



## **TÜBİTAK–2209-A ÜNİVERSİTE ÖĞRENCİLERİ ARAŞTIRMA PROJELERİ DESTEĞİ PROGRAMI**

**Başvuru formunun Arial 9 yazı tipinde, her bir konu başlığı altında verilen açıklamalar göz önünde bulundurularak hazırlanması ve ekler hariç toplam 20 sayfayı geçmemesi beklenir (Alt sınır bulunmamaktadır). Değerlendirme araştırma önerisinin özgün değeri, yöntemi, yönetimi ve yaygın etkisi başlıkları üzerinden yapılacaktır.**

### **ARAŞTIRMA ÖNERİSİ FORMU**

2022

2. Dönem Başvurusu

## A. GENEL BİLGİLER

<b>Başvuru Sahibinin Adı Soyadı: Muhammed Sacid UÇAK</b>
<b>Araştırma Önerisinin Başlığı: Atmosferik Türbülans yoluyla bozulan görüntülerin iyileştirilmesi</b>
<b>Danışmanın Adı Soyadı: Dr. Öğrt. Üyesi Anıl Baş</b>
<b>Araştırmanın Yürütüleceği Kurum/Kuruluş: Marmara Üniversitesi</b>

### ÖZET

Türkçe özetin araştırma önerisinin (a) özgün değeri, (b) yöntemi, (c) yönetimi ve (d) yaygın etkisi hakkında bilgileri kapsamı beklenir. Her bir özet 450 kelime veya bir sayfa ile sınırlandırılmalıdır. Bu bölümün en son yazılması önerilir.

#### Özet

Farklı sıcaklıklardaki ısı kaynaklarının neden olduğu atmosferik türbülansla yayılan ışık, video sekanslarında bulanıklık, dalgalanma ve yoğunluk dalgalanmalarının bir kombinasyonu olarak görünür. Halihazırda, atmosferik türbülansın görüntü restorasyonu, uzun menzilli alanlarda muazzam potansiyel uygulamalara sahiptir. Örneğin video gözetleme, savunma sistemleri ve drone görüntüleme sistemleri gibi. Ayrıca "Atmosferik türbülans yoluyla görüntüleme", son birkaç on yılda iyi araştırılmış bir konu. En temel hedefi Atmosferik Türbülans nedeniyle oluşan bozulmaları azaltmak olan bu projede, görüntü iyileştirme ile ilgili çeşitli yöntemlerle çok çerçeveli bir görüntü kullanarak çeşitli mimarilerden oluşturulmuş Ağ'ın içine girer. Derin öğrenme teknolojilerini kullanarak geometrik bozulmayı düzeltmek için yeniden yapılandırma yaklaşımı ve atmosferik türbülansın neden olduğu bulanıklık azaltmak projenin önemli hedeflerinden. İstatistiksel yöntemler ve Fourier analiz teknikleri ile ve WarpNet ve ColorNet yapılarını kullanarak PurdueLab v3 ortamında simüle eder. Ve Python, Lua, Torch gibi yazılımsal gereklilik kısımlarını da tamamlar.

**Anahtar Kelimeler: Atmospheric Turbulance, Image-to-Image transformation, Image restoration, Deep Learning**

## 1. ÖZGÜN DEĞER

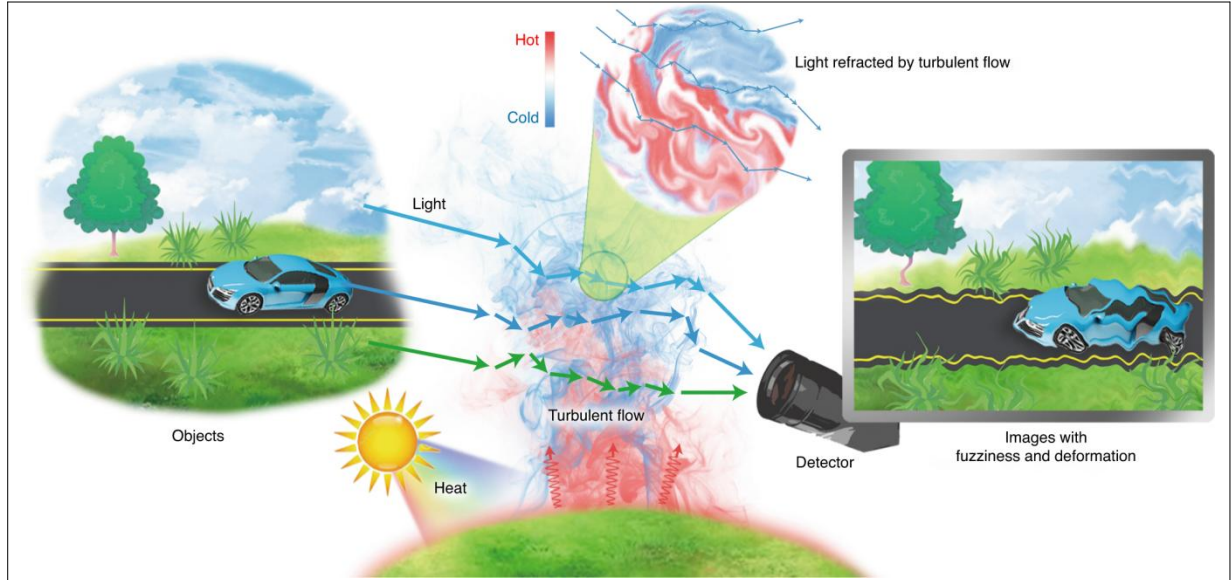
### 1.1. Konunun Önemi, Araştırma Önerisinin Özgün Değeri ve Araştırma Sorusu/Hipotezi

Araştırma önerisinde ele alınan konunun kapsamı ve sınırları ile önemi literatürün eleştirel bir değerlendirmesinin yanı sıra nitel veya nicel verilerle açıklanır.

Özgün değer yazılırken araştırma önerisinin bilimsel değeri, farklılığı ve yeniliği, hangi eksikliği nasıl gidereceği veya hangi soruna nasıl bir çözüm geliştireceği ve/veya ilgili bilim veya teknoloji alan(lar)ına kavramsal, kuramsal ve/veya metodolojik olarak ne gibi özgün katkılarda bulunacağı literatüre atıf yapılarak açıklanır.

Önerilen çalışmanın araştırma sorusu ve varsa hipotezi veya ele aldığı problem(ler)i açık bir şekilde ortaya konulur.

--



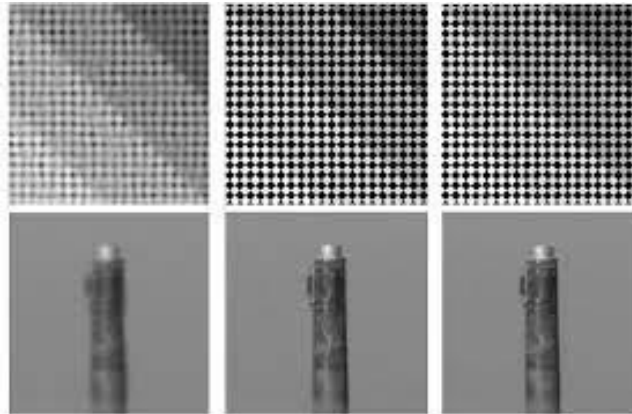
(Şekil1: Atmosferik Türbülans Yoluyla Görüntüleme örnek şeması)

Bir gök cisminden gelen ışığın dalga cephesinin Dünya atmosferinden geçerken bazı bozulmalara uğrar. Bu bozulmalar atmosferin farklı katmanlarındaki sıcaklık farklılıkları ve buna bağlı türbülans hareketleri sonucu oluşan kırılma indisi değişimlerinden kaynaklanır ve bu bozulmalara “Atmosferik türbülansın neden olduğu dalga cephesi deformasyonları” adı verilir [1].

Atmosferik türbülans çok çeşitli alanları kapsar. Çalkantılı girdaplar, küresel dolaşım, sinoptik havalar gibi alanların yanı sıra bölgesel dolaşımlarda, şiddetli fırtınalarda, bulutlarda, atmosferik sınır tabakasında ve bitki kanopilerinde de görülür [2].

Farklı sıcaklıklardaki ısı kaynaklarının neden olduğu atmosferik türbülansa yayılan ışık, video sekanslarında bulanıklık, dalgalanma ve yoğunluk dalgalanmalarının bir kombinasyonu olarak görünür. Halihazırda, atmosferik türbülansın görüntü restorasyonu , uzun menzilli alanlarda muazzam potansiyel uygulamalara sahiptir. Örneğin video gözetleme, savunma sistemleri ve drone görüntüleme sistemleri gibi...

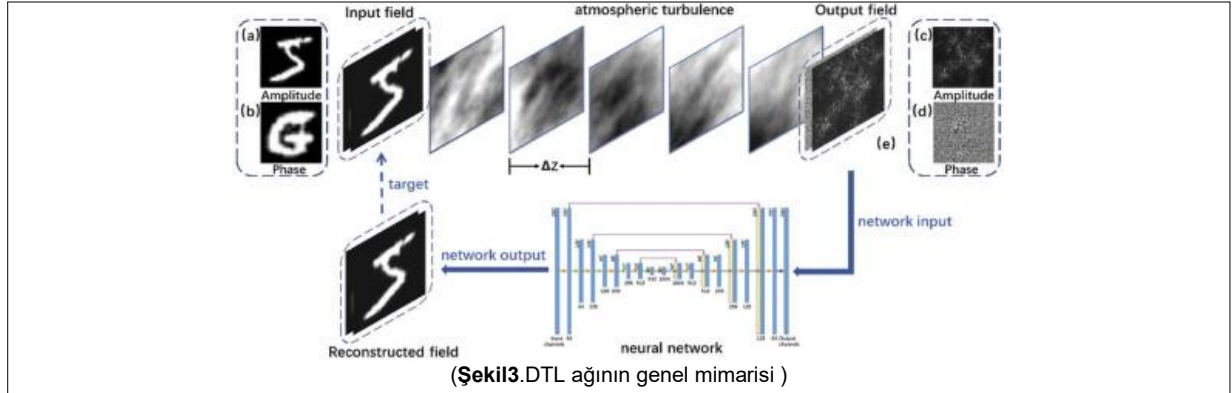
Bu sistemler, bir nesnenin birkaç kilometre mertebesinde ölçülen bir mesafedeki görüntülerini yakalar. Hafif atmosferik koşullardan kaynaklanan atmosferik bozulmalar, bu tür görüntülerde bulunan nesnenin geometrik ve algısal bilgisinde önemli değişiklikleri tetikleyebilir [3].



(Şekil2. Atmosferik türbülans distorsiyonunun restorasyonu (üstte) bir satranç tahtasında simüle edilmiş türbülans (Soldan sağa) Çarpık görüntü, temel/gerçek görüntü ve geri yüklenen (düzenlenmiş) görüntü )

Atmosferik türbülans yoluyla görüntüleme, son birkaç on yılda iyi araştırılmış bir konu. Bu konudaki ön çalışmalar astronomik konulara odaklandı. Bu uygulamalar bizim araştırma alanımızda bulunmamakla birlikte uygulamaları mevcuttur [4]. Halihazırda, atmosferik türbülansın görüntü restorasyonu , uzun menzilli alanlarda muazzam potansiyel uygulamalara da sahiptir. Örneğin; video gözetleme, savunma sistemleri ve drone görüntüleme sistemleri. Bu sistemler, bir nesnenin birkaç kilometre mertebesinde ölçülen bir mesafedeki görüntülerini yakalar. Hafif

atmosferik koşullardan kaynaklanan atmosferik türbülans bozulmaları, bu tür görüntülerde bulunan nesnenin geometrik ve algısal bilgisinde önemli değişiklikleri tetikleyebilir [5].



Farklı sıcaklıklardaki ısı kaynaklarının neden olduğu atmosferik türbülansla yayılan ışık, video sekanslarında bulanıklık, dalgalanma ve yoğunluk dalgalanmalarının bir kombinasyonu olarak görülür.

Bu durum, bilgisayarın görsel kalitesini ve performansını açıkça bozar. Atmosferik türbülans bozulması Yüz algılama, nesne izleme, 3D oluşturma vb. dahil olmak üzere görme teknikleri hem çevrimici hem de çevrimdışı denendi.

Çevrimdışı yaklaşım daha iyi restorasyon sonuçlarını hedeflerken, görsel kaliteyi sınırlayan gerçek zamanlı olarak çalışmak üzere optik cihazlara entegre edilmiştir. Ancak çevrimici yaklaşıma göre daha yavaş olabilir, yüksek performans hesaplama makinelerinde dahi [6].

Geometrik bozulmayı düzeltmek için rekonstrüksiyon yaklaşımı ve Atmosferik türbülans tarafından getirilen bulanıklık azaltmak temel hedeftir. Bu aşamada çeşitli İstatistiksel yöntemler ve Fourier Analiz teknikleri [7,8] başlıca yöntemlerimizden olacak ve geometrik bozulmayı bastırmak için B-SPLINE, RIGID olmayan kayıtlara dayalı her bir kareyi kaydedilir. Sonra bir zamansal Regresyon süreci ile bir görüntü üretmek için gerçekleştirilir. Gerekli detaylar Yöntem kısmında belirtilmiştir...

## 1.2. Amaç ve Hedefler

Araştırma önerisinin amacı ve hedefleri açık, ölçülebilir, gerçekçi ve araştırma süresince ulaşılabilir nitelikte olacak şekilde yazılır.

En temel hedefi Atmosferik Türbülans nedeniyle oluşan bozulmaları azaltmak olan bu projede, Görüntü iyileştirme ile ilgili çeşitli yöntemlerle çok çerçeveli bir görüntü kullanarak çeşitli mimarilerden oluşturulmuş Ağ'ın içine girer. Ve geometrik bozulmayı düzeltmek için yeniden yapılandırma yaklaşımı ve atmosferik türbülansın neden olduğu bulanıklık azaltılır. Daha sonra istatistiksel yöntemler ve Fourier analiz teknikleri ile ve WarpNet ve ColorNet yapılarını kullanarak PurdueLab v3 ortamında simulate eder. Ve Python, Lua, Torch gibi yazılımsal gereklilik kısımlarını da tamamlar.

Projenin akademik katkısı haricinde çeşitli alanlarda katkısı için gerekli çalışmaları yürütür.

Bu katkı yapacağı alanlara örnek olarak şunlar verilebilir:

- Radar Tespiti
- Plakası bulanık araçların plaka tahmini ve araç suç/ceza tespiti
- Navigasyonel uygulamalarda dataset olarak kullanımı
- Navigasyonel uygulamalarda görüntü netleştirme ile kaza oranını düşürme
- Stadyumlarda saha içi/oyuncuya yönelik atılan yabancı/tehlikeli madde atan seyircilerin yüz tanıma/netleştirme ile otomatik olarak passolig iptali ve cezai işlem uygulanması

## 2. YÖNTEM

Araştırma önerisinde uygulanacak yöntem ve araştırma teknikleri (veri toplama araçları ve analiz yöntemleri dahil) ilgili literatüre atıf yapılarak açıklanır. Yöntem ve tekniklerin çalışmada öngörülen amaç ve hedeflere ulaşmaya elverişli olduğu ortaya konulur.

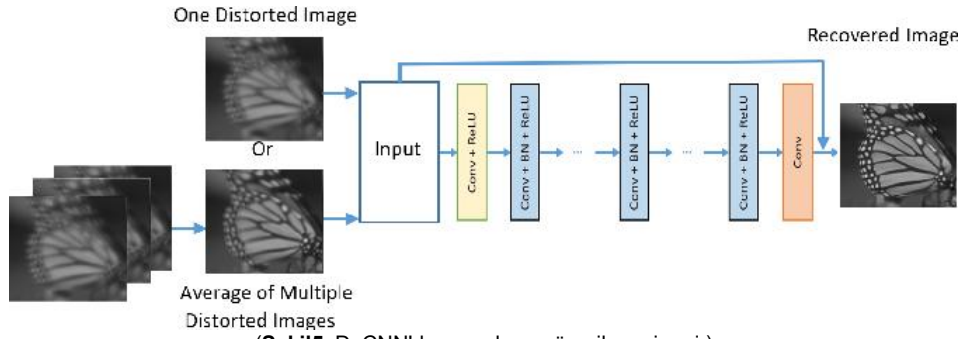
Yöntem bölümünün araştırmanın tasarımı, bağımlı ve bağımsız değişkenleri ve istatistiksel yöntemleri kapsamı gerekir. Araştırma önerisinde herhangi bir ön çalışma veya fizibilite yapıldıysa bunların sunulması beklenir. Araştırma önerisinde sunulan yöntemlerin iş paketleri ile ilişkilendirilmesi gerekir.

Atmosferik türbülans yoluyla oluşan bozulmaların derin öğrenme teknolojileri ile iyileştirmesi üzerine yapılacak çalışmanın adımları şunlardır [9].

İlk olarak Bir dizi artık blok (Residual Block) yoğun atmosferik türbülansı minimuma indirmek için uygun şekilde modifiye edilmiş artık bloklar oluşturulur. Bunlara bir kanal dikkat modülü eklenir. Bu kana dikkat modeli oluşturmanın temel hedefi Görüntü Restorasyonunu bloklar üzerinden iyileştirmek üzerinedir. Ardından, çalkantılı bir görüntüden daha ince geometrik bozulmaları ortadan kaldıran ve yüksek kaliteli bir görüntü üreten alt piksel mekanizması geliştirilir. Bu restore edilmiş görüntü elde edilmesini sağlar. Son olarak, genel ağın amaç fonksiyonuna yeni bir kayıp ekleyerek performans artıran ve WarpNet çıktısı ile kesinlik arasındaki kaybı en aza indiren görüntü oluşturulur. Ve bu yapı aynı zamanda bir ek denetim görevi de görür [10].

Temel anlamda atmosferik türbülans ve etkileri, görüldüğü alanlar ve özgün değerinden bahsedildi. Sırada bu işlemlerin yapılacağı ağ ve o ağın mimarisi nasıl olduğundan bahsetmek var.

**Ağ mimarisi iki alt ağı bölünmüştür: WarpNet ve ColorNet** [11]. WarpNet tarafından sunulan yapılar, uygulanan bir çarpıtma alanını öğrenerek (derin öğrenme devreye girer) atmosferik türbülansa girdi görüntüsünü çarpık bir görüntüyle sonuçlandırarak çıktı olarak verir ve bu aşamada geometrik bozulmayı ortadan kaldırır. Bu WarpNet çıktısı bulanık ve yüksek frekanslı ayrıntılardan yoksundur. Atmosferik bulanıklığa sahip değildir. WarpNet'in ardından ColorNet eklenir. Bu aşamaya WarpNet iletir işleme adı verilir. WarpNet'ten sonra Algisal ayrıntıları geri yükleyerek görüntü bulanıklığını en aza indirir.

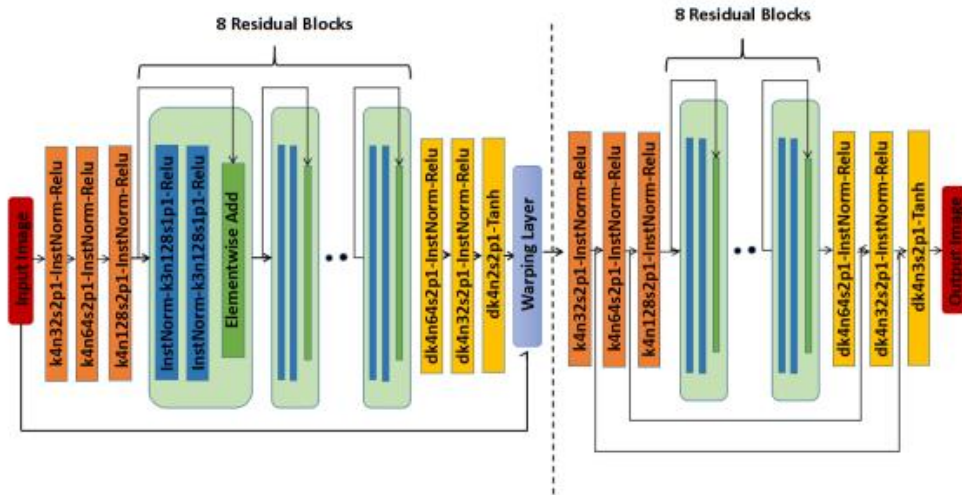


(Şekil5. DnCNN'den uyarlanan önerilen mimari )

WarpNet, giriş evrişim katmanından, upsampling bloğundan, sekiz artık bloktan, altörnekleme bloğundan ve çıkış evrişim katmanı. giriş evrişim katmanı girdi görüntüsünü özellik alanına yansır, iletilir alt örnekleme blokları Aşağı örnekleme bloğu şunlardan oluşur:

3 evrişim katmanı, 3 ReLU katmanı ve 3 Grup Normalleştirme katmanı. Her evrişim katmanı filtreden oluşur.

ColorNet'in mimarisi diğerlerinden biraz farklıdır. WarpNet, ColorNet'in yardımcı olan atlama bağlantılarına sahip olduğu için alt örnekleme sırasında kaybolan bilgilerin kurtarılmasında görev alır [12].



(Şekil6. DT-GAN ve DTD-GAN'ın jeneratör mimarisi)

Jeneratörümüzün ağ yapısı. Sol kısım görüntümüzün WarpNet'e girdiği 8 artık blok ve daha sonra sağ kısım da diğer 8 artık blok kısmıyla ColorNet kısmına girdiği kısım. Her evrişim katmanı için k, çekirdek boyutunu, n ise özellik haritaları, s adımı temsil eder ve p dolgu boyutunu temsil eder. Burada d, devrik evrişim katmanını temsil eder [13].

**Görüntüleme Matematiksel methodlarından birisi : Fourier**

Rastgele bir süreç, otokorelasyon fonksiyonu ile karakterize edilir.  $n_1$  için otokorelasyon fonksiyonu otokorelasyonun homojen olduğunu varsayıyoruz (yani geniş anlamda durağan). Bu, Fourier dönüşümlerini kullanmamıza izin verecektir. Aksi takdirde herhangi bir sinyal işleme yapmak kabus olur [14].

Otokorelasyon fonksiyonu verildiğinde, güç spektral yoğunluğunu da tanımlayabiliriz. Homojen rastgele süreçler için güç spektral yoğunluğu Fourier dönüşümüdür. Methodları öğrenirken yalnızca kullanılacak yöntemler, ağ mimarisi yanı sıra belli başlı mekanizmalara da ihtiyaç vardır. Çünkü bu mimaride çalışacak olan yapıların bir mekanizmaya ihtiyacı olur.

- *Derin öğrenmede dikkat mekanizması:*

Dikkat kelimesi, belirli bir parçaya seçici olarak konsantre olmak olarak yorumlanır. Görüntü işlemede de diğer algılanabilir bilgileri göz ardı etmemek adına kurulmuş mekanizmaya verilen addır. Başka bir deyişle, görüntümüzün içerisindeki yapılar içerisinde çoğunluğun tahsis edilmesi olarak da görülebilir. Bir girdinin temel bilgilerine ağırlık veren bu mekanizma ayrıca derin öğrenme yöntemlerinde yaygın olarak kullanılmaktadır.

Örneğin bilgisayarla görme [15,16] ve doğal dil ile ilgili işleme [17]. Paralel olarak, birkaç çalışma [18,19] olmuştur. Bu mekanizma çeşitli görme görevlerinde modelleri geliştirmek adına uzamsal dikkat ile kanal dikkatini birleştirmek için yapılmıştır.

Projenin geliştirme ortamı olarak, son sürüm Purdue V3 kullanılacak.

*PURDUE V3:* [20]

- Gerçek zamanlı 10 fps
- Gerçek zamanlı eğitim istatistikleri
- Gerçek zamanlı eğitim haritası
- Gerçek zamanlı PSF görselleştirme
- Web kamerası beslemesi

Atmosferik Türbülansın görüntüler üzerindeki etkisini İstatistiksel yöntemler ve Fourier analiz teknikleri ile ve WarpNet ve ColorNet yapılarını kullanarak PurdueLab v3 ortamında simulate eder. Ve Python, Lua, Torch gibi yazılımsal gereklilik kısımlarını da tamamlar. Ve görüntü iyileştirme ve düzenleme işlemini bitirir.

Daha sonra akademik katkısı haricinde hazırladığı bir projenin çeşitli alanlarda katkısı için gerekli çalışmaları yürütür...

### 3 PROJE YÖNETİMİ

#### 3.1 İş- Zaman Çizelgesi

Araştırma önerisinde yer alacak başlıca iş paketleri ve hedefleri, her bir iş paketinin hangi sürede gerçekleştirileceği, başarı ölçütü ve araştırmanın başarısına katkısı “İş-Zaman Çizelgesi” doldurularak verilir. Literatür taraması, gelişme ve sonuç raporu hazırlama aşamaları, araştırma sonuçlarının paylaşımı, makale yazımı ve malzeme alımı ayrı birer iş paketi olarak gösterilmemelidir.

Başarı ölçütü olarak her bir iş paketinin hangi kriterleri sağladığında başarılı sayılacağı açıklanır. Başarı ölçütü, ölçülebilir ve izlenebilir nitelikte olacak şekilde nicel veya nitel ölçütlerle (ifade, sayı, yüzde, vb.) belirtilir.

#### İŞ-ZAMAN ÇİZELGESİ (\*)

İ P N O	İş Paketlerinin Adı ve Hedefleri	Kim(ler) Tarafından Gerçekleştirileceği	Zaman Aralığı (...-.. Ay)	Başarı Ölçütü ve Projenin Başarısına Katkısı
1	Proje Yönetimi	Dr. Öğretim Üyesi Anıl BAŞ, Muhammed Sacid UÇAK	Proje Boyunca	Proje yönetimi, projeye dahil olan bütün paydaşların projeye ilişkin tüm beklentilerinin karşılanması amacıyla çeşitli bilgi, deneyim, teknik ve yöntemlerin projeye uyumlu ve bu amaca uygun şekilde koordinasyonudur.  Bu iş paketinin başarı kriteri projenin başarılı şekilde bitirilmesidir. %10 başarı oranına sahiptir.
2	Literatür ve Dataset Taraması	Muhammed Sacid UÇAK	1	%10
3	Veri toplanması ve Analizi (Atmosferik Türbülans yoluyla bozulmuş çeşitli görüntülerin toplanması)	Muhammed Sacid UÇAK	2-3	%10
4	Derin Ağ Modelinin Oluşturulması	Muhammed Sacid UÇAK	3-7	%20
5	Algoritmanın Geliştirilmesi ve Optimizasyonu	Muhammed Sacid UÇAK	7-9	%30
6	Test ve Deneyler	Muhammed Sacid UÇAK	9-10	%10
7	Derin Ağ Modelinin Kontrolü ve Projenin Derlenmesi ve Kontrol Aşaması	Muhammed Sacid UÇAK	10-11	%5

8	Raporun Yazılması	Muhammed Sacid UÇAK	11-12	%5
---	-------------------	------------------------	-------	----

(\*) Çizelgedeki satırlar ve sütunlar gerektiği kadar genişletilebilir ve çoğaltılabilir.



### 3.2 Risk Yönetimi

Araştırmanın başarısını olumsuz yönde etkileyebilecek riskler ve bu risklerle karşılaşıldığında araştırmanın başarıyla yürütülmesini sağlamak için alınacak tedbirler (B Planı) ilgili iş paketleri belirtilerek ana hatlarıyla aşağıdaki Risk Yönetimi Tablosu'nda ifade edilir. B planlarının uygulanması araştırmanın temel hedeflerinden sapmaya yol açmamalıdır.

**RİSK YÖNETİMİ TABLOSU\***

İP No	En Önemli Riskler	Risk Yönetimi (B Planı)
1	Eldeki verisetlerinin yetersiz olması	Yeni verisetleri araştırmasına başlamak
2	Harici verisetlerinin yetersiz nitelikte ve nicelikte olması	Yeni veriler üretilerek veri seti miktarı ve kalitesi büyütülecektir.
3	Yüksek kalitede video ile kullanılacak programları kaldırarak yeterli seviyede donanım cihazı bulunmaması	Üniversite'nin diğer laboratuvar olanaklarından ekstra donanım desteği

(\*) Tablodaki satırlar gerektiği kadar genişletilebilir ve çoğaltılabilir.

### 3.3. Araştırma Olanakları

Bu bölümde projenin yürütüleceği kurum ve kuruluşlarda var olan ve projede kullanılacak olan altyapı/ekipman (laboratuvar, araç, makine-teçhizat, vb.) olanakları belirtilir.

**ARAŞTIRMA OLANAKLARI TABLOSU (\*)**

Kuruluşta Bulunan Altyapı/Ekipman Türü, Modeli (Laboratuvar, Araç, Makine-Teçhizat, vb.)	Projede Kullanım Amacı
Marmara Üniversitesi Teknoloji Fakültesi kampüsü araştırma laboratuvarı	Proje esnasında gerekli olacak teçhizat desteği
Bilgisayar Mühendisliği bölümünün görüntü işleme laboratuvarındaki derin öğrenme bilgisayarları	Yüksek video işlemleri için yeterli bilgisayar donanım desteği

(\*) Tablodaki satırlar gerektiği kadar genişletilebilir ve çoğaltılabilir.

### 4. YAYGIN ETKİ

Önerilen çalışma başarıyla gerçekleştirildiği takdirde araştırmadan elde edilmesi öngörülen ve beklenen yaygın etkilerin neler olabileceği, diğer bir ifadeyle yapılan araştırmadan ne gibi çıktı, sonuç ve etkilerin elde edileceği aşağıdaki tabloda verilir.

**ARAŞTIRMA ÖNERİSİNDEN BEKLENEN YAYGIN ETKİ TABLOSU**

Yaygın Etki Türleri	Önerilen Araştırmadan Beklenen Çıktı, Sonuç ve Etkiler
<b>Bilimsel/Akademik</b> (Makale, Bildiri, Kitap Bölümü, Kitap)	Çalışma sonuçlarının ulusal bir konferansta bildiri olarak sunulması planlanmaktadır. Uluslararası proje yarışmalarına ve Lisans programlarına başvurmak hedeflenmektedir.
<b>Ekonomik/Ticari/Sosyal</b> (Ürün, Prototip, Patent, Faydalı Model, Üretim İzni, Çeşit Tescili, Spin-off/Start-up Şirket, Görsel/İşitsel Arşiv, Envanter/Veri Tabanı/Belgeleme Üretimi, Telif Konu Olan Eser, Medyada Yer Alma, Fuar, Proje Pazarı, Çalıştay, Eğitim vb. Bilimsel Etkinlik, Proje Sonuçlarını Kullanacak Kurum/Kuruluş, vb. diğer yaygın etkiler)	Proje sonunda Atmosferik Türbülans yoluyla görüntü iyileştirme yapılması yoluyla trafikte, suç tespitlerinde ve sosyal hayatta çeşitli çalışmalarda kullanılması hedeflenmektedir.

<b>Araştırmacı Yetiştirilmesi ve Yeni Proje(ler) Oluşturma</b> (Yüksek Lisans/Doktora Tezi, Ulusal/Uluslararası Yeni Proje)	
--	--

## 5. BÜTÇE TALEP ÇİZELGESİ

Bütçe Türü	Talep Edilen Bütçe Miktarı (TL)	Talep Gerekçesi
Sarf Malzeme	1280	Kırtasiye giderleri
Makina/Teçhizat (Demirbaş)	4399	Kamera gideri
Hizmet Alımı		
Ulaşım		
TOPLAM	5679	Kırtasiye ve Harici Donanım giderleri

**NOT:** Bütçe talebiniz olması halinde hem bu tablonun hem de TÜBİTAK Yönetim Bilgi Sistemi (TYBS) başvuru ekranında karşınıza gelecek olan bütçe alanlarının doldurulması gerekmektedir. Yukardaki tabloda girilen bütçe kalemlerindeki rakamlar ile, TYBS başvuru ekranındaki rakamlar arasında farklılık olması halinde TYBS ekranındaki veriler dikkate alınır ve başvuru sonrasında değiştirilemez.

## 6. BELİRTMEK İSTEDİĞİNİZ DİĞER KONULAR

Sadece araştırma önerisinin değerlendirilmesine katkı sağlayabilecek bilgi/veri (grafik, tablo, vb.) eklenebilir.

--

## 7. EKLER

### EK-1: KAYNAKLAR

[1] Aytekin, Erdem. "Başucu Noktası ve Kutup Yıldızı Gözlemleriyle Atmosferik Görüş Ölçümü." *Turkish Journal of Astronomy and Astrophysics* 1.2 (2020): 767-767.

[2] Wyngaard, John C. "Atmospheric turbulence." *Annual Review of Fluid Mechanics* 24.1 (1992): 205-234.

[3] Rai, Shyam Nandan, and C. V. Jawahar. "Removing Atmospheric Turbulence via Deep Adversarial Learning." *IEEE Transactions on Image Processing* 31 (2022): 2633-2646.

[4] B. L. Ellerbroek, "First-order performance evaluation of adaptive-optics systems for atmospheric-turbulence compensation in extended-field-of-view astronomical telescopes," *J. Opt. Soc. Amer. A, Opt. Image Sci.*, vol. 11, no. 2, p. 783, 1994.

[5] Rai, Shyam Nandan, and C. V. Jawahar. "Removing Atmospheric Turbulence via Deep Adversarial Learning." *IEEE Transactions on Image Processing* 31 (2022): 2633-2646.

- [6] Anantrasirichai, Nantheera. "Atmospheric Turbulence Removal with Complex-Valued Convolutional Neural Network." *arXiv preprint arXiv:2204.06989* (2022).
- [7] R. Hufnagel, "Restoration of atmospherically degraded images: Woods hole summer study," Proc. Nat. Acad. Sci. USA, 1966.
- [8] Y. Yitzhaky, "Restoration of atmospherically blurred images according to weather-predicted atmospheric modulation transfer functions," Opt. Eng., vol. 36, no. 11, p. 3064, Nov. 1997
- [9] Gao, Jing, Nantheera Anantrasirichai, and David Bull. "Atmospheric turbulence removal using convolutional neural network." *arXiv preprint arXiv:1912.11350* (2019).
- [10] Z. Li, Z. Murez, D. Kriegman, R. Ramamoorthi, and M. Chandraker, "Learning to see through turbulent water," in Proc. IEEE Winter Conf. Appl. Comput. Vis. (WACV), Mar. 2018, pp. 512–520
- [11] Rai, Shyam Nandan, and C. V. Jawahar. "Removing Atmospheric Turbulence via Deep Adversarial Learning." IEEE Transactions on Image Processing 31 (2022): 2633-2646.
- [12] O. Ronneberger, P. Fischer, and T. Brox, "U-Net: Convolutional networks for biomedical image segmentation," in Proc. Int. Conf. Med. Image Comput. Comput.-Assist. Intervent., 2015, pp. 234–241.
- [13] Li, Zhengqin, et al. "Learning to see through turbulent water." 2018 IEEE Winter Conference on Applications of Computer Vision (WACV). IEEE, 2018.
- [14] Gardner, W. "Stationarizable random processes." IEEE Transactions on information theory 24.1 (1978): 8-22.
- [15] J. S. Chung, A. Senior, O. Vinyals, and A. Zisserman, "Lip reading sentences in the wild," in Proc. IEEE Conf. Comput. Vis. Pattern Recognit. (CVPR), Jul. 2017, pp. 3444–3453
- [16] K. Xu et al., "Show, attend and tell: Neural image caption generation with visual attention," in Proc. ICML, 2015, pp. 2048–2057
- [17] K. Xu et al., "Show, attend and tell: Neural image caption generation with visual attention," in Proc. ICML, 2015, pp. 2048–2057
- [18] A. Vaswani et al., "Attention is all you need," in Proc. Adv. Neural Inf. Process. Syst., 2017 J. Park, S. Woo, J.-Y. Lee, and I. S. Kweon, "BAM: Bottleneck attention module," 2018, arXiv:1807.06514
- [19] S. Woo, J. Park, J.-Y. Lee, and I. S. Kweon, "CBAM: Convolutional block attention module," in Proc. ECCV, 2018, pp. 3–19.
- [20] Nair, Nithin Gopalakrishnan, Kangfu Mei, and Vishal M. Patel. "AT-DDPM: Restoring Faces degraded atmospheric Turbulence using Denoising Diffusion Probabilistic Models." arXiv preprint arXiv:2208.11284 (2022).