucuya gönderilmiştir (Şekil 4.13).

4.5 Saldırgan Tarafından Sınıflandırma İşlemine Karşı İki Katmanlı QR Koda Benzeyen Tek Katmanlı QR Kod Üretme İşlemi Ve Sonuçları

Saldırgan önceki bölümde iletimde kullanılan QR kodun özel olarak üretilmiş bir QR kod olduğunu anlamıştır. Saldırgan sonraki aşama olarak orjinal ve sistemin QR kodların histogram yoğunluk değerlerini incelenmiştir (Şekil 4.14). Tek katmanlıların sadece 0. ve 255. gri yoğunluk değerine sahip olduğu, iki katmanlıların ise 0., 1. ve 254., 255. gri yoğunluk değerine sahip olduğunu belirlemiştir.

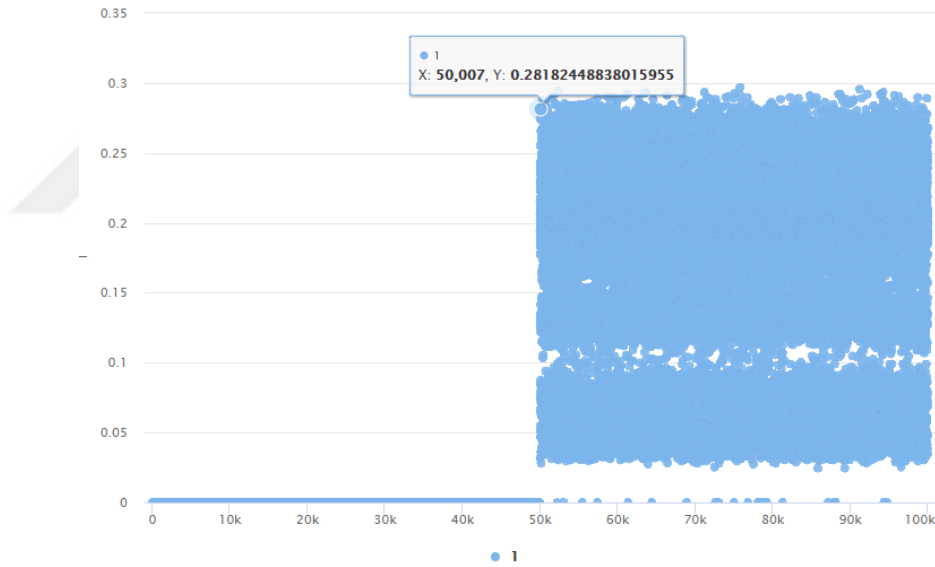


Şekil 4.14 Tek Katmanlı (Sol) Ve İki Katmanlı QR (Sağ) Kod Histogram Grafiği
Örneği

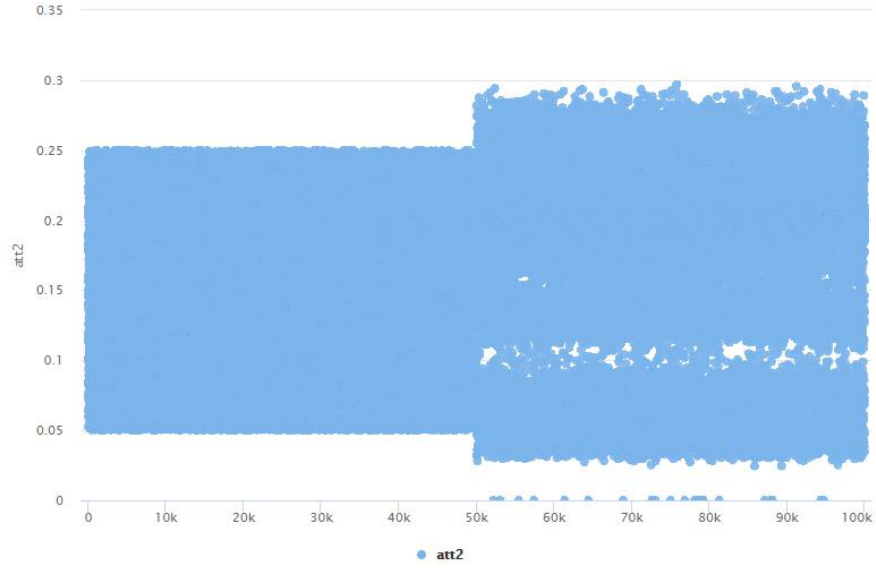


Şekil 4.15 İkinci Durum İçin Başlangıç Durumu

Saldırgan sonraki adımda kendisi sistemin kullandığı türe yakın türde QR kodlar üretmek istemektedir (Şekil 4.15). Bunun için ilk olarak ana dört veri seti için QR kodları 1. ve 256. gri seviyelerine sahip olması için üretilecek QR kod stratejileri belirlenmiştir. Bu adım için ilk önce örnek olarak sistemin kullandığı QR kodların 4.16’teki gibi gri seviyelerinin yoğunlukların dağılımı incelenmiştir. Tablo 4.3 – Tablo 4.6 tablolarında olduğu gibi saldırgan inceleme parametresi olarak yoğunluk değerlerinin aritmetik ortalaması, minimum değeri, maksimum değeri, standart sapma ve görsel sınır değeri kullanılmıştır. Görsel sınır değeri ile değerlerin en yoğun gözlemlendiği sınırlar gözlem değeri olarak belirlenmiştir. Örnek olarak bu durum Şekil 4.13’de 0.05 ve 0.25 olarak belirlenmiştir. Parametre belirlene süreci tüm ana veri setleri için o setlere özgü olarak belirlenmiştir. Bu adımda ana amaç üretilecek sahte sistem QR kodların histogram yoğunluk değerlerinin başarılı bir şekilde taklit edilerek üretilmesidir (Şekil 4.17).



Şekil 4.16 İlk Veri Seti İçin Birinci Gri Seviyesi Yoğunluk Grafiği (Sol Tek Katman, Sağ İki Katman)



Şekil 4.17 İlk Veri Seti v5 İçin Birinci Gri Seviyesi Yoğunluk Grafiği (Sol Tek Katman, Sağ İki Katman)

Tablo 4.3 Aynı Versiyon Ve Aynı Ölçekli Veri Seti İçin Yoğunluk Özellikleri

Piksel \ Özellik	Ortalama	Minimum	Maksimum	Standart sapma	Görsel sınır
0	0.312208	0.198722	0.512897	0.052389	0.25 - 0.45
1	0.184821	0	0.296999	0.053299	0.05 – 0.25
254	0.184841	0	0.296277	0.053333	0.05 – 0.25
255	0.318249	0.203665	0.520175	0.054280	0.25 - 0.45

Tablo 4.4 Aynı Versiyon Ama Değişken Ölçekli Veri Seti İçin Yoğunluk Özellikleri

Piksel \ Özellik	Ortalama	Minimum	Maksimum	Standart sapma	Görsel sınır
0	0.265815	0.181610	0.518077	0.033734	0.25 – 0.35

Piksel \ Özellik	Ortalama	Minimum	Maksimum	Standart sapma	Görsel sınır
1	0.235511	0	0.316227	0.033602	0.15 – 0.25
254	0.235344	0	0.319054	0.033653	0.15 – 0.25
255	0.263327	0.190058	0.523066	0.033527	0.25 – 0.35

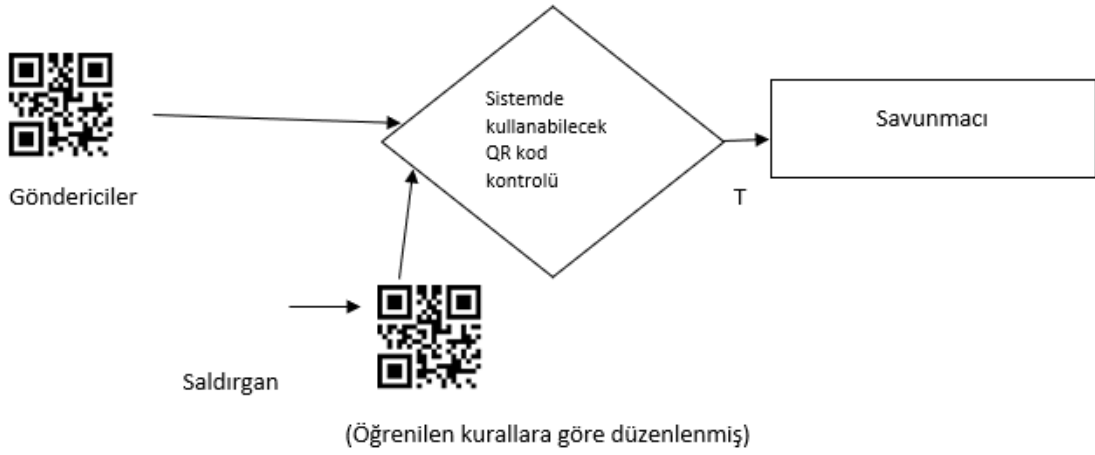
Tablo 4.5 Değişken Versiyon Ama Aynı Ölçekli Veri Seti İçin Yoğunluk Özellikleri

Piksel \ Özellik	Ortalama	Minimum	Maksimum	Standart sapma	Görsel sınır
0	0.305911	0.201444	0.502225	0.0479778	0.25 – 0.4
1	0.191927	0	0.295670	0.048967	0.05 – 0.25
254	0.191142	0	0.295842	0.048614	0.05 – 0.25
255	0.311019	0.19621	0.520778	0.049644	0.25 – 0.4

Tablo 4.6 Değişken Versiyon Ve Değişken Ölçekli Veri Seti İçin Yoğunluk Özellikleri

Piksel \ Özellik	Ortalama	Minimum	Maksimum	Standart sapma	Görsel sınır
0	0.303148	0.198030	0.498496	0.048327	0.25 – 0.40
1	0.195005	0	0.303811	0.049393	0.05 – 0.25
254	0.194225	0	0.300047	0.049228	0.05 – 0.25
255	0.307620	0.198639	0.521137	0.050359	0.25 – 0.40

Saldırgan sonraki adımda yukardaki parametrelere uygun olarak kendisine iletimde fark edilmeyecek türde tek katmanlı ama çift katmanlı gibi algılanabilecek QR kodları üretmek istemiştir (Şekil 4.18). Üretilen QR kodların sayısı her sınıf için önceki bölümle aynıdır. Saldırganın oluşturacağı veri setleri beş adettir. Bu veri setlerinin tanımları şöyledir: Açıklamada ilk özelliğin değerinin nasıl ilk iki özelliğe değer olarak aktarılması anlatılmış. Aynı işlem son özelliğin son iki özelliğe değer aktarımı içinde yapılmıştır.



Şekil 4.18 İkinci Durum İçin İncelenen Durum

v2 : İlk özelliğin değeri ilk iki özelliğe rastgele olarak dağıtılmıştır.

v3: İlk özellik değeri; ilk ve ikinci özelliğe ikinci özellik maksimum ortalama değerine kadar rastgele dağıtılmıştır. Ortalama değer aşıldığında kalan değer birinci özelliğe aktarılmıştır.

v4: v3'den farkı olarak ortalama yerine minimum ve maksimum değerleri kullanılmıştır. Bu değerler arasından rastgele seçilen değer, değer dağıtımında maksimum dağıtma değeri olarak kullanılır.

v5: v4'ten olarak farklı maksimum ve minimum değer ayarlanmasında hassas davranılmayıp, bu değerler daha yuvarlanarak belirlenmiştir. Örnek olarak 0.27954 değeri 0.25'e çekilmiştir (Şekil 4.17'deki durum gibi). Bu değer belirlenirken değerlerin dağılımı incelenmiş değerlerin kümелendiği alanın maksimum ve minimum değerleri seçilmiştir. Bu sayede görülme sıklığı az görülen durumlardan kaçınılmak istenmiştir.

v6: Bu yöntemde ikinci özellik değerlerinin maksimum, minimum, ortalama ve standart sapma değerleri kullanılmıştır. Bu değerlerle normal eğri üretilmiş ve bu eğri üzerinden rastgele değerler alınıp o değer ikinci özellik için maksimum değer olmuştur. Burada amaç seçilecek değerlerin gerçek değerlere en yakın olması amaçlanmıştır. Çünkü verilerin daha çok görülen sıklıkların daha yüksek olasılıkla, daha az sıklıkların ise daha az olasılıkla seçilmesi amaçlanmıştır. Önceki versiyondan farklı olarak sadece maksimum ve minimum noktadaki az olasılıklı

değerlerin yanında dağılım arasındaki olasılığı az olan bölgelerde seçilmemesi amaçlanmıştır.

Test sonuçları yorumlamada değerlendirme kriterleri şöyle belirlenmiştir. Doğruluk değeri %95 ve üzeri olduğu durum sistem tarafından kullanılabilir durum, %95 ile %75 arası geliştirilmesi gereken durum, daha da altı kötü durum yani kullanılmaması gereken durum olarak kabul edilmiştir. Saldırgan açısından bu tablolardaki doğruluk değerlerinin düşük olması beklenirken (çünkü kendi ürettiği kodların sistem tarafından farkedilmemesi için), savunmacı açısından ise bu değerlerin yüksek olması (çünkü sistem tarafından kullanılan kodların farkedilmesi Saldırgan sonraki adımda kendisi sistemin kullandığı) beklenmektedir.

Tablo 4.7 Aynı Versiyon Ve Aynı Ölçekli Veri Seti İçin Sınıflandırma Doğruluk Yüzdeleri Sonuçları

Versiyon \ Sınıflandırma Algoritması	LR	DT	RF	DL
1	99.98	99.98	99.98	99.98
1-v2	94.88	97.14	97.06	99.05
1-v3	62.99	100.00	100.00	99.99
1-v4	68.20	75.54	75.90	95.43
1-v5	69.58	75.47	76.74	98.27
1-v6	55.46	73.35	72.88	95.24

Tablo 4.7 incelendiğinde her durumda en iyi performans veren algoritmanın DL olduğu görülmüştür. Saldırgan açısından v6 durumu en iyi sonuç elde edilmiştir. Bu durumda sadece DL ile yüksek doğruluk değeri LR ise de düşük doğruluk değeri gözlemlenmiştir. DT ve RF'nin ürettiği modellerin başarısı kullanılabilecek düzeyden düşüktür. LR'nin versiyonlara en kötü şekilde adapte olduğu

gözlemlenmiştir. Bu durumun sebebinin incelenen QR kodların boyutlarının eşit olması sebebiyle ve elde edilen modellerin denklem şeklinde olması sebebiyledir. Denklem şeklindeki modellere benzetim üretilen verisyonlarla daha iyi sonuçlanmaktadır. DT ve RF algoritmaları ile v2 ve v3 durumları için kullanılabilir modeller diğer durumlar içinde kullanılamaz modeller oluşturmıştır.

Tablo 4.8 Aynı Versiyon Ama Değişken Ölçekli Veri Seti İçin Sınıflandırma Doğruluk Sonuçları

Versiyon \ Sınıflandırma Algoritması	LR	DT	RF	DL
2	99.29	99.98	99.98	99.98
2-v2	82.47	81.38	80.72	92.69
2-v3	52.75	99.74	94.19	86.39
2-v4	78.04	79.40	78.96	93.89
2-v5	80.37	82.61	83.67	97.71
2-v6	82.49	81.63	82.89	92.79

Tablo 4.8 incelendiğinde LR algoritması için algoritmanın v3 durumu hariç (en kötü durum yani kullanılmaması gereken) diğer durumlar için geliştirilmesi gereklidir. DT için v3 durumu uygun olup diğer durumlar, RF için her durumun geliştirilmesi gereklidir. DL’de son iki durum hariç diğer durumların güncellenmelidir. DL ise v5 durumu hariç diğer durumlarda doğruluk güncellenmesi gereken durum çıkmasına karşın doğruluk değeri %90 ve üzeridir.

Tablo 4.9 Değişken Versiyon Ama Aynı Ölçekli Veri Seti İçin Sınıflandırma Doğruluk Sonuçları

Versiyon \ Sınıflandırma Algoritması	LR	DT	RF	DL
3	99.98	99.99	99.99	99.98
3-v2	95.16	97.06	96.95	99.06
3-v3	45.69	99.99	97.99	99.98
3-v4	68.82	76.81	76.86	97.83
3-v5	71.21	74.16	75.47	97.38
3-v6	95.15	97.00	96.46	99.06

Tablo 4.9 incelendiğinde LR algoritması v3, v4 ve v5 durumları için kötü sonuç elde edilmiştir. DT ,için v5 kötü durum, v4 düzeltilmesi gereken durum ve RF için düzeltilmesi gereken durum v4 ve v5'dir. DL ise tüm durumlar için başarılıdır.

Tablo 4.10 Değişken Versiyon Ve Değişken Ölçekli Veri Seti İçin Sınıflandırma Doğruluk Sonuçları

Versiyon \ Sınıflandırma Algoritması	LR	DT	RF	DL
4	99.99	99.99	99.99	99.99
4-v2	93.55	95.59	95.7	98.72
4-v3	57.39	99.94	99.94	51.64
4-v4	69.78	75.84	75.92	97.14

Versiyon \ Sınıflandırma Algoritması	LR	DT	RF	DL
4-v5	72.27	73.98	74.56	98.13
4-v6	93.56	95.69	95.28	98.70

Tablo 4.10 incelendiğinde LR, DT ve RF için başarımları durumu çok az farkla Tablo 4.9'daki gibidir. DL, v3 için kötü durumda olup diğer durum modelleri kullanıma uygundur.

Saldırganın sınıflandırma doğruluk değerinin düşürmek için uygulandığı veri setlerinden v4 ve v5 en etkili yöntem olarak gözlemlenmiştir. Yani tablosal olarak veya görsel sınır olarak minimum ve maksimum değerleri çalışmak saldırı en uygun yöntemler olmuştur.

Sonuçta her durumda; uygun sınıflandırma algoritması için savunmacı açısından sınıflandırma algoritması değiştirilerek çözüm bulunmuştur.

Web servislerinde mesajın iletiminde güvenli ortamda düz metin olarak yapılan iletişim ile güvenli ortamda QR kodun değeri olarak yapılan iletişimin arasında çalışma süresi açısından incelendiğinde QR kodlu iletişimde çalışma süresi ve verimliliğin daha iyi olduğu gözlemlenmiştir. Güvenlik açısından incelendiğinde güvenli iletişim iyi bir durum olmadığı düşünüldüğünde sadece çalışma süresi avantajı için kodlu iletişimin avantajlı olmadığı düşünülmesine karşı bu durum diğer bölümde incelenmiştir.

İki katmanlı QR kod sınıflandırma işleminde CNN özellik oluşturma yönteminin sınıflandırmada verimli olmadığı, histogram yoğunluk özellik çıkarımı yönteminin ise verimli olduğu gözlemlenmiştir. Histogram yoğunluk özellik çıkarımı yönteminde her durumda en iyi sınıflandırma algoritmasının DL olduğu gözlemlenmiştir. Çeşitli versiyondaki alt veri setlerine karşı en savunmasız sınıflandırma algoritmasının LR olduğu görülmüştür. Bu durumun sebebi LR'nin saldırgan tarafından diğer algoritmalarla oranla taklit edilebilecek şekilde QR kodlar oluşturmaya imkan sağlamasıdır. DT ve RF algoritmalarının sonuçları birbirine yakındır. Aralarında az miktar fark genelde RF lehine doğruluk değeri olarak fazladır.

Çıkarılan en genel bilgi; incelenecek QR kodların özelliklerin birbirine benzemesi durumunda saldırganın amacına ulaşma ihtimali artmaktadır. Çalışılan sistemlerde değişken özelliklere sahip QR kodlarla çalışması önerilmektedir.

KAYNAKÇA

- [1] A. Ritter V., Sturdevant's Art & Science of Operative Dentistry - E-Book. Elsevier Health Sciences, 2017.
- [2] Aktaş, C., & Çaycı, B, "QR Kodun Mobil Eğitimde Yeni Eğitim Yöntemlerinin Geliştirilmesine Katkısı", Küresel Media Journal, 119,2013.
- [3] Yang, S. Y., & Hsu, C. L., "A location-based services and Google maps-based information master system for tour guiding.", Computers & Electrical Engineering, vol 54, pp. 87-105, 2016.
- [4] Lim, W. M., Teh, P. L., Ahmed, P. K., Cheong, S. N., Ling, H. C., & Yap, W. J., "Going keyless for a seamless experience: Insights from a unified hotel access control system.", International Journal of Hospitality Management, vol 75, pp. 105-115, 2018.
- [5] Nazemzadeh, P., Fontanelli, D., Macii, D., & Palopoli, L., "Indoor localization of mobile robots through QR code detection and dead reckoning data fusion. IEEE/ASME Transactions on Mechatronics, vol 22(6), pp. 2588-2599, 2017.
- [6] Y. Qin, Z. Wang, H. Wang, and Q. Gong, "Binary image encryption in a joint transform correlator scheme by aid of run-length encoding and QR code," Optics & Laser Technology, vol. 103, sayfa 93–98, 2018.
- [7] Lin, P. Y., & Chen, Y. H., "High payload secret hiding technology for QR codes. ", EURASIP Journal on Image and Video Processing, vol. 2017(1), pp. 14, 2017.
- [8] Survase, P., & Survase, P., "QR code based image steganography with enhanced image quality and compression.", International Journal for Innovative Research in Science and Technology, vol. 2(5), pp. 104-112, 2015.
- [9] Davis, D., "A Survey on Secret Data Hiding in Quick Response Barcodes.", International Journal, vol. 7(1), 2017.
- [10] Sharma, S., & Sejwar, V., "Implementation of QR code based secure system for information sharing using Matlab.", In 2016 8th International Conference on Computational Intelligence and Communication Networks (CICN), pp. 294-297. IEEE, 2016.
- [11] Huang, P. C., Chang, C. C., & Li, Y. H., "Sudoku-based secret sharing approach with cheater prevention using QR code." Multimedia Tools and Applications, vol. 77(19), pp. 25275-25294, 2018.

- [12] Ramya, M., & Sheela, M. J., "VLSI implementation of hybrid QR code generation system.", In 2014 International Conference on Electronics and Communication Systems (ICECS), pp. 1-6. IEEE, 2014.
- [13] Yu, J., & Zhao, S., "Color QR Code with Pseudo Quantum Steganography and M-band Wavelet and Patch Group Prior based Denoising", 2016.
- [14] Sharma, S., & Sejwar, V., "QR code steganography for multiple image and text hiding using improved RSA-3DWT algorithm.", International Journal of Security and Its Applications, vol. 10(7), pp. 393-406, 2016.
- [15] Rani, M. M., & Euphrasia, K. R., "Data security through QR code encryption and steganography.", Advanced Computing: An International Journal (ACIJ), vol. 7(1/2), pp. 1-7, 2016.
- [16] Deligiannidis, L., Wiseman, C., Yun, M., & Goulding, T., "Network Security Course: A Demonstration of Project-Based Learning.", In Proceedings of the International Conference on Frontiers in Education: Computer Science and Computer Engineering (FECS), pp. 1, The Steering Committee of The World Congress in Computer Science, Computer Engineering and Applied Computing (WorldComp), 2012.
- [17] Choche, A., & Arabnia, H. R., "A methodology to conceal QR codes for security applications.", In Proceedings of the International Conference on Information and Knowledge Engineering (IKE) (p. 1). The Steering Committee of The World Congress in Computer Science, Computer Engineering and Applied Computing (WorldComp), 2011.
- [18] Warang, A., & Patankar, A., "QR code based image steganography.", vol. 3, pp. 1100-1105, 2017.
- [19] Singh, N., & Sharma, D., "An Efficient Multiple Data Hiding Technique for Medical Images Using QR Code Authentication.", Int. J. Sci. Res. Sci. Eng. Technol, vol. 3(1), pp. 135-139, 2017.
- [20] Kavitha, C., & Sakthivel, S., "An effective mechanism for medical images authentication using quick response code.", Cluster Computing, vol. 22(2), pp. 4375-4382, 2019.
- [21] Thulasidharan, P. P., & Nair, M. S., "QR code based blind digital image watermarking with attack detection code.", AEU-International Journal of Electronics and Communications, vol. 69(7), pp. 1074-1084, 2015.
- [22] Kim, J., Kim, N., Lee, D., Park, S., & Lee, S. (2010). Watermarking two dimensional data object identifier for authenticated distribution of digital multimedia contents. Signal Processing: Image Communication, 25(8), 559-576.
- [23] Patvardhan, C., Kumar, P., & Lakshmi, C. V., "Effective color image watermarking scheme using YCbCr color space and QR code.", Multimedia Tools and Applications, vol. 77(10), pp. 12655-12677, 2018.
- [24] Malathi, V., Balamurugan, B., & Eshwar, S., "Achieving Privacy and Security using QR Code by means of Encryption Technique in ATM.", In 2017 Second

International Conference on Recent Trends and Challenges in Computational Models (ICRTCCM), pp. 281-285, IEEE, 2017.

- [25] Randall, W. M., & Rickard, N. S., "Reasons for personal music listening: A mobile experience sampling study of emotional outcomes.", *Psychology of Music*, vol. 45(4), pp. 479-495, 2017.
- [26] Navin, K., Shanthini, A., & Krishnan, M. M., "A mobile based smart attendance system framework for tracking field personals using a novel QR code based technique.", In *2017 International Conference On Smart Technologies For Smart Nation SmartTechCon*, pp. 1540-1543. IEEE, 2017.
- [27] Zhang, M., Ma, Z., Zhang, Y., & Wang, Y., "An identity authentication scheme based on cloud computing environment. *Multimedia Tools and Applications*", vol. 77(4), pp. 4283-4294, 2018.
- [28] Sungkur, R. K., Neermul, V., & Tauckoor, V., "Exploring the educational potential of QR codes.", In *2016 International Conference on Advances in Computing and Communication Engineering (ICACCE)*, pp. 368-373, IEEE.
- [29] Rodrigues, B., Chaudhari, A., & More, S., "Two factor verification using QR-code: A unique authentication system for Android smartphone users.", In *2016 2nd International Conference on Contemporary Computing and Informatics (IC3I)*, pp. 457-462, IEEE.
- [30] Melgar, M. E. V., & Santander, L. A. M., "An alternative proposal of tracking products using digital signatures and QR codes.", In *2014 IEEE Colombian Conference on Communications and Computing (COLCOM)*, pp. 1-4, IEEE.
- [31] Mahajan, J. R., & Patil, N. N., "Alpha channel for integrity verification using digital signature on reversible watermarking QR.", In *2015 International Conference on Computing Communication Control and Automation*, pp. 602-606, IEEE.
- [32] Liu, S. J., Zhang, J., Pan, J. S., & Weng, C. J., "SVQR: a novel secure visual quick response code and its anti-counterfeiting solution. *J. Inf. Hiding Multimed.*", *Signal Process*, vol. 8(5), pp. 1132-1140, 2017.
- [33] Kim, J. H., Kim, M., Yang, T., Kim, I., Seo, J., & Kang, S., "Compressed QR code-based mobile voice guidance service for the visually disabled.", In *2018 20th International Conference on Advanced Communication Technology (ICACT)* pp. 423-425, IEEE, 2018.
- [34] Li, S., Shang, J., Duan, Z., & Huang, J., "Fast detection method of quick response code based on run-length coding.", *IET Image Processing*, vol. 12(4), pp. 546-551, 2017.
- [35] Chatterjee, S. K., Saha, S., Khalid, Z., Saha, H. N., Paul, P., & Karlose, R., "Space effective and encrypted QR code with sender authorized security levels.", In *2018 IEEE 8th Annual Computing and Communication Workshop and Conference (CCWC)*, pp. 439-443, IEEE, 2018.
- [36] Cheng, Y., Fu, Z., & Yu, B., "Improved visual secret sharing scheme for QR code applications.", *IEEE Transactions on Information Forensics and Security*, vol. 13(9), pp. 2393-2403, 2018.

- [37] Paverd, A., Tamrakar, S., Nguyen, H. L., Pendyala, P., Nguyen, D. T., Stobert, E., Sadeghi, A. R., "OmniShare: Encrypted Cloud Storage for the Multi-Device Era", IEEE Internet Computing, 2018.
- [38] Yuan, M., Jiang, Q., Liu, K. K., Singamaneni, S., & Chakrabartty, S., "Towards an Integrated QR Code Biosensor: Light-Driven Sample Acquisition and Bacterial Cellulose Paper Substrate", IEEE transactions on biomedical circuits and systems, vol.12(3), pp. 452-460, 2018.
- [39] Snyder, M., Nguyen, D., Womack, J., Bunt, C., Westerfield, K., Bell, A., & Ledford, C., "Testing Quick Response (QR) codes as an innovation to improve feedback among geographically-separated clerkship sites. Family medicine", vol. 50(3), pp. 188-194, 2018.
- [40] Karthikeyan, B., Kosaraju, A. C., & Gupta, S., "Enhanced security in steganography using encryption and quick response code.", In 2016 International Conference on Wireless Communications, Signal Processing and Networking (WiSPNET) (pp. 2308-2312). IEEE.
- [41] Dey, S., Mondal, K., Nath, J., & Nath, A., "Advanced steganography algorithm using randomized intermediate QR host embedded with any encrypted secret message: ASA_QR algorithm.", International Journal of Modern Education and Computer Science, vol. 4(6), pp. 59, 2012.
- [42] Chen, C., "QR code authentication with embedded message authentication code.", Mobile Networks and Applications, vol. 22(3), pp. 383-394, 2017.
- [43] Song, C., Li, Z., Xu, W., Zhou, C., Jin, Z., & Ren, K., "My smartphone recognizes genuine QR codes! Practical unclonable QR code via 3D printing.", Proceedings of the ACM on Interactive, Mobile, Wearable and Ubiquitous Technologies, vol. 2(2), pp. 1-20, 2018.
- [44] Cui, Z., Li, W., Yu, C., & Yu, N., "A New Type of Two-dimensional Anti-counterfeit Code for Document Authentication Using Neural Networks.", In Proceedings of the 2020 4th International Conference on Cryptography, Security and Privacy, pp. 68-73, 2020.
- [45] Zhang, L., Chen, C., & Mow, W. H. , "Accurate modeling and efficient estimation of the print-capture channel with application in barcoding.", IEEE Transactions on Image Processing, vol. 28(1), pp. 464-478, 2018.
- [46] Zhang, Xin, Jia Duan, and Jiantao Zhou, "A robust secret sharing QR code via texture pattern design.", 2018 Asia-Pacific Signal and Information Processing Association Annual Summit and Conference (APSIPA ASC), IEEE, 2018.
- [47] Chen, C., Li, M., Ferreira, A., Huang, J., & Cai, R., "A Copy-Proof Scheme Based on the Spectral and Spatial Barcoding Channel Models.", IEEE Transactions on Information Forensics and Security, vol.15, pp. 1056-1071, 2019.
- [48] Jain, V., Jain, Y., Dhingra, H., Saini, D., Taplamacioglu, M. C., & Saka, M. (2021). A Systematic Literature Review on QR Code Detection and Pre-processing. International Journal on Technical and Physical Problems of Engineering, (46), 111-119.

- [49] Lopez-Rincon, O., Starostenko, O., Alarcon-Aquino, V., & Galan-Hernandez, J. C. (2017). Binary large object-based approach for QR code detection in uncontrolled environments. *Journal of Electrical and Computer Engineering*, 2017.
- [50] Tong, L., Gu, X., & Dai, F. (2014, Temmuz). QR code detection based on local features. In *Proceedings of International Conference on Internet Multimedia Computing and Service* (pp. 319-322).
- [51] Yuan, Tailing, "Two-layer QR codes," *IEEE Transactions on Image Processing*, vol. 28.9, pp. 4413-4428, 2019.
- [52] P. Bodnar, "Image Analysis Methods for Localization of Visual Codes", Ph.D. Thesis, University of Szeged, Szeged, 2015.
- [53] Chou, T. H., Ho, C. S., & Kuo, Y. F. (2015, Mayıs). QR code detection using convolutional neural networks. In *2015 International conference on advanced robotics and intelligent systems (ARIS)* (pp. 1-5). IEEE.
- [54] Kurniawan, W. C., Okumura, H., & Handayani, A. N. (2019, Ekim). An improvement on QR code limit angle detection using convolution neural network. In *2019 International Conference on Electrical, Electronics and Information Engineering (ICEEIE)* (Vol. 6, pp. 234-238). IEEE.
- [55] Hansen, D. K., Nasrollahi, K., Rasmussen, C. B., & Moeslund, T. B. (2017). Real-time barcode detection and classification using deep learning. In *International Joint Conference on Computational Intelligence* (pp. 321-327). Scitepress Digital Library.
- [56] Peng, J., Yuan, S., & Yuan, X. (2020, Temmuz). QR Code Detection with Faster-RCNN Based on FPN. In *International Conference on Artificial Intelligence and Security* (pp. 434-443). Springer, Cham.
- [57] Fabijańska, A. (2015). Detection of QR-codes in digital images based on histogram similarity. *Image Processing & Communications*, 20(2), 41-48.
- [58] Palma, F., Moha, N., Tremblay, G., & Guéhéneuc, Y. G., "Specification and detection of soa antipatterns in web services.", In *European Conference on Software Architecture*, pp. 58-73. Springer, Cham, 2014.
- [59] Mumbaikar, S., & Padiya, P., "Web services based on soap and rest principles.", *International Journal of Scientific and Research Publications*, vol. 3(5), pp. 1-4, 2013.
- [60] Newcomer, E., & Lomow, G., "Understanding SOA with Web services. Addison-Wesley", 2005.
- [61] Bekki, A., Memmedli, M., & Ağaoğlu, E., "Görünüşte İlişkisiz Regresyon Modelinin QR Ayırışımı Yardımıyla Matlab Çözüm Algoritmaları.", 2009.
- [62] Aktaş, C., "Medya Yakınsaması: Hızlı Yanıt Veren Kod Aracılığıyla Geleneksel Gazetenin, Çevrimiçi Gazete İle Artan Rekabet Potansiyeli Üzerine Bir Tartışma.", *Selçuk Üniversitesi İletişim Fakültesi Akademik Dergisi*, vol. 7(4), pp. 118-128, 2013.

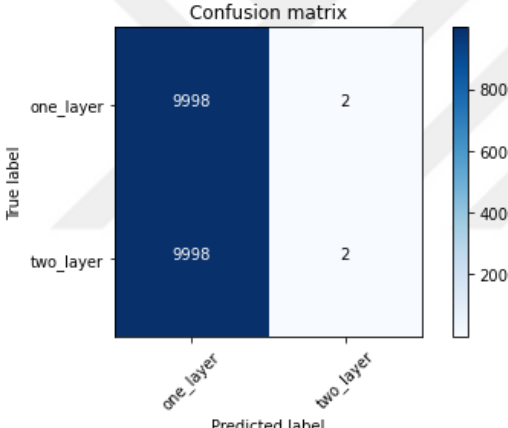
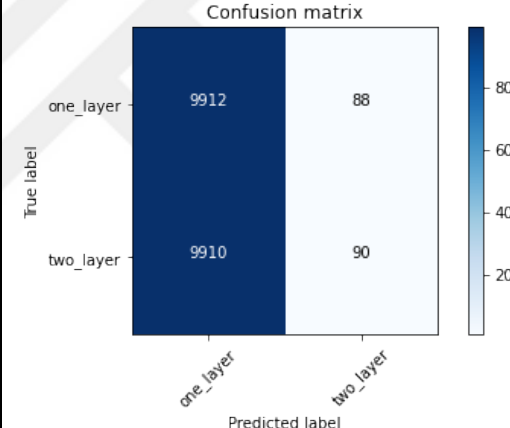
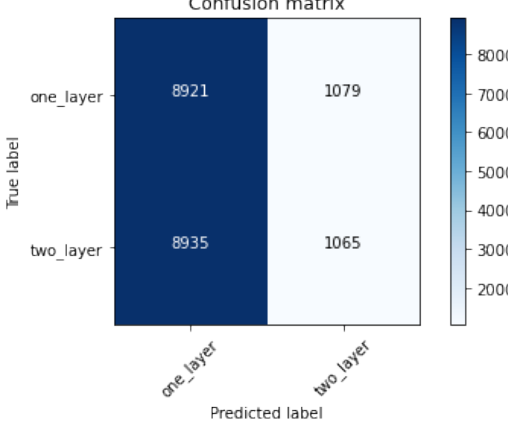
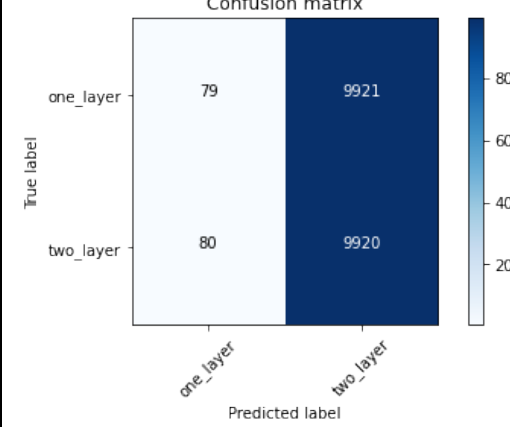
- [63]“Steganography (encode text into image)”, <http://manytools.org/hacker-tools/steganography-encode-text-into-image/> , erişim tarihi 26, 6, 2020.
- [64] Morkel, T., Eloff, J. H., & Olivier, M. S., “An overview of image steganography.”, In ISSA, vol. 1, pp. 2, vo. 2005.
- [65] Gambhir, A., & Arya, R., “Performance Analysis of DES Algorithm and RSA Algorithm with Audio Steganography.”, In International Conference on Communication and Signal Processing 2016 (ICCASP 2016). Atlantis Press, 2016.
- [66]“Configuring Message-Level Security”, https://docs.oracle.com/cd/E11035_01/wls100/webserv_sec/message.html , erişim tarihi: 29, 6, 2019.
- [67] Liao, K. C., & Lee, W. H., “A novel user authentication scheme based on QR-code.”, Journal of networks, vol. 5(8), pp. 937, 2010.
- [68] “QR kod (QR BARKOD) Oluşturucu.”, [http://www.QR kod.org/](http://www.QRkod.org/) , erişim tarihi: 26, 6, 2020.
- [69]“SecurityAlgorithmSuite.Basic128 Property”, [https://msdn.microsoft.com/en-us/library/system.servicemodel.security.securityalgorithmsuite.basic128\(v=vs.110\).aspx](https://msdn.microsoft.com/en-us/library/system.servicemodel.security.securityalgorithmsuite.basic128(v=vs.110).aspx), erişim tarihi: 12, 7, 2021.
- [70]“SecurityAlgorithmSuite.TripleDesSha256Rsa15 Property”, [https://msdn.microsoft.com/en-us/library/system.servicemodel.security.securityalgorithmsuite.tripledessha256rsa15\(v=vs.110\).aspx](https://msdn.microsoft.com/en-us/library/system.servicemodel.security.securityalgorithmsuite.tripledessha256rsa15(v=vs.110).aspx), erişim tarihi: 12, 5, 2021.
- [71]“HTML xmlns Attribute,” HTML html xmlns Attribute. [Online]. Available: https://www.w3schools.com/tags/att_html_xmlns.asp, erişim tarihi: 19, 7, 2021.
- [72] Bodur, H., “Java Diliyle Kriptoloji Uygulamaları.”, Abaküs Kitap Yayın Dağıtım Hizmetleri, 2016.
- [73] Kalin, M., “Java Web Services: Up and Running: A Quick, Practical, and Thorough Introduction.”, O'Reilly Media, Inc., 2013.
- [74]“The Advantages of Hypertext Transfer Protocol.”, <https://www.techwalla.com/articles/the-advantages-of-hypertext-transfer-protocol>, Erişim tarihi: 28, 6, 2021.
- [75]“3. Web Tarayclar,” Web Nedir. [Online]. Available: <http://www.baskent.edu.tr/~tkaracay/etudio/ders/internet/html/htmlbasics/web.htm>, erişim tarihi: 18, 5, 2021.
- [76] Tharun, K. S., Prudhvi, M., & Reddy, S. S., “Advantages of WCF Over web services”, International Journal of Computer Science and Mobile Computing, vol. 2(4), pp. 340-345, 2013.
- [77] Webster, M., “Webster’s All-in-one Dictionary and Thesaurus.”, 2008

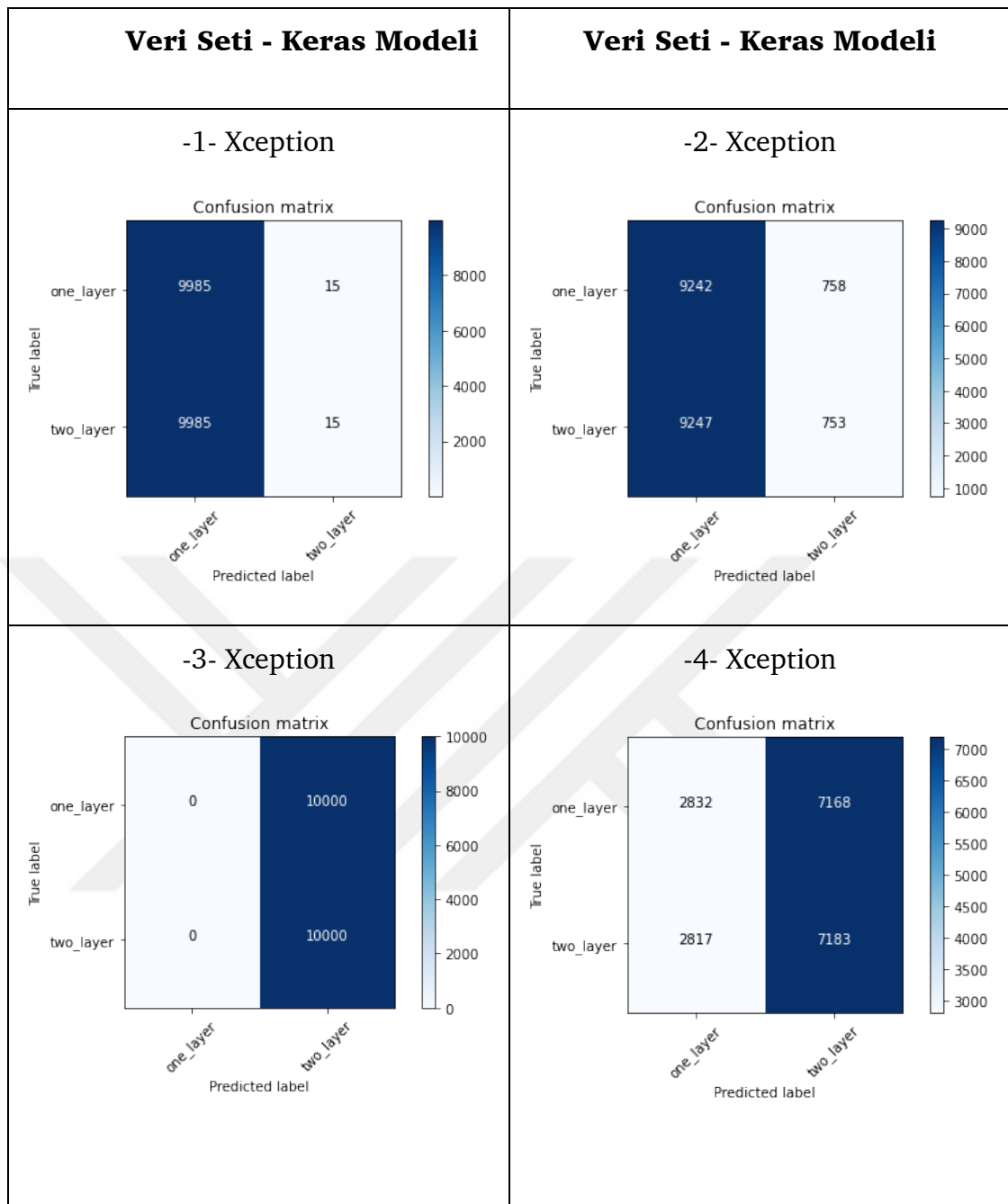
- [78] Xu, B., Zhao, C., Hu, E., & Hu, B., "Job scheduling algorithm based on Berger model in cloud environment.", *Advances in Engineering Software*, vol. 42(7), pp. 419-425, 2011.
- [79] Zhuang, Y., Jiang, N., Wu, Z., Li, Q., Chiu, D. K., & Hu, H., "Efficient and robust large medical image retrieval in mobile cloud computing environment.", *Information Sciences*, vol. 263, pp. 60-86, 2014.
- [80] Marquezan, C. C., Bruneo, D., Longo, F., Wessling, F., Metzger, A., & Puliafito, A. "3-D cloud monitoring: Enabling effective cloud infrastructure and application management.", In *10th International Conference on Network and Service Management (CNSM) and Workshop*, pp. 55-63, IEEE, 2014.
- [81] "Image Steganography Application C#", <https://code.msdn.microsoft.com/windowsdesktop/Image-Steganography-debbf4c4#content>, Erişim Tarihi: 25.08.2018.
- [82] Wibiyanto, A., and I. Afrianto, "QR code and transport layer security for licensing documents verification.", *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, vol. 407., no. 1., 2018.
- [83] Vazquez-Briseno, Mabel, "Using RFID/NFC and QR-code in mobile phones to link the physical and the digital world.", *Interactive Multimedia 12* , pp. 219-242, 2012.
- [83] Tkachenko, Iuliia, "Two-level QR code for private message sharing and document authentication.", *IEEE Transactions on Information Forensics and Security*, vol. 11.3, pp. 571-583, 2014.
- [84] Aggarwal, Arshiya, Nisheet Das, and Indu Sreedevi, "Attention-guided deep convolutional neural networks for skin cancer classification.", *2019 Ninth International Conference on Image Processing Theory, Tools and Applications (IPTA)*. IEEE, 2019.
- [85] Erdinç Uzun. "04.05. Decision Tree (Karar Ağacı): ID3 Algoritması – Classification (Sınıflama)", https://erdincuzun.com/makine_ogrenmesi/decision-tree-karar-agaci-id3-algoritmasi-classification-siniflama/ , erişim tarihi: 15, 12, 2021.

KARIŞIKLIK MATRİSLERİ SONUÇLARI

A.1 CNN Özellik Çıkarımı Test İşleminde Elde Edilen Karışıklık Matrisleri

Tablo A.1 Karışıklık Matrisi Tablosu

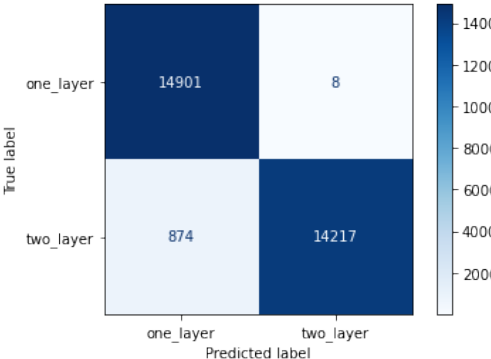
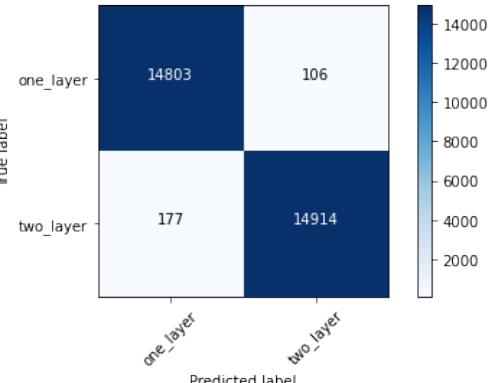
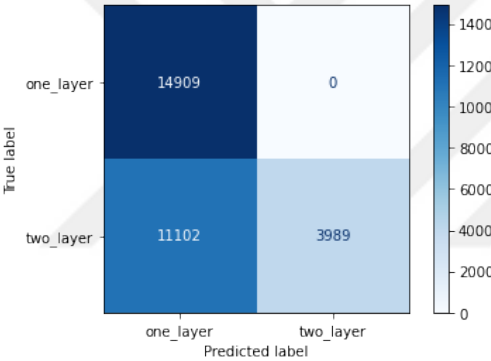
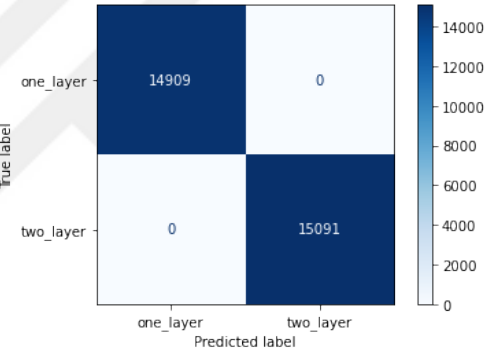
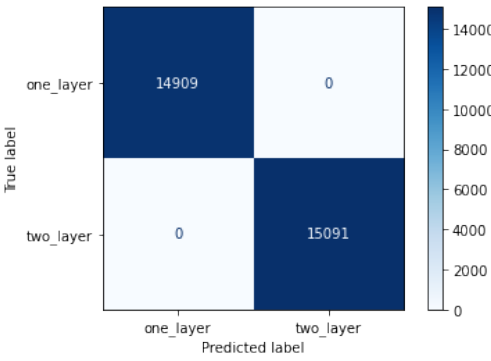
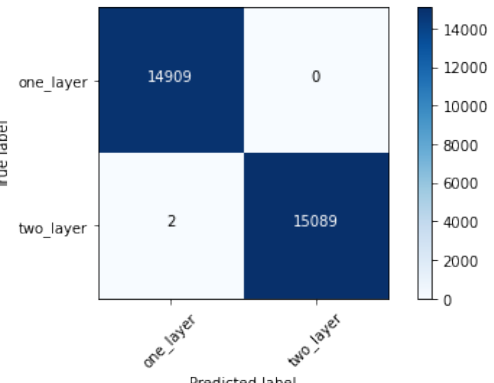
Veri Seti - Keras Modeli		Veri Seti - Keras Modeli	
-1- VGG16 Confusion matrix  True label one_layer two_layer Predicted label one_layer two_layer		-2- VGG16 Confusion matrix  True label one_layer two_layer Predicted label one_layer two_layer	
-3- VGG16 Confusion matrix  True label one_layer two_layer Predicted label one_layer two_layer		-4- VGG16 Confusion matrix  True label one_layer two_layer Predicted label one_layer two_layer	



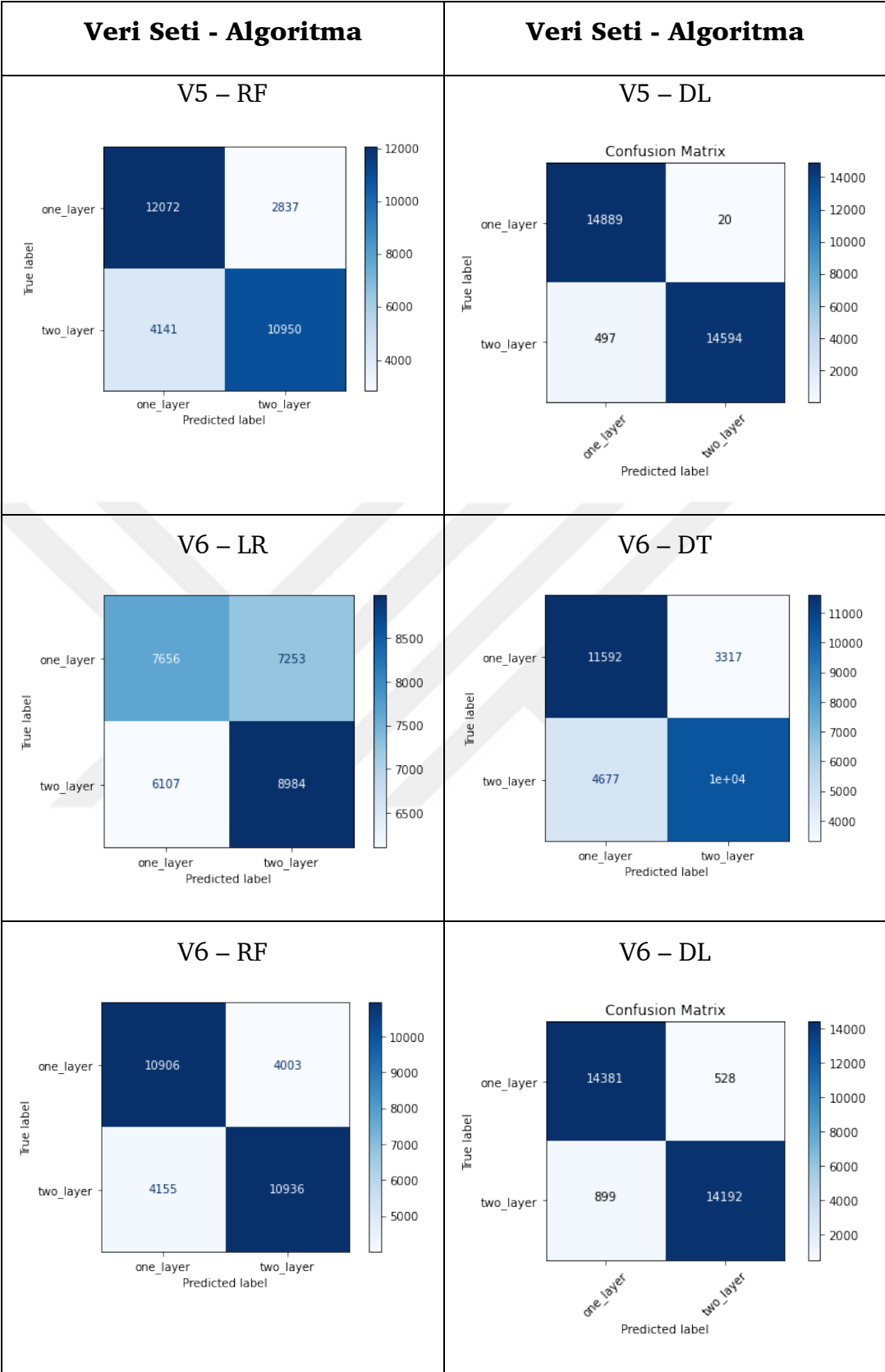
A.2 Histogram Özellik Çıkarımı Test İşleminde Edilen Karışıklık Matrisleri

Tablo A.2 Aynı Versiyon Ve Aynı Ölçekli Veri Seti İçin Karışıklık Matrisi

Veri Seti - Algoritma	Veri Seti - Algoritma																		
V1 – LR <table><tr><th>True label \ Predicted label</th><th>one_layer</th><th>two_layer</th></tr><tr><th>one_layer</th><td>14909</td><td>0</td></tr><tr><th>two_layer</th><td>5</td><td>15086</td></tr></table>	True label \ Predicted label	one_layer	two_layer	one_layer	14909	0	two_layer	5	15086	V1 – DT <table><tr><th>True label \ Predicted label</th><th>one_layer</th><th>two_layer</th></tr><tr><th>one_layer</th><td>14909</td><td>0</td></tr><tr><th>two_layer</th><td>5</td><td>15086</td></tr></table>	True label \ Predicted label	one_layer	two_layer	one_layer	14909	0	two_layer	5	15086
True label \ Predicted label	one_layer	two_layer																	
one_layer	14909	0																	
two_layer	5	15086																	
True label \ Predicted label	one_layer	two_layer																	
one_layer	14909	0																	
two_layer	5	15086																	
V1 – RF <table><tr><th>True label \ Predicted label</th><th>one_layer</th><th>two_layer</th></tr><tr><th>one_layer</th><td>14909</td><td>0</td></tr><tr><th>two_layer</th><td>5</td><td>15086</td></tr></table>	True label \ Predicted label	one_layer	two_layer	one_layer	14909	0	two_layer	5	15086	V1 – DL Confusion Matrix <table><tr><th>True label \ Predicted label</th><th>one_layer</th><th>two_layer</th></tr><tr><th>one_layer</th><td>14909</td><td>0</td></tr><tr><th>two_layer</th><td>5</td><td>15086</td></tr></table>	True label \ Predicted label	one_layer	two_layer	one_layer	14909	0	two_layer	5	15086
True label \ Predicted label	one_layer	two_layer																	
one_layer	14909	0																	
two_layer	5	15086																	
True label \ Predicted label	one_layer	two_layer																	
one_layer	14909	0																	
two_layer	5	15086																	
V2 – LR <table><tr><th>True label \ Predicted label</th><th>one_layer</th><th>two_layer</th></tr><tr><th>one_layer</th><td>14909</td><td>0</td></tr><tr><th>two_layer</th><td>1536</td><td>13555</td></tr></table>	True label \ Predicted label	one_layer	two_layer	one_layer	14909	0	two_layer	1536	13555	V2 – DT <table><tr><th>True label \ Predicted label</th><th>one_layer</th><th>two_layer</th></tr><tr><th>one_layer</th><td>14831</td><td>78</td></tr><tr><th>two_layer</th><td>779</td><td>14312</td></tr></table>	True label \ Predicted label	one_layer	two_layer	one_layer	14831	78	two_layer	779	14312
True label \ Predicted label	one_layer	two_layer																	
one_layer	14909	0																	
two_layer	1536	13555																	
True label \ Predicted label	one_layer	two_layer																	
one_layer	14831	78																	
two_layer	779	14312																	

Veri Seti - Algoritma	Veri Seti - Algoritma																		
V2 – RF  This confusion matrix for V2 - RF shows the relationship between true labels (one_layer, two_layer) and predicted labels (one_layer, two_layer). The diagonal elements are 14901 (true one_layer predicted one_layer) and 14217 (true two_layer predicted two_layer). Off-diagonal elements are 8 (true one_layer predicted two_layer) and 874 (true two_layer predicted one_layer). A color scale on the right ranges from 0 to 14000. <table data-bbox="314 374 807 732"><tr><th>True label \ Predicted label</th><th>one_layer</th><th>two_layer</th></tr><tr><th>one_layer</th><td>14901</td><td>8</td></tr><tr><th>two_layer</th><td>874</td><td>14217</td></tr></table>	True label \ Predicted label	one_layer	two_layer	one_layer	14901	8	two_layer	874	14217	V2 – DL Confusion Matrix  This confusion matrix for V2 - DL shows the relationship between true labels (one_layer, two_layer) and predicted labels (one_layer, two_layer). The diagonal elements are 14803 (true one_layer predicted one_layer) and 14914 (true two_layer predicted two_layer). Off-diagonal elements are 106 (true one_layer predicted two_layer) and 177 (true two_layer predicted one_layer). A color scale on the right ranges from 0 to 14000. <table data-bbox="863 396 1358 777"><tr><th>True label \ Predicted label</th><th>one_layer</th><th>two_layer</th></tr><tr><th>one_layer</th><td>14803</td><td>106</td></tr><tr><th>two_layer</th><td>177</td><td>14914</td></tr></table>	True label \ Predicted label	one_layer	two_layer	one_layer	14803	106	two_layer	177	14914
True label \ Predicted label	one_layer	two_layer																	
one_layer	14901	8																	
two_layer	874	14217																	
True label \ Predicted label	one_layer	two_layer																	
one_layer	14803	106																	
two_layer	177	14914																	
V3 – LR  This confusion matrix for V3 - LR shows the relationship between true labels (one_layer, two_layer) and predicted labels (one_layer, two_layer). The diagonal elements are 14909 (true one_layer predicted one_layer) and 3989 (true two_layer predicted two_layer). Off-diagonal elements are 0 (true one_layer predicted two_layer) and 11102 (true two_layer predicted one_layer). A color scale on the right ranges from 0 to 14000. <table data-bbox="314 922 807 1281"><tr><th>True label \ Predicted label</th><th>one_layer</th><th>two_layer</th></tr><tr><th>one_layer</th><td>14909</td><td>0</td></tr><tr><th>two_layer</th><td>11102</td><td>3989</td></tr></table>	True label \ Predicted label	one_layer	two_layer	one_layer	14909	0	two_layer	11102	3989	V3 – DT  This confusion matrix for V3 - DT shows the relationship between true labels (one_layer, two_layer) and predicted labels (one_layer, two_layer). The diagonal elements are 14909 (true one_layer predicted one_layer) and 15091 (true two_layer predicted two_layer). Off-diagonal elements are 0 (true one_layer predicted two_layer) and 0 (true two_layer predicted one_layer). A color scale on the right ranges from 0 to 14000. <table data-bbox="863 922 1358 1281"><tr><th>True label \ Predicted label</th><th>one_layer</th><th>two_layer</th></tr><tr><th>one_layer</th><td>14909</td><td>0</td></tr><tr><th>two_layer</th><td>0</td><td>15091</td></tr></table>	True label \ Predicted label	one_layer	two_layer	one_layer	14909	0	two_layer	0	15091
True label \ Predicted label	one_layer	two_layer																	
one_layer	14909	0																	
two_layer	11102	3989																	
True label \ Predicted label	one_layer	two_layer																	
one_layer	14909	0																	
two_layer	0	15091																	
V3 – RF  This confusion matrix for V3 - RF shows the relationship between true labels (one_layer, two_layer) and predicted labels (one_layer, two_layer). The diagonal elements are 14909 (true one_layer predicted one_layer) and 15091 (true two_layer predicted two_layer). Off-diagonal elements are 0 (true one_layer predicted two_layer) and 0 (true two_layer predicted one_layer). A color scale on the right ranges from 0 to 14000. <table data-bbox="314 1417 807 1776"><tr><th>True label \ Predicted label</th><th>one_layer</th><th>two_layer</th></tr><tr><th>one_layer</th><td>14909</td><td>0</td></tr><tr><th>two_layer</th><td>0</td><td>15091</td></tr></table>	True label \ Predicted label	one_layer	two_layer	one_layer	14909	0	two_layer	0	15091	V3 – DL Confusion Matrix  This confusion matrix for V3 - DL shows the relationship between true labels (one_layer, two_layer) and predicted labels (one_layer, two_layer). The diagonal elements are 14909 (true one_layer predicted one_layer) and 15089 (true two_layer predicted two_layer). Off-diagonal elements are 0 (true one_layer predicted two_layer) and 2 (true two_layer predicted one_layer). A color scale on the right ranges from 0 to 14000. <table data-bbox="863 1440 1358 1821"><tr><th>True label \ Predicted label</th><th>one_layer</th><th>two_layer</th></tr><tr><th>one_layer</th><td>14909</td><td>0</td></tr><tr><th>two_layer</th><td>2</td><td>15089</td></tr></table>	True label \ Predicted label	one_layer	two_layer	one_layer	14909	0	two_layer	2	15089
True label \ Predicted label	one_layer	two_layer																	
one_layer	14909	0																	
two_layer	0	15091																	
True label \ Predicted label	one_layer	two_layer																	
one_layer	14909	0																	
two_layer	2	15089																	

Veri Seti - Algoritma	Veri Seti - Algoritma																		
V4 – LR <table><tr><th>True label \ Predicted label</th><th>one_layer</th><th>two_layer</th></tr><tr><th>one_layer</th><td>8415</td><td>6494</td></tr><tr><th>two_layer</th><td>3045</td><td>12046</td></tr></table>	True label \ Predicted label	one_layer	two_layer	one_layer	8415	6494	two_layer	3045	12046	V4- DT <table><tr><th>True label \ Predicted label</th><th>one_layer</th><th>two_layer</th></tr><tr><th>one_layer</th><td>13143</td><td>1766</td></tr><tr><th>two_layer</th><td>5570</td><td>9521</td></tr></table>	True label \ Predicted label	one_layer	two_layer	one_layer	13143	1766	two_layer	5570	9521
True label \ Predicted label	one_layer	two_layer																	
one_layer	8415	6494																	
two_layer	3045	12046																	
True label \ Predicted label	one_layer	two_layer																	
one_layer	13143	1766																	
two_layer	5570	9521																	
V4 – RF <table><tr><th>True label \ Predicted label</th><th>one_layer</th><th>two_layer</th></tr><tr><th>one_layer</th><td>12781</td><td>2128</td></tr><tr><th>two_layer</th><td>5101</td><td>9990</td></tr></table>	True label \ Predicted label	one_layer	two_layer	one_layer	12781	2128	two_layer	5101	9990	V4 – DL Confusion Matrix <table><tr><th>True label \ Predicted label</th><th>one_layer</th><th>two_layer</th></tr><tr><th>one_layer</th><td>14862</td><td>47</td></tr><tr><th>two_layer</th><td>1322</td><td>13769</td></tr></table>	True label \ Predicted label	one_layer	two_layer	one_layer	14862	47	two_layer	1322	13769
True label \ Predicted label	one_layer	two_layer																	
one_layer	12781	2128																	
two_layer	5101	9990																	
True label \ Predicted label	one_layer	two_layer																	
one_layer	14862	47																	
two_layer	1322	13769																	
V5 – LR <table><tr><th>True label \ Predicted label</th><th>one_layer</th><th>two_layer</th></tr><tr><th>one_layer</th><td>8840</td><td>6069</td></tr><tr><th>two_layer</th><td>3055</td><td>12036</td></tr></table>	True label \ Predicted label	one_layer	two_layer	one_layer	8840	6069	two_layer	3055	12036	V5 – DT <table><tr><th>True label \ Predicted label</th><th>one_layer</th><th>two_layer</th></tr><tr><th>one_layer</th><td>12940</td><td>1969</td></tr><tr><th>two_layer</th><td>5388</td><td>9703</td></tr></table>	True label \ Predicted label	one_layer	two_layer	one_layer	12940	1969	two_layer	5388	9703
True label \ Predicted label	one_layer	two_layer																	
one_layer	8840	6069																	
two_layer	3055	12036																	
True label \ Predicted label	one_layer	two_layer																	
one_layer	12940	1969																	
two_layer	5388	9703																	

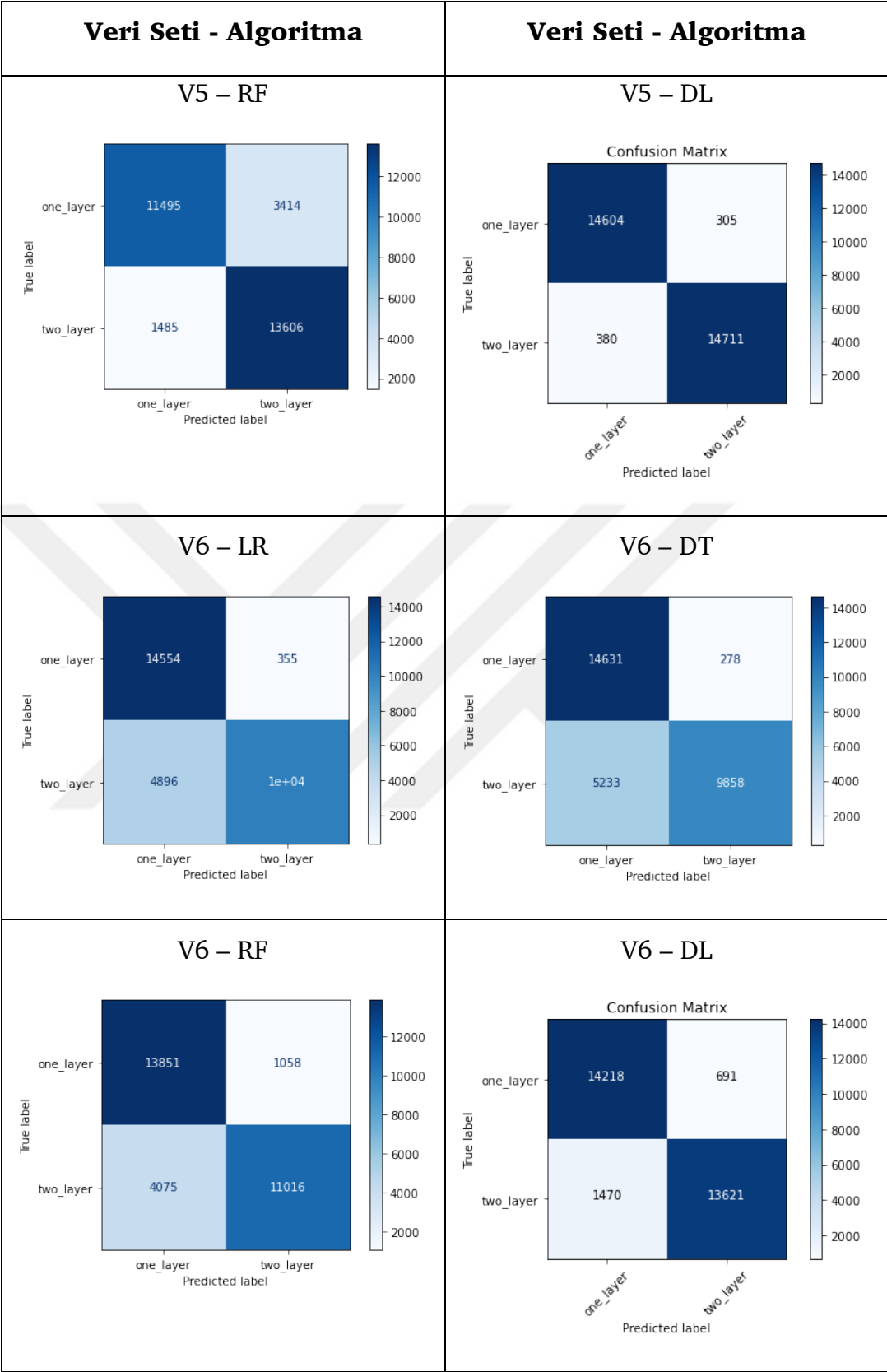


Tablo A.3 Aynı Versiyon Ama Değişken Ölçekli Veri Seti İçin Karışıklık Matrisi

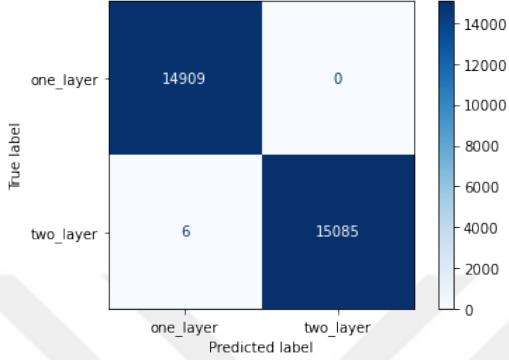
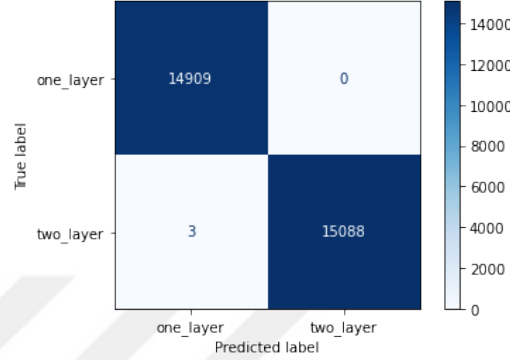
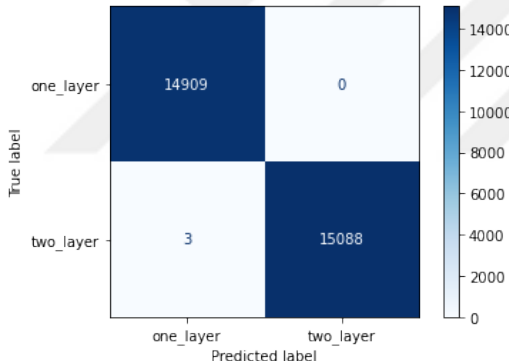
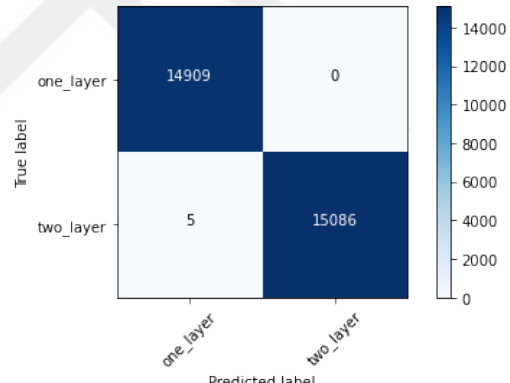
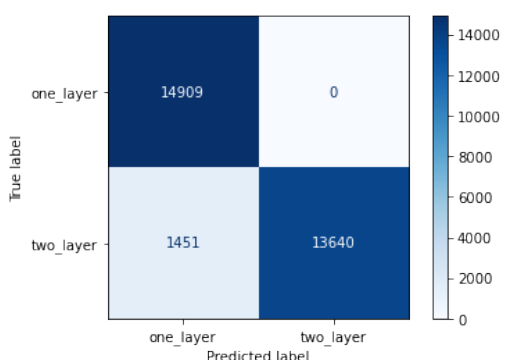
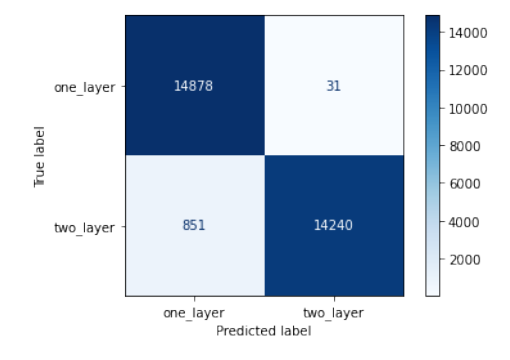
Veri Seti - Algoritma	Veri Seti - Algoritma																		
V1 – LR <table><tr><th>True label \ Predicted label</th><th>one_layer</th><th>two_layer</th></tr><tr><th>one_layer</th><td>14909</td><td>0</td></tr><tr><th>two_layer</th><td>21</td><td>15070</td></tr></table>	True label \ Predicted label	one_layer	two_layer	one_layer	14909	0	two_layer	21	15070	V1 – DT <table><tr><th>True label \ Predicted label</th><th>one_layer</th><th>two_layer</th></tr><tr><th>one_layer</th><td>14909</td><td>0</td></tr><tr><th>two_layer</th><td>4</td><td>15087</td></tr></table>	True label \ Predicted label	one_layer	two_layer	one_layer	14909	0	two_layer	4	15087
True label \ Predicted label	one_layer	two_layer																	
one_layer	14909	0																	
two_layer	21	15070																	
True label \ Predicted label	one_layer	two_layer																	
one_layer	14909	0																	
two_layer	4	15087																	
V1 – RF <table><tr><th>True label \ Predicted label</th><th>one_layer</th><th>two_layer</th></tr><tr><th>one_layer</th><td>14909</td><td>0</td></tr><tr><th>two_layer</th><td>4</td><td>15087</td></tr></table>	True label \ Predicted label	one_layer	two_layer	one_layer	14909	0	two_layer	4	15087	V1 – DL Confusion Matrix <table><tr><th>True label \ Predicted label</th><th>one_layer</th><th>two_layer</th></tr><tr><th>one_layer</th><td>14909</td><td>0</td></tr><tr><th>two_layer</th><td>5</td><td>15086</td></tr></table>	True label \ Predicted label	one_layer	two_layer	one_layer	14909	0	two_layer	5	15086
True label \ Predicted label	one_layer	two_layer																	
one_layer	14909	0																	
two_layer	4	15087																	
True label \ Predicted label	one_layer	two_layer																	
one_layer	14909	0																	
two_layer	5	15086																	
V2 – LR <table><tr><th>True label \ Predicted label</th><th>one_layer</th><th>two_layer</th></tr><tr><th>one_layer</th><td>14548</td><td>361</td></tr><tr><th>two_layer</th><td>4898</td><td>1e+04</td></tr></table>	True label \ Predicted label	one_layer	two_layer	one_layer	14548	361	two_layer	4898	1e+04	V2 – DT <table><tr><th>True label \ Predicted label</th><th>one_layer</th><th>two_layer</th></tr><tr><th>one_layer</th><td>14486</td><td>423</td></tr><tr><th>two_layer</th><td>5161</td><td>9930</td></tr></table>	True label \ Predicted label	one_layer	two_layer	one_layer	14486	423	two_layer	5161	9930
True label \ Predicted label	one_layer	two_layer																	
one_layer	14548	361																	
two_layer	4898	1e+04																	
True label \ Predicted label	one_layer	two_layer																	
one_layer	14486	423																	
two_layer	5161	9930																	

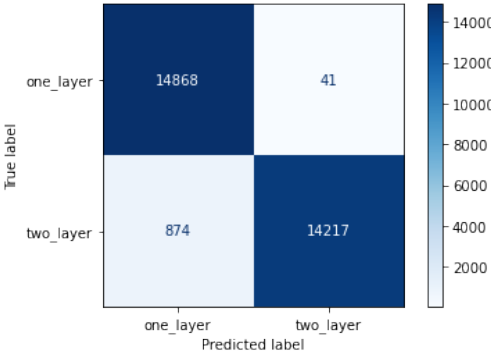
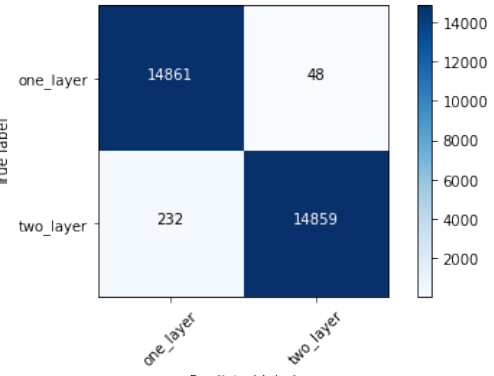
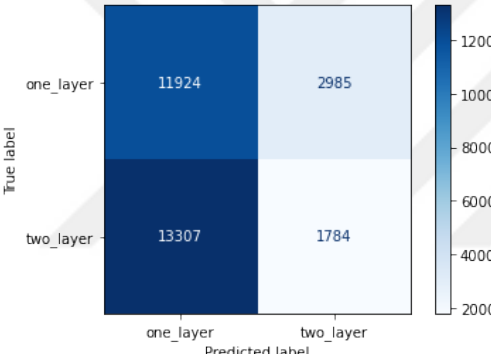
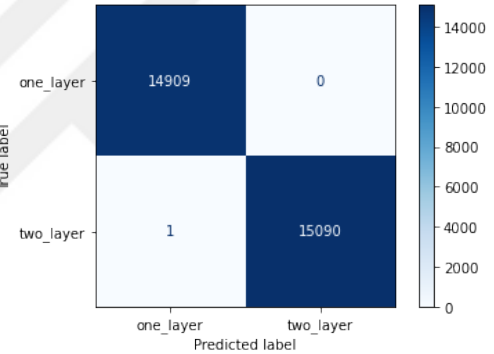
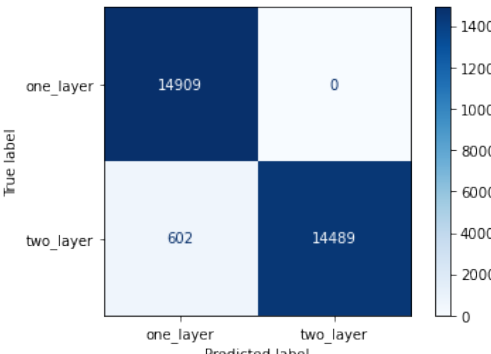
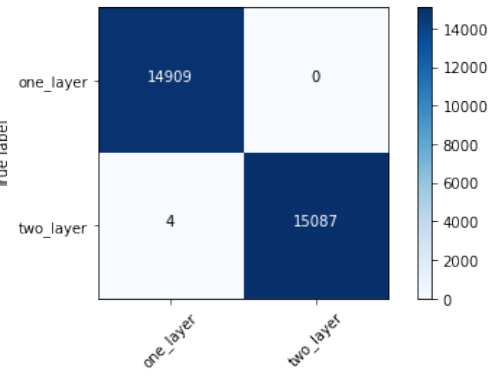
Veri Seti - Algoritma	Veri Seti - Algoritma																		
V2 – RF <table><tr><th>True label \ Predicted label</th><th>one_layer</th><th>two_layer</th></tr><tr><th>one_layer</th><td>13397</td><td>1512</td></tr><tr><th>two_layer</th><td>4271</td><td>10820</td></tr></table>	True label \ Predicted label	one_layer	two_layer	one_layer	13397	1512	two_layer	4271	10820	V2 – DL Confusion Matrix <table><tr><th>True label \ Predicted label</th><th>one_layer</th><th>two_layer</th></tr><tr><th>one_layer</th><td>14172</td><td>737</td></tr><tr><th>two_layer</th><td>1455</td><td>13636</td></tr></table>	True label \ Predicted label	one_layer	two_layer	one_layer	14172	737	two_layer	1455	13636
True label \ Predicted label	one_layer	two_layer																	
one_layer	13397	1512																	
two_layer	4271	10820																	
True label \ Predicted label	one_layer	two_layer																	
one_layer	14172	737																	
two_layer	1455	13636																	
V3 – LR <table><tr><th>True label \ Predicted label</th><th>one_layer</th><th>two_layer</th></tr><tr><th>one_layer</th><td>14178</td><td>731</td></tr><tr><th>two_layer</th><td>13444</td><td>1647</td></tr></table>	True label \ Predicted label	one_layer	two_layer	one_layer	14178	731	two_layer	13444	1647	V3 – DT <table><tr><th>True label \ Predicted label</th><th>one_layer</th><th>two_layer</th></tr><tr><th>one_layer</th><td>14841</td><td>68</td></tr><tr><th>two_layer</th><td>9</td><td>15082</td></tr></table>	True label \ Predicted label	one_layer	two_layer	one_layer	14841	68	two_layer	9	15082
True label \ Predicted label	one_layer	two_layer																	
one_layer	14178	731																	
two_layer	13444	1647																	
True label \ Predicted label	one_layer	two_layer																	
one_layer	14841	68																	
two_layer	9	15082																	
V3 – RF <table><tr><th>True label \ Predicted label</th><th>one_layer</th><th>two_layer</th></tr><tr><th>one_layer</th><td>14909</td><td>0</td></tr><tr><th>two_layer</th><td>1742</td><td>13349</td></tr></table>	True label \ Predicted label	one_layer	two_layer	one_layer	14909	0	two_layer	1742	13349	V3 – DL Confusion Matrix <table><tr><th>True label \ Predicted label</th><th>one_layer</th><th>two_layer</th></tr><tr><th>one_layer</th><td>10833</td><td>4076</td></tr><tr><th>two_layer</th><td>7</td><td>15084</td></tr></table>	True label \ Predicted label	one_layer	two_layer	one_layer	10833	4076	two_layer	7	15084
True label \ Predicted label	one_layer	two_layer																	
one_layer	14909	0																	
two_layer	1742	13349																	
True label \ Predicted label	one_layer	two_layer																	
one_layer	10833	4076																	
two_layer	7	15084																	

Veri Seti - Algoritma	Veri Seti - Algoritma												
V4 – LR <table><tr><td>one_layer</td><td>9662</td><td>5247</td></tr><tr><td>two_layer</td><td>1339</td><td>13752</td></tr></table>	one_layer	9662	5247	two_layer	1339	13752	V4- DT <table><tr><td>one_layer</td><td>1e+04</td><td>4806</td></tr><tr><td>two_layer</td><td>1374</td><td>13717</td></tr></table>	one_layer	1e+04	4806	two_layer	1374	13717
one_layer	9662	5247											
two_layer	1339	13752											
one_layer	1e+04	4806											
two_layer	1374	13717											
V4 – RF <table><tr><td>one_layer</td><td>1e+04</td><td>4758</td></tr><tr><td>two_layer</td><td>1552</td><td>13539</td></tr></table>	one_layer	1e+04	4758	two_layer	1552	13539	V4 – DL Confusion Matrix <table><tr><td>one_layer</td><td>14252</td><td>657</td></tr><tr><td>two_layer</td><td>1175</td><td>13916</td></tr></table>	one_layer	14252	657	two_layer	1175	13916
one_layer	1e+04	4758											
two_layer	1552	13539											
one_layer	14252	657											
two_layer	1175	13916											
V5 – LR <table><tr><td>one_layer</td><td>10652</td><td>4257</td></tr><tr><td>two_layer</td><td>1630</td><td>13461</td></tr></table>	one_layer	10652	4257	two_layer	1630	13461	V5 – DT <table><tr><td>one_layer</td><td>11563</td><td>3346</td></tr><tr><td>two_layer</td><td>1870</td><td>13221</td></tr></table>	one_layer	11563	3346	two_layer	1870	13221
one_layer	10652	4257											
two_layer	1630	13461											
one_layer	11563	3346											
two_layer	1870	13221											

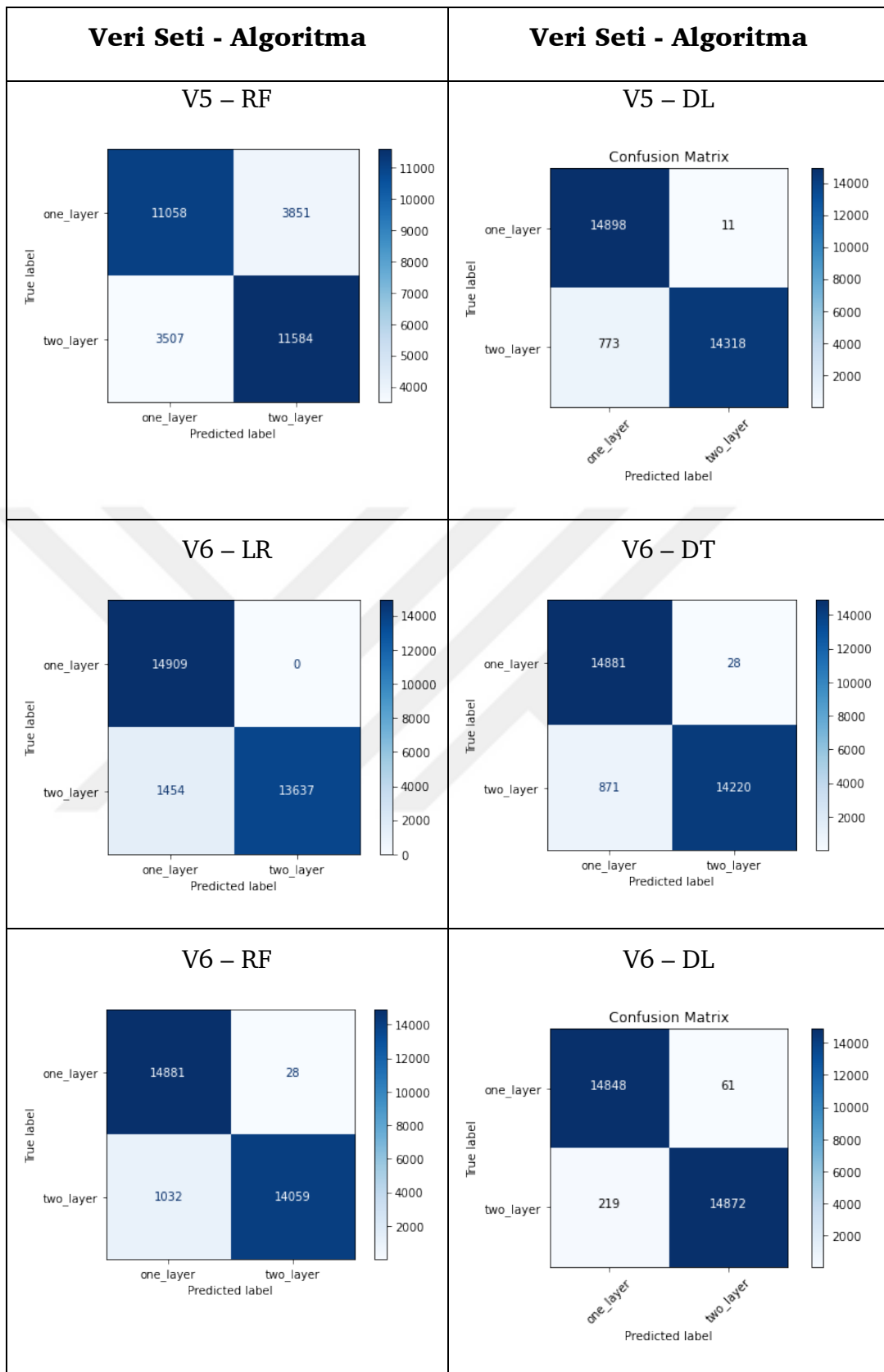


Tablo A.4 Değişken Versiyon Ama Aynı Ölçekli Veri Seti İçin Karışıklık Matrisi

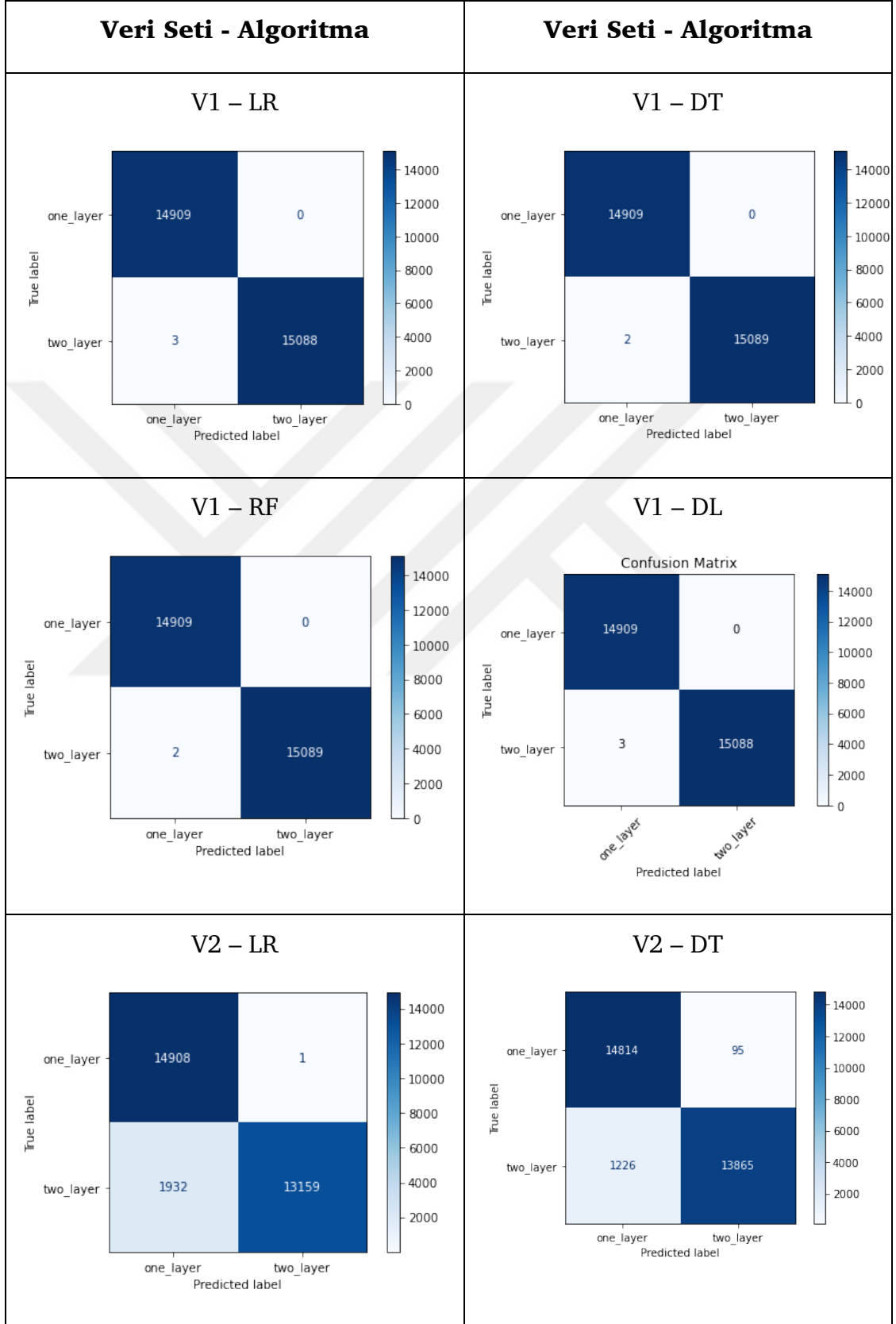
Veri Seti - Algoritma	Veri Seti - Algoritma																		
V1 – LR  <table><tr><th>True label \ Predicted label</th><th>one_layer</th><th>two_layer</th></tr><tr><th>one_layer</th><td>14909</td><td>0</td></tr><tr><th>two_layer</th><td>6</td><td>15085</td></tr></table>	True label \ Predicted label	one_layer	two_layer	one_layer	14909	0	two_layer	6	15085	V1 – DT  <table><tr><th>True label \ Predicted label</th><th>one_layer</th><th>two_layer</th></tr><tr><th>one_layer</th><td>14909</td><td>0</td></tr><tr><th>two_layer</th><td>3</td><td>15088</td></tr></table>	True label \ Predicted label	one_layer	two_layer	one_layer	14909	0	two_layer	3	15088
True label \ Predicted label	one_layer	two_layer																	
one_layer	14909	0																	
two_layer	6	15085																	
True label \ Predicted label	one_layer	two_layer																	
one_layer	14909	0																	
two_layer	3	15088																	
V1 – RF  <table><tr><th>True label \ Predicted label</th><th>one_layer</th><th>two_layer</th></tr><tr><th>one_layer</th><td>14909</td><td>0</td></tr><tr><th>two_layer</th><td>3</td><td>15088</td></tr></table>	True label \ Predicted label	one_layer	two_layer	one_layer	14909	0	two_layer	3	15088	V1 – DL Confusion Matrix  <table><tr><th>True label \ Predicted label</th><th>one_layer</th><th>two_layer</th></tr><tr><th>one_layer</th><td>14909</td><td>0</td></tr><tr><th>two_layer</th><td>5</td><td>15086</td></tr></table>	True label \ Predicted label	one_layer	two_layer	one_layer	14909	0	two_layer	5	15086
True label \ Predicted label	one_layer	two_layer																	
one_layer	14909	0																	
two_layer	3	15088																	
True label \ Predicted label	one_layer	two_layer																	
one_layer	14909	0																	
two_layer	5	15086																	
V2 – LR  <table><tr><th>True label \ Predicted label</th><th>one_layer</th><th>two_layer</th></tr><tr><th>one_layer</th><td>14909</td><td>0</td></tr><tr><th>two_layer</th><td>1451</td><td>13640</td></tr></table>	True label \ Predicted label	one_layer	two_layer	one_layer	14909	0	two_layer	1451	13640	V2 – DT  <table><tr><th>True label \ Predicted label</th><th>one_layer</th><th>two_layer</th></tr><tr><th>one_layer</th><td>14878</td><td>31</td></tr><tr><th>two_layer</th><td>851</td><td>14240</td></tr></table>	True label \ Predicted label	one_layer	two_layer	one_layer	14878	31	two_layer	851	14240
True label \ Predicted label	one_layer	two_layer																	
one_layer	14909	0																	
two_layer	1451	13640																	
True label \ Predicted label	one_layer	two_layer																	
one_layer	14878	31																	
two_layer	851	14240																	

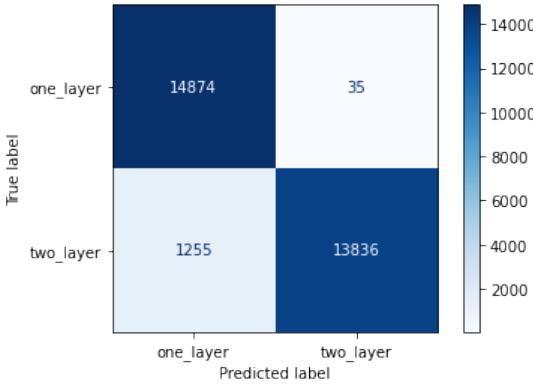
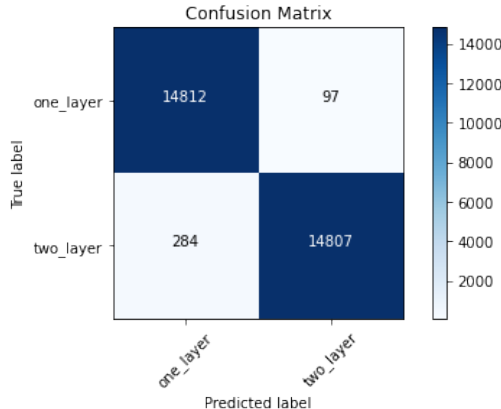
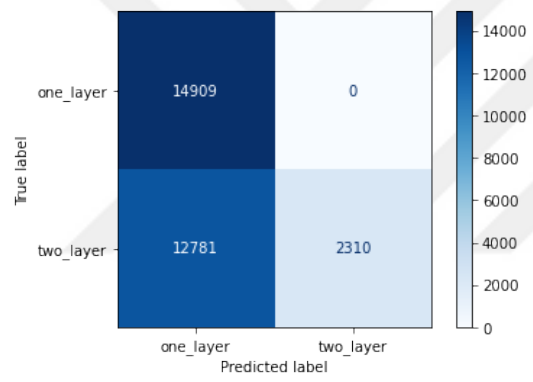
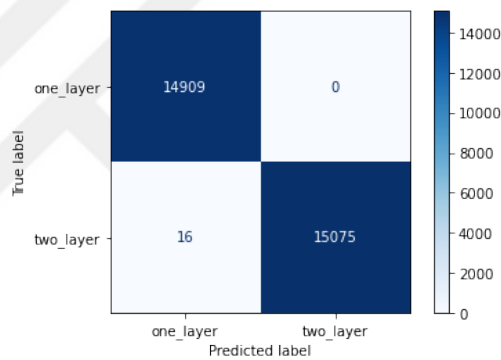
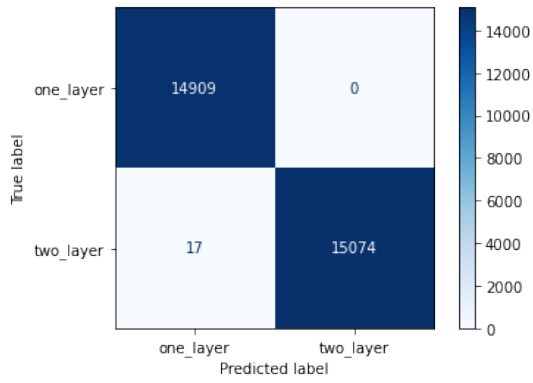
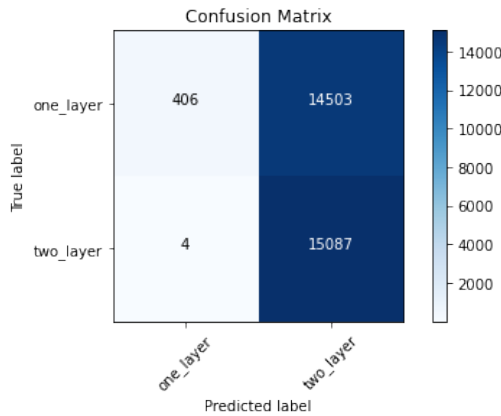
Veri Seti - Algoritma	Veri Seti - Algoritma																		
V2 – RF  This confusion matrix for V2 - RF shows the relationship between true labels and predicted labels. The y-axis represents the true labels (one_layer, two_layer) and the x-axis represents the predicted labels (one_layer, two_layer). The counts are: 14868 correct one_layer predictions, 41 false one_layer predictions (predicted as two_layer), 874 false two_layer predictions (predicted as one_layer), and 14217 correct two_layer predictions. <table><tr><th>True label \ Predicted label</th><th>one_layer</th><th>two_layer</th></tr><tr><th>one_layer</th><td>14868</td><td>41</td></tr><tr><th>two_layer</th><td>874</td><td>14217</td></tr></table>	True label \ Predicted label	one_layer	two_layer	one_layer	14868	41	two_layer	874	14217	V2 – DL Confusion Matrix  This confusion matrix for V2 - DL shows the relationship between true labels and predicted labels. The y-axis represents the true labels (one_layer, two_layer) and the x-axis represents the predicted labels (one_layer, two_layer). The counts are: 14861 correct one_layer predictions, 48 false one_layer predictions (predicted as two_layer), 232 false two_layer predictions (predicted as one_layer), and 14859 correct two_layer predictions. <table><tr><th>True label \ Predicted label</th><th>one_layer</th><th>two_layer</th></tr><tr><th>one_layer</th><td>14861</td><td>48</td></tr><tr><th>two_layer</th><td>232</td><td>14859</td></tr></table>	True label \ Predicted label	one_layer	two_layer	one_layer	14861	48	two_layer	232	14859
True label \ Predicted label	one_layer	two_layer																	
one_layer	14868	41																	
two_layer	874	14217																	
True label \ Predicted label	one_layer	two_layer																	
one_layer	14861	48																	
two_layer	232	14859																	
V3 – LR  This confusion matrix for V3 - LR shows the relationship between true labels and predicted labels. The y-axis represents the true labels (one_layer, two_layer) and the x-axis represents the predicted labels (one_layer, two_layer). The counts are: 11924 correct one_layer predictions, 2985 false one_layer predictions (predicted as two_layer), 13307 false two_layer predictions (predicted as one_layer), and 1784 correct two_layer predictions. <table><tr><th>True label \ Predicted label</th><th>one_layer</th><th>two_layer</th></tr><tr><th>one_layer</th><td>11924</td><td>2985</td></tr><tr><th>two_layer</th><td>13307</td><td>1784</td></tr></table>	True label \ Predicted label	one_layer	two_layer	one_layer	11924	2985	two_layer	13307	1784	V3 – DT  This confusion matrix for V3 - DT shows the relationship between true labels and predicted labels. The y-axis represents the true labels (one_layer, two_layer) and the x-axis represents the predicted labels (one_layer, two_layer). The counts are: 14909 correct one_layer predictions, 0 false one_layer predictions (predicted as two_layer), 1 false two_layer prediction (predicted as one_layer), and 15090 correct two_layer predictions. <table><tr><th>True label \ Predicted label</th><th>one_layer</th><th>two_layer</th></tr><tr><th>one_layer</th><td>14909</td><td>0</td></tr><tr><th>two_layer</th><td>1</td><td>15090</td></tr></table>	True label \ Predicted label	one_layer	two_layer	one_layer	14909	0	two_layer	1	15090
True label \ Predicted label	one_layer	two_layer																	
one_layer	11924	2985																	
two_layer	13307	1784																	
True label \ Predicted label	one_layer	two_layer																	
one_layer	14909	0																	
two_layer	1	15090																	
V3 – RF  This confusion matrix for V3 - RF shows the relationship between true labels and predicted labels. The y-axis represents the true labels (one_layer, two_layer) and the x-axis represents the predicted labels (one_layer, two_layer). The counts are: 14909 correct one_layer predictions, 0 false one_layer predictions (predicted as two_layer), 602 false two_layer predictions (predicted as one_layer), and 14489 correct two_layer predictions. <table><tr><th>True label \ Predicted label</th><th>one_layer</th><th>two_layer</th></tr><tr><th>one_layer</th><td>14909</td><td>0</td></tr><tr><th>two_layer</th><td>602</td><td>14489</td></tr></table>	True label \ Predicted label	one_layer	two_layer	one_layer	14909	0	two_layer	602	14489	V3 – DL Confusion Matrix  This confusion matrix for V3 - DL shows the relationship between true labels and predicted labels. The y-axis represents the true labels (one_layer, two_layer) and the x-axis represents the predicted labels (one_layer, two_layer). The counts are: 14909 correct one_layer predictions, 0 false one_layer predictions (predicted as two_layer), 4 false two_layer predictions (predicted as one_layer), and 15087 correct two_layer predictions. <table><tr><th>True label \ Predicted label</th><th>one_layer</th><th>two_layer</th></tr><tr><th>one_layer</th><td>14909</td><td>0</td></tr><tr><th>two_layer</th><td>4</td><td>15087</td></tr></table>	True label \ Predicted label	one_layer	two_layer	one_layer	14909	0	two_layer	4	15087
True label \ Predicted label	one_layer	two_layer																	
one_layer	14909	0																	
two_layer	602	14489																	
True label \ Predicted label	one_layer	two_layer																	
one_layer	14909	0																	
two_layer	4	15087																	

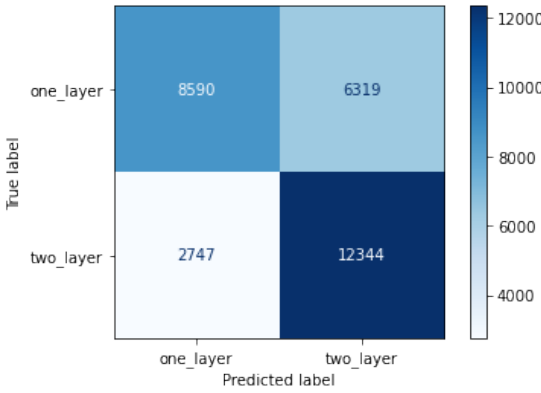
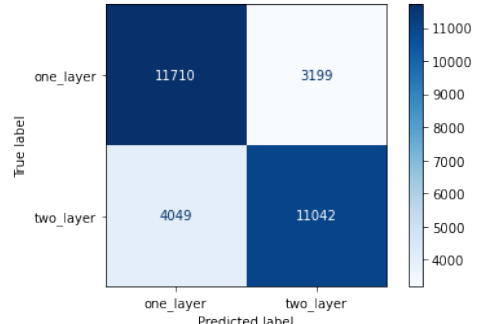
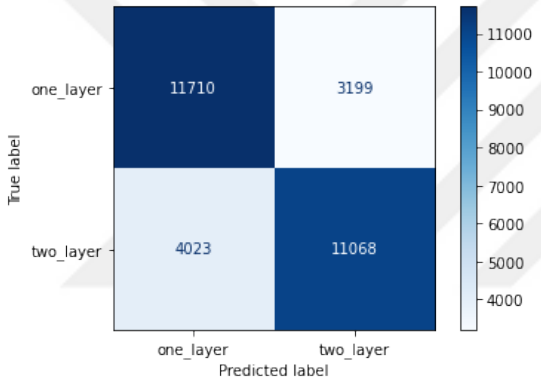
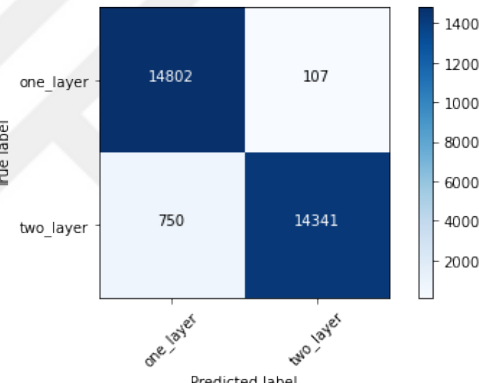
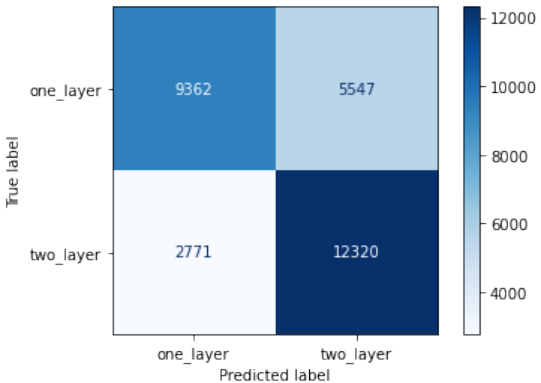
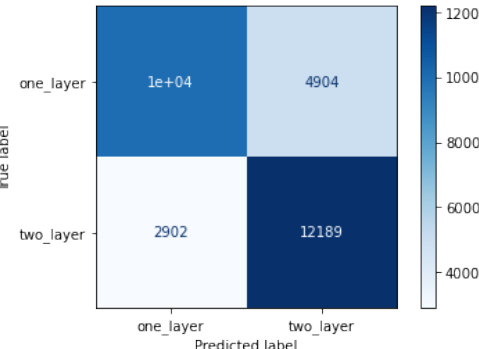
Veri Seti - Algoritma	Veri Seti - Algoritma																		
V4 – LR <table><tr><th>True label \ Predicted label</th><th>one_layer</th><th>two_layer</th></tr><tr><th>one_layer</th><td>8643</td><td>6266</td></tr><tr><th>two_layer</th><td>3088</td><td>12003</td></tr></table>	True label \ Predicted label	one_layer	two_layer	one_layer	8643	6266	two_layer	3088	12003	V4- DT <table><tr><th>True label \ Predicted label</th><th>one_layer</th><th>two_layer</th></tr><tr><th>one_layer</th><td>12437</td><td>2472</td></tr><tr><th>two_layer</th><td>4485</td><td>10606</td></tr></table>	True label \ Predicted label	one_layer	two_layer	one_layer	12437	2472	two_layer	4485	10606
True label \ Predicted label	one_layer	two_layer																	
one_layer	8643	6266																	
two_layer	3088	12003																	
True label \ Predicted label	one_layer	two_layer																	
one_layer	12437	2472																	
two_layer	4485	10606																	
V4 – RF <table><tr><th>True label \ Predicted label</th><th>one_layer</th><th>two_layer</th></tr><tr><th>one_layer</th><td>12156</td><td>2753</td></tr><tr><th>two_layer</th><td>4188</td><td>10903</td></tr></table>	True label \ Predicted label	one_layer	two_layer	one_layer	12156	2753	two_layer	4188	10903	V4 – DL Confusion Matrix <table><tr><th>True label \ Predicted label</th><th>one_layer</th><th>two_layer</th></tr><tr><th>one_layer</th><td>14829</td><td>80</td></tr><tr><th>two_layer</th><td>570</td><td>14521</td></tr></table>	True label \ Predicted label	one_layer	two_layer	one_layer	14829	80	two_layer	570	14521
True label \ Predicted label	one_layer	two_layer																	
one_layer	12156	2753																	
two_layer	4188	10903																	
True label \ Predicted label	one_layer	two_layer																	
one_layer	14829	80																	
two_layer	570	14521																	
V5 – LR <table><tr><th>True label \ Predicted label</th><th>one_layer</th><th>two_layer</th></tr><tr><th>one_layer</th><td>9206</td><td>5703</td></tr><tr><th>two_layer</th><td>2933</td><td>12158</td></tr></table>	True label \ Predicted label	one_layer	two_layer	one_layer	9206	5703	two_layer	2933	12158	V5 – DT <table><tr><th>True label \ Predicted label</th><th>one_layer</th><th>two_layer</th></tr><tr><th>one_layer</th><td>11593</td><td>3316</td></tr><tr><th>two_layer</th><td>4436</td><td>10655</td></tr></table>	True label \ Predicted label	one_layer	two_layer	one_layer	11593	3316	two_layer	4436	10655
True label \ Predicted label	one_layer	two_layer																	
one_layer	9206	5703																	
two_layer	2933	12158																	
True label \ Predicted label	one_layer	two_layer																	
one_layer	11593	3316																	
two_layer	4436	10655																	

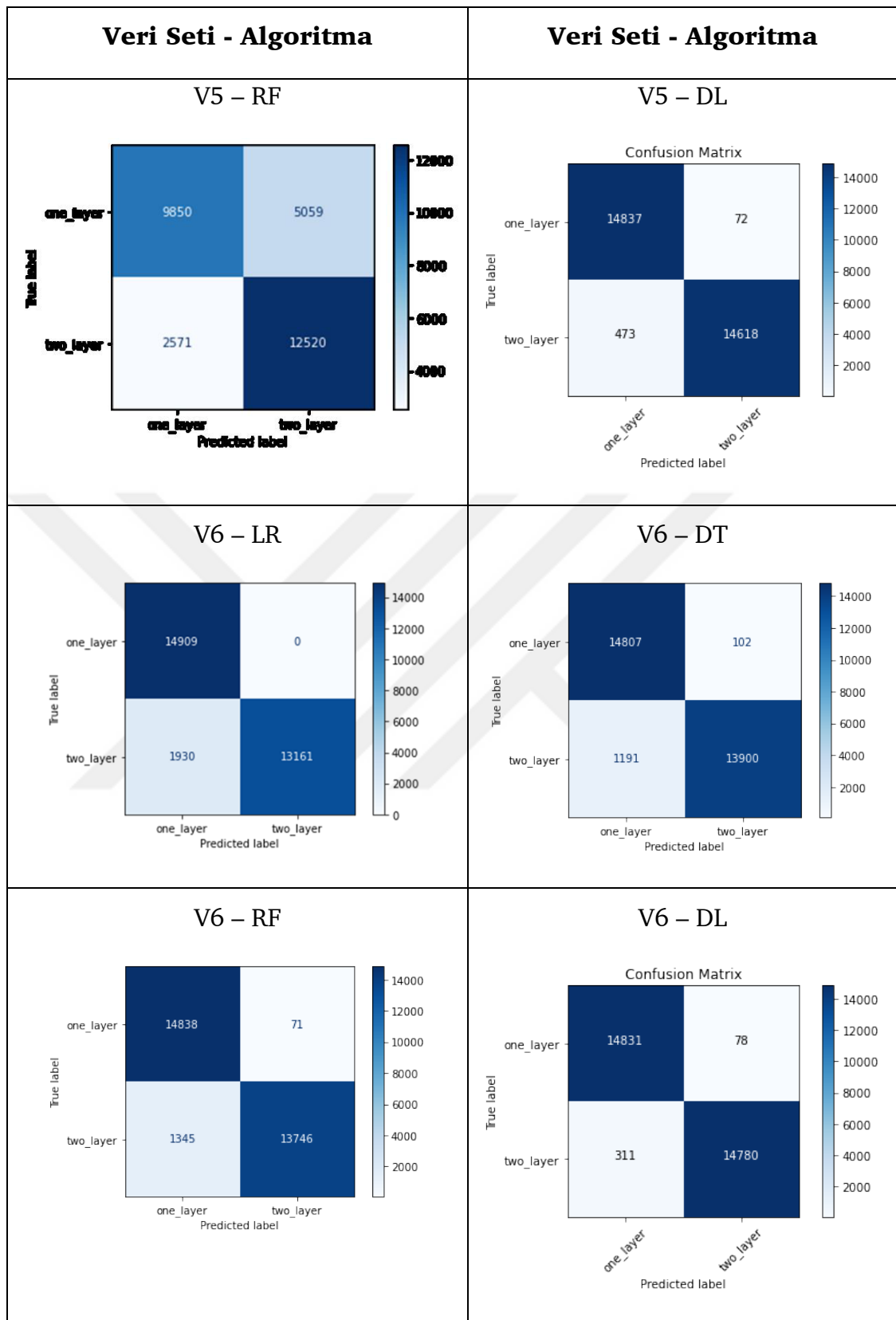


Tablo A.5 Değişken Versiyon Ve Değişken Ölçekli Veri Seti İçin Karışıklık Matrisi



Veri Seti - Algoritma	Veri Seti - Algoritma																		
V2 – RF  <table><tr><th>True label \ Predicted label</th><th>one_layer</th><th>two_layer</th></tr><tr><th>one_layer</th><td>14874</td><td>35</td></tr><tr><th>two_layer</th><td>1255</td><td>13836</td></tr></table>	True label \ Predicted label	one_layer	two_layer	one_layer	14874	35	two_layer	1255	13836	V2 – DL Confusion Matrix  <table><tr><th>True label \ Predicted label</th><th>one_layer</th><th>two_layer</th></tr><tr><th>one_layer</th><td>14812</td><td>97</td></tr><tr><th>two_layer</th><td>284</td><td>14807</td></tr></table>	True label \ Predicted label	one_layer	two_layer	one_layer	14812	97	two_layer	284	14807
True label \ Predicted label	one_layer	two_layer																	
one_layer	14874	35																	
two_layer	1255	13836																	
True label \ Predicted label	one_layer	two_layer																	
one_layer	14812	97																	
two_layer	284	14807																	
V3 – LR  <table><tr><th>True label \ Predicted label</th><th>one_layer</th><th>two_layer</th></tr><tr><th>one_layer</th><td>14909</td><td>0</td></tr><tr><th>two_layer</th><td>12781</td><td>2310</td></tr></table>	True label \ Predicted label	one_layer	two_layer	one_layer	14909	0	two_layer	12781	2310	V3 – DT  <table><tr><th>True label \ Predicted label</th><th>one_layer</th><th>two_layer</th></tr><tr><th>one_layer</th><td>14909</td><td>0</td></tr><tr><th>two_layer</th><td>16</td><td>15075</td></tr></table>	True label \ Predicted label	one_layer	two_layer	one_layer	14909	0	two_layer	16	15075
True label \ Predicted label	one_layer	two_layer																	
one_layer	14909	0																	
two_layer	12781	2310																	
True label \ Predicted label	one_layer	two_layer																	
one_layer	14909	0																	
two_layer	16	15075																	
V3 – RF  <table><tr><th>True label \ Predicted label</th><th>one_layer</th><th>two_layer</th></tr><tr><th>one_layer</th><td>14909</td><td>0</td></tr><tr><th>two_layer</th><td>17</td><td>15074</td></tr></table>	True label \ Predicted label	one_layer	two_layer	one_layer	14909	0	two_layer	17	15074	V3 – DL Confusion Matrix  <table><tr><th>True label \ Predicted label</th><th>one_layer</th><th>two_layer</th></tr><tr><th>one_layer</th><td>406</td><td>14503</td></tr><tr><th>two_layer</th><td>4</td><td>15087</td></tr></table>	True label \ Predicted label	one_layer	two_layer	one_layer	406	14503	two_layer	4	15087
True label \ Predicted label	one_layer	two_layer																	
one_layer	14909	0																	
two_layer	17	15074																	
True label \ Predicted label	one_layer	two_layer																	
one_layer	406	14503																	
two_layer	4	15087																	

Veri Seti - Algoritma	Veri Seti - Algoritma																		
V4 – LR  This confusion matrix for the V4 - LR model shows the following counts: True one_layer predicted as one_layer is 8590; True one_layer predicted as two_layer is 6319; True two_layer predicted as one_layer is 2747; True two_layer predicted as two_layer is 12344. The color scale ranges from 4000 to 12000. <table data-bbox="293 358 836 748"><tr><th>True label \ Predicted label</th><th>one_layer</th><th>two_layer</th></tr><tr><th>one_layer</th><td>8590</td><td>6319</td></tr><tr><th>two_layer</th><td>2747</td><td>12344</td></tr></table>	True label \ Predicted label	one_layer	two_layer	one_layer	8590	6319	two_layer	2747	12344	V4- DT  This confusion matrix for the V4 - DT model shows the following counts: True one_layer predicted as one_layer is 11710; True one_layer predicted as two_layer is 3199; True two_layer predicted as one_layer is 4049; True two_layer predicted as two_layer is 11042. The color scale ranges from 4000 to 11000. <table data-bbox="882 358 1362 680"><tr><th>True label \ Predicted label</th><th>one_layer</th><th>two_layer</th></tr><tr><th>one_layer</th><td>11710</td><td>3199</td></tr><tr><th>two_layer</th><td>4049</td><td>11042</td></tr></table>	True label \ Predicted label	one_layer	two_layer	one_layer	11710	3199	two_layer	4049	11042
True label \ Predicted label	one_layer	two_layer																	
one_layer	8590	6319																	
two_layer	2747	12344																	
True label \ Predicted label	one_layer	two_layer																	
one_layer	11710	3199																	
two_layer	4049	11042																	
V4 – RF  This confusion matrix for the V4 - RF model shows the following counts: True one_layer predicted as one_layer is 11710; True one_layer predicted as two_layer is 3199; True two_layer predicted as one_layer is 4023; True two_layer predicted as two_layer is 11068. The color scale ranges from 4000 to 11000. <table data-bbox="293 882 836 1263"><tr><th>True label \ Predicted label</th><th>one_layer</th><th>two_layer</th></tr><tr><th>one_layer</th><td>11710</td><td>3199</td></tr><tr><th>two_layer</th><td>4023</td><td>11068</td></tr></table>	True label \ Predicted label	one_layer	two_layer	one_layer	11710	3199	two_layer	4023	11068	V4 – DL Confusion Matrix  This confusion matrix for the V4 - DL model shows the following counts: True one_layer predicted as one_layer is 14802; True one_layer predicted as two_layer is 107; True two_layer predicted as one_layer is 750; True two_layer predicted as two_layer is 14341. The color scale ranges from 2000 to 14000. <table data-bbox="882 904 1362 1285"><tr><th>True label \ Predicted label</th><th>one_layer</th><th>two_layer</th></tr><tr><th>one_layer</th><td>14802</td><td>107</td></tr><tr><th>two_layer</th><td>750</td><td>14341</td></tr></table>	True label \ Predicted label	one_layer	two_layer	one_layer	14802	107	two_layer	750	14341
True label \ Predicted label	one_layer	two_layer																	
one_layer	11710	3199																	
two_layer	4023	11068																	
True label \ Predicted label	one_layer	two_layer																	
one_layer	14802	107																	
two_layer	750	14341																	
V5 – LR  This confusion matrix for the V5 - LR model shows the following counts: True one_layer predicted as one_layer is 9362; True one_layer predicted as two_layer is 5547; True two_layer predicted as one_layer is 2771; True two_layer predicted as two_layer is 12320. The color scale ranges from 4000 to 12000. <table data-bbox="293 1431 836 1812"><tr><th>True label \ Predicted label</th><th>one_layer</th><th>two_layer</th></tr><tr><th>one_layer</th><td>9362</td><td>5547</td></tr><tr><th>two_layer</th><td>2771</td><td>12320</td></tr></table>	True label \ Predicted label	one_layer	two_layer	one_layer	9362	5547	two_layer	2771	12320	V5 – DT  This confusion matrix for the V5 - DT model shows the following counts: True one_layer predicted as one_layer is 1e+04; True one_layer predicted as two_layer is 4904; True two_layer predicted as one_layer is 2902; True two_layer predicted as two_layer is 12189. The color scale ranges from 4000 to 12000. <table data-bbox="882 1431 1362 1778"><tr><th>True label \ Predicted label</th><th>one_layer</th><th>two_layer</th></tr><tr><th>one_layer</th><td>1e+04</td><td>4904</td></tr><tr><th>two_layer</th><td>2902</td><td>12189</td></tr></table>	True label \ Predicted label	one_layer	two_layer	one_layer	1e+04	4904	two_layer	2902	12189
True label \ Predicted label	one_layer	two_layer																	
one_layer	9362	5547																	
two_layer	2771	12320																	
True label \ Predicted label	one_layer	two_layer																	
one_layer	1e+04	4904																	
two_layer	2902	12189																	



B

TEZDEN ÜRETİLMİŞ YAYINLAR

Konferans Bildirileri

1. Yesiltepe, Mirsat. "Web services for mobile devices from one server." 2018 20th International Conference on Advanced Communication Technology (ICACT). IEEE, 2018.
2. Yesiltepe, Mirsat, et al. "Hexadecimal hash value hiding in a message in web service against deep learning." 2019 11th International Conference on Electrical and Electronics Engineering (ELECO). IEEE, 2019.

Makaleler

1. Yesiltepe, Mirsat, and Muhammet Kurulay. "Fake and Real Massaging at the Same Time with QR Code in Web Services for Different Users." Security and Communication Networks 2018, 2018.