

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ

**COĞRAFİ BİLGİ SİSTEMLERİ ARACILIĞIYLA HAVAALANI YER SEÇİMİ
VE PİST KULLANILABİLİRLİĞİNİN İNCELENMESİ: TOKAT HAVAALANI
ÖRNEĞİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Safiye HAYMANA

Geomatik Mühendisliği Anabilim Dalı

Geomatik Mühendisliği Programı

KASIM 2022

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ

**COĞRAFİ BİLGİ SİSTEMLERİ ARACILIĞIYLA HAVAALANI YER
SEÇİMİ VE PİST KULLANILABİLİRLİĞİNİN İNCELENMESİ: TOKAT
HAVAALANI ÖRNEĞİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**Safiye HAYMANA
(501191639)**

Geomatik Mühendisliği Anabilim Dalı

Geomatik Mühendisliği Programı

Tez Danışmanı: Prof. Dr. Rahmi Nurhan ÇELİK

KASIM 2022

İTÜ, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü'nün 501191639 numaralı Yüksek Lisans Öğrencisi Safiye HAYMANA ilgili yönetmeliklerin belirlediği gerekli tüm şartları yerine getirdikten sonra hazırladığı “COĞRAFİ BİLGİ SİSTEMLERİ ARACILIĞIYLA HAVAALANI YER SEÇİMİ VE PİST KULLANILABİLİRLİĞİNİN İNCELENMESİ: TOKAT HAVAALANI ÖRNEĞİ” başlıklı tezini aşağıda imzaları olan jüri önünde başarı ile sunmuştur.

Tez Danışmanı : **Prof. Dr. Rahmi Nurhan ÇELİK**
İstanbul Teknik Üniversitesi

Jüri Üyeleri : **Prof. Dr. Nebiye MUSAOĞLU**
İstanbul Teknik Üniversitesi

.....
Prof. Dr. Ali Melih BAŞARENER
Yıldız Teknik Üniversitesi

Teslim Tarihi : 3 Aralık 2022
Savunma Tarihi : 3 Kasım 2022





Aileme,



ÖNSÖZ

Öncelikle havacılık sektöründe bir Geomatik Mühendisi olarak güçlü bir motivasyonla mesleki deneyimler edinmeyi ve bu çalışmanın var olmasında desteğini esirgemeyen Pegasus Havayolları Performans ve Navigasyon Departman Müdürü Sayın Ömer Kaya'ya;

Tezime ait tüm süreçlerde bana bilgi ve tecrübesiyle yol gösteren değerli hocam Prof. Dr. Rahmi Nurhan Çelik'e;

Ayrıca tez çalışmamda katkı ve perspektif sağlayabilmek için ürünlerini karşılıksız olarak bana sunan HARİTAEVİ Genel Müdürü Özgür Karataş'a;

Bu süreçte bana büyük destek sağlayan değerli ailem ve arkadaşlarıma;

Saygı ve teşekkürlerimle...

Kasım 2022

Safiye Haymana
(Geomatik Mühendisi)



İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖNSÖZ.....	vii
İÇİNDEKİLER	ix
KISALTMALAR	xi
SEMBOLLER	xiii
ÇİZELGE LİSTESİ.....	xv
ŞEKİL LİSTESİ.....	xvii
ÖZET	xix
SUMMARY	xxi
1. GİRİŞ	1
1.1 Literatür Araştırması	2
1.2 Çalışmanın Amacı	3
1.3 Çalışma Bölgesi.....	3
1.4 Temel Havaalanı Elemanları.....	5
2. MATERYAL VE METOT	7
2.1 Materyal.....	7
2.1.1 Kriterler	7
2.1.1.1 Yükseklik.....	7
2.1.1.2 Eğim	8
2.1.1.3 Düşey engel/mania	10
2.1.1.4 Arazi kullanımı.....	14
2.1.1.5 Sıcaklık.....	15
2.1.1.6 Yağış.....	15
2.1.1.7 Basınç ve hava yoğunluğu.....	16
2.1.1.8 Sis	16
2.1.1.9 Rüzgar	17
2.1.1.10 Yeraltı/yerüstü su kaynakları.....	20
2.1.1.11 Enerji santralleri	20
2.1.1.12 Ulaşım	22
2.1.1.13 Nüfus yoğunluğu	22
2.1.1.14 Gürültü.....	23
2.1.1.15 Kuş göç yolları	24
2.2 Metot	24
3. UYGULAMA	27
3.1 Analitik Hiyerarşi Yöntemi.....	27
3.2 Tematik Haritaların Üretimi ve Mekansal Çakıştırma Analizi	30
3.3 Pist Konumu Belirleme	31
3.3.1 Pistin fiziksel parametreleri.....	31
3.3.2 Uçak performansı.....	33
3.3.3 Hakim rüzgar yönü.....	34
4. BULGULAR	35

5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER.....	43
KAYNAKLAR.....	45
ÖZGEÇMİŞ.....	47



KISALTMALAR

AIP	: Aeronautical Information Publication
AHY	: Analitik Hiyerarşı Yöntemi
AYS	: Aletli Yaklaşma Sistemi
CBS	: Coğrafi Bilgi Sistemleri
ÇÖKV	: Çok Ölçütlü Karar Verme Yöntemi
DHMI	: Devlet Hava Meydanları İşletmesi
FAA	: Federal Aviation Administration
ICAO	: International Civil Aviation Organization
MGM	: Meteoroloji Genel Müdürlüğü
MÇK	: Mekansal Çakıştırma Analizi
RES	: Rüzgar Enerji Santrali
RK	: Rastlantısal Katsayı
ROC	: Rank Order Centroid
SDO	: Static Data Operations
TÜİK	: Türkiye İstatistik Kurumu
TK	: Tutarlılık Katsayısı
TO	: Tutarlılık Oranı



SEMBOLLER

C	: İkili karşılaştırma matrisi
C_w	: Normalize edilen ikili karşılaştırma matrisi
°C	: Celsius
c_{ij}	: Matris elemanı
n	: Kriter sayısı
W	: Ağırlık vektörü
λ_{max}	: En büyük özdeğer
m	: Metre
km	: Kilometre
km²	: Kilometre kare
sn	: Saniye
sa	: Saat



ÇİZELGE LİSTESİ

Sayfa

Çizelge 2.1: Havaalanı referans kodları.....	8
Çizelge 2.2: Mania yüzey parametreleri.	12
Çizelge 2.3: Yan rüzgar bileşeni değerleri.....	18
Çizelge 3.1: 9 puanlık karşılaştırma ölçeği.....	27
Çizelge 3.2: Genel bir ikili karşılaştırma matrisi (C).....	28
Çizelge 3.3: İkili karşılaştırma matrisi.....	29
Çizelge 3.4: Normalize edilmiş matris.	29
Çizelge 3.5: Normalize edilmiş matrisin ortalama değeri.	29
Çizelge 3.6: Kriterlerin ağırlıkları.	30
Çizelge 3.7: Havaalanı referans kodlarına göre pist genişlikleri.....	32
Çizelge 3.8: Boeing 737 ve Airbus 320 tiplerinin uzunluk parametreleri.....	34



ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa

Şekil 1.1: Tokat il haritası.....	4
Şekil 1.2: Tipik havaalanı elemanları.....	5
Şekil 2.2: Tokat ili yükseklik haritası.....	8
Şekil 2.3: Tokat ili eğim haritası.....	9
Şekil 2.4: Genel bir mania planı (Ulubay ve Varol, 2012).....	10
Şekil 2.5: Mania yüzeylerini aşan doğal engeller (Ulubay ve Varol, 2012).....	10
Şekil 2.6: Mania yüzeylerini aşan yapay engeller (Ulubay ve Varol, 2012).....	11
Şekil 2.7: Maniabilir yazılımında AIP manialarının gösterimi (Url-11).....	12
Şekil 2.8: Maniabilir yazılımında Tokat Havaalanı mania yüzeyi örneği (Url-11)...	13
Şekil 2.9: SDO yazılımında Tokat Havaalanı mania yüzeyi örneği (Url-12).....	13
Şekil 2.10: Tokat ili arazi kullanım haritası.....	14
Şekil 2.11: Tokat ili ağustos ayı sıcaklık haritası.....	15
Şekil 2.12: Tokat ili mayıs ayı sıcaklık haritası.....	16
Şekil 2.13: Yan rüzgarın seyahat yönüne etkisi.....	17
Şekil 2.14: Tipik bir rüzgar gülü gösterimi.....	18
Şekil 2.15: Yıllık ortalama rüzgar hızı dağılımı (Url-2).....	19
Şekil 2.16: Yıllık ortalama rüzgar güç yoğunluğu dağılımı (Url-2).....	19
Şekil 2.17: Tokat ili yeraltı/yerüstü su kaynakları haritası.....	20
Şekil 2.18: Türkiye termik santraller ve enerji kaynakları haritası (Url-4).....	21
Şekil 2.19: Türkiye hidroelektrik santraller haritası (Url-4).....	21
Şekil 2.20: Türkiye rüzgar enerji santralleri haritası (Url-4).....	22
Şekil 2.21: Tokat ili karayollarına yakınlık haritası.....	22
Şekil 2.22: Tokat ili nüfus yoğunluğu haritası.....	23
Şekil 2.23: Türkiye’de kuşların yuvalandığı bölgeler ve kuş göç yolları (Url-5).....	24
Şekil 2.24: Havaalanı yer seçimi ve pist konumu belirleme süreci.....	25
Şekil 3.1: AHY'nin genel yapısı.....	27
Şekil 3.2: Çalışma bölgesine ait tematik haritalar.....	31
Şekil 3.3: Pist uzunluğu için beyan edilen mesafeler.....	31
Şekil 3.4: Tokat Havaalanı eski ve yeni pist uzunlukları.....	33
Şekil 3.5: Tokat rüzgar enerji santraline göre rüzgar hızı ve yönü dağılımı.....	34
Şekil 4.1: Tokat Havaalanı eski ve yeni pist mania analizi (Url-12).....	35
Şekil 4.2: Havaalanı çevresindeki drenaj ağları.....	36
Şekil 4.3: Tokat Havaalanı uygun bölge gösterimi.....	37
Şekil 4.4: Tokat Havaalanı meydan haritası (Url-9).....	38
Şekil 4.5: Tokat Havaalanı standart kalkış haritası (Url-9).....	39
Şekil 4.6: Tokat Havaalanı standart geliş haritası (Url-9).....	40
Şekil 4.7: Tokat Havaalanı aletli yaklaşma haritası (Url-9).....	41



COĞRAFI BİLGİ SİSTEMLERİ ARACILIĞIYLA HAVAALANI YER SÇİMİ YAPILMASI VE PİST KULLANILABİLİRLİĞİNİN İNCELENMESİ: TOKAT HAVAALANI ÖRNEĞİ

ÖZET

Geçmişte insanların bir yerden yere göç etmesiyle ulaşım alanında önemli gelişmelerin temeli atılmıştır. İnsan gücüyle kısa mesafelerde başlayan ulaşım serüveni, teknolojinin gelişmesiyle birlikte yerini uzun mesafelerde etkili ulaşım çeşitlerine bırakmıştır. Hızla artan nüfus, beraberinde ulaşım alanında yeni talep ve ihtiyaçların doğmasına neden olmuştur. Zamanla taşımacılık alanında önce karayolu ulaşımı sonrasında denizyolu ve demiryolu ulaşımı gelişmiştir. Günümüzde ise sağladığı avantajlarla birlikte havayolu ulaşım sistemleri önemli bir role sahip olmuştur.

Havayolu ulaşımı, yolcuların zaman yönetimini kolaylaştırarak seyahat etmelerini, esnek rotalar ve hizmetlerle kısıtlanmayan bir yolculuğa sahip olmalarını, uzak mesafelere hızlı bir şekilde ulaşmalarını ve sadece yolcular için değil ayrıca yüklerin taşınabilmesini sağlayan dijitalleşmiş bir ulaşım şeklidir.

Havayolu ulaşımı sağladığı kolaylıklar dolayısıyla hem uluslararası hem ülke içi ulaştırmada rağbet görmeye başlamıştır. Böylelikle ülkeler yeni havaalanları inşası konusunda yatırımlarını büyük derecede arttırmışlardır.

Yeni bir havaalanı yapılmak istendiğinde akıllara gelen ilk soru havaalanının nereye yapılacağı sorusudur. Havaalanı inşa edilecek yerin belirlenmesi oldukça efor isteyen bir aşamadır. Doğru bir planlama yapılmadığında, inşa edilmiş ya da inşa edilecek olan bir havaalanında kapasite eksikliği, finansal kayıp, kullanılamaz hale gelmek ve ihtiyaçlara cevapsız kalmak kaçınılmaz bir sonudur. Meteorolojik koşullar, arazi yüksekliği ve eğimi, uçuş hattında bulunabilecek yapay ve doğal engeller, havaalanı kapasitesini karşılayabilecek nüfus yoğunluğu ve havaalanına olan ulaşım gibi bir çok parametrenin karar aşamasında değerlendirilmesi gerekir. Birden fazla parametrenin değerlendirilmesi gerektiği bu aşamada karar verebilmek için Çok Kriterli Karar Verme (ÇKKV) yöntemlerinden biri olan Analitik Hiyerarşi Yöntemi (AHY) sıkça kullanılan bir yöntemdir. Analitik Hiyerarşi Yöntemi ile ağırlıklı kriterleri incelemek, karar vermek ve analiz etmek için Coğrafi Bilgi Sistemleri'nden faydalanılır. CBS mekansal verilerin bilgisayar ortamında elde edilmesini, yönetilmesini, analiz edilmesini ve görüntülenmesini sağlayan günümüz teknolojisinde sıklıkla kullanılan bir sistemdir. Ayrıca, afet yönetimi, risk yönetimi ve planlama gibi birçok alanda analiz çalışmaları için altlık olarak kullanılabilmektedir.

Bu çalışmada, altyapı sorunları nedeniyle eski pisti kullanılamayıp yeni bir pist inşa edilen Tokat Havaalanı'nda en uygun yer seçimi yaparak havaalanı yerinin doğruluğunu görmek ve yeni pist ile eski pisti kullanılabiliirlik açısından değerlendirmek amaçlanmıştır. ÇKKV yöntemlerinden biri olan AHY ile gerekli kriterler kullanılarak CBS aracılığıyla en uygun havaalanı yer seçimi yapılarak eski ve yeni pistin kullanılabiliirliği üzerine eleştirel bir yaklaşımda bulunulmuştur.



CHOOSING THE SUITABLE AIRPORT LOCATION BY USING GEOGRAPHICAL INFORMATION SYSTEMS AND INVESTIGATION OF RUNWAY USABILITY: TOKAT AIRPORT CASE

SUMMARY

In the past, with the migration of people from one place to another, the foundation of important developments in the field of transportation was laid. The adventure of transportation, which started in short distances with human power, has left its place to effective transportation types over long distances with the development of technology. The rapidly increasing population has led to the emergence of new demands and needs in the field of transportation. Over time, in the field of transportation, first road transportation, then sea and rail transportation developed. Today, with the advantages it provides, air transportation systems have an important role.

Airline transportation is a digitalized mode of transportation that enables passengers to travel by making time management easier, have an unrestricted journey with flexible routes and services, reach long distances quickly, and transport not only passengers but also loads.

Airline transportation has started to be popular in both international and domestic transportation due to the convenience it provides. Thus, countries have greatly increased their investments in the construction of new airports.

When a new airport is wanted to be built, the first question that comes to mind is where to build the airport. The determination of the place where the airport will be built is a stage that requires a lot of effort. Lack of capacity, financial loss, becoming unusable and being unresponsive to needs are an inevitable outcome in an airport that has been built or will be built, when proper planning is not done. Many parameters such as meteorological conditions, terrain height and slope, artificial and natural obstacles on the flight line, population density that can meet the airport capacity and transportation to the airport need to be evaluated during the decision stage. Multi-Criteria Decision Making methods are used to decide at this stage where more than one parameter should be evaluated. Multi-Criteria Decision Making methods are the methods that aim to find the "most suitable" alternative among the alternatives when many different alternatives are encountered during the decision-making stage. The Analytical Hierarchy Method is one of the most frequently used Multi-Criteria Decision Making methods. It is a method that facilitates decision making. In the first step, a hierarchical structure is created between the criteria by dividing the problem into parts and possible alternatives are determined. In the second step, comparative decision-making and preference matrices are created. A 9-point comparison scale is used to determine the degree of importance of the criteria relative to each other. A 9-point comparison example a scoring is made according to the importance degrees of the criteria with respect to each other. In the third step, paired comparison matrices are created according to the importance levels specified in the comparison scale. The pairwise comparison matrix is obtained. After, the weight vector is calculated.

Weights are calculated from the values obtained by normalizing the pairwise comparison matrix, and then a weight vector is written showing the weights of the criteria. As a result of the operations performed, the Consistency Ratio is calculated, and the work continues if the values are consistent.

Geographic Information Systems are used to examine weighted criteria with the Analytical Hierarchy Method, to decide and to analyze. Geographic Information Systems spatial

It is a frequently used system in today's technology that enables data to be obtained, managed, analyzed, and displayed in computer environment. Geographical Information System can be used as a basis for analysis studies in many areas such as disaster management, risk management, and planning.

Many parameters should be considered when choosing the appropriate airport location. Analytical Hierarchy method and Geographic Information Systems are also frequently used in choosing the appropriate airport location.

In this study, Tokat Airport was chosen as a case study area in order to select the appropriate location for the airport and to examine the runway availability. The construction of Tokat Airport was finished in 1995, but the airport could not be used efficiently due to runway and infrastructure problems. A new runway was built at the airport, and it was started to be used again in 2022. The aim of the study is to determine the most suitable place to build an airport in the province of Tokat and to examine the usability of the newly built runway with the help of Analytical Hierarchy method and Geographic Information Systems.

Within the scope of the study, a total of 15 criteria, divided into 4 main groups to be used in determining the most suitable location for an airport, were determined and data/information was obtained. Topography, meteorology, infrastructure, and environmental factors constitute 4 main groups.

Under the topography group, height, slope, land use and vertical obstacle/criteria were evaluated. Under the meteorology group, temperature, precipitation, fog, wind, pressure, and air density criteria were evaluated. Under the infrastructure group, underground/surface water resources, power plants and transportation criteria were evaluated. Population density, noise and bird migration route criteria were evaluated under the environmental factors group. In order to be able to choose the suitable location for the airport among these criteria, the criteria of temperature, precipitation, altitude, slope, population density, proximity to highways were weighted with AHY and thematic maps were produced through Geographical Information Systems. As a result, Spatial Matching Analysis was performed and a suitability map showing the most suitable and unsuitable region for constructing an airport in Tokat province was obtained.

The usability of the runway to be built at the airport is also important for a region to be suitable for making an airport. Determining the runway location, the physical parameters of the runway, the performance of the airplanes that will use the runway, the ability of the runway to be sufficient for these airplanes, and the prevailing wind components that pose a danger to the airplanes on the take-off and landing lines should be evaluated. When determining the runway parameters, the length of the runway varies according to the performance and operational requirements of the airplanes and must be able to meet these requirements. The runway width should be determined according to the boots of the aircraft and the situation that it will not overflow the

runway in case of a possible cross wind. The performance and dimensions of the aircraft affect the runway dimensions as well as the location of the terminal buildings, the distance between the aircraft when parked, the apron and taxiway dimensions, and the number of passengers. As the number of passengers increases, more planes and a larger terminal are needed. It is important to choose an airport and runway location that can meet this increase. In addition, the prevailing wind direction is the direction in which the wind blows the most in a region. Crosswind, on the other hand, is the wind at right angles from the right and left sides of the airplane and is the most dangerous wind type for airplanes. For this reason, a planning should be made so that the aircraft will not be exposed to the crosswind or will be minimally affected. When the usability of the old and new runways to Tokat Airport is examined; In terms of its physical properties, the old runway is not sufficient to meet the landing and take-off performances of aircraft such as Airbus 320 and Boeing 737, which are frequently used in Turkey and in the world.

The new runway, with its length of 2700 meters and width of 45 meters, is sufficient to meet the aircraft performance. The old runway is located in the south of the prevailing wind direction in the province of Tokat, so it is on a front where it can be exposed to crosswinds. This reason puts flight safety at risk on windy days. The new runway, on the other hand, increases the flight safety and aircraft performance by taking the headwind as it is located in the prevailing wind direction. When the vertical obstacle analysis for the old runway is examined, it is seen that the landing and take-off cannot be performed safely due to the natural obstacles that cross the take-off and approach surfaces. The new runway, on the other hand, is located in an area with an approach and take-off surface free from natural obstacles in terms of vertical obstacle analysis.

As a result of the study, it has been determined that the region located in the northeast of Pazar district and west of Tokat central district is the most suitable region for airport location selection. Likewise, Tokat Airport is located at this location. However, it is obvious that the old runway is unusable, unable to meet the needs of the aircraft and endangering the flights with the prevailing wind it is exposed to. It can be said that the new runway is more useful than the old runway and does not create a flight risk.

It is important to improve the analyzes and use new technologies in order to obtain an effective result in the studies. For example, when examining land use and vertical obstacles in the airport location selection, a more sensitive and accurate study can be carried out with high resolution satellite images. However, a newly built airport may undergo deformation, both during and after construction, depending on the ground motion that develops on land. By monitoring the changes that will occur over time through Space Based Interferometry, precautions can be taken before the structures become unusable. Finally, in order to prevent the air traffic that has arisen with the recent increasing demand, wider and longer aircraft with increased passenger capacity have been started to be used. For this reason, while planning the runway and airport, it is important to choose a land where the existing structure can be expanded with a quality that can meet the needs of this type of aircraft. In summary, newly built runways and airports must keep up with the future development trend, as the demand for air transport increases and technological developments continue rapidly. It will be meaningful to make the right investments as a follower of the developing aviation activities and technology both in our country and in the world, so that the airports built can turn into a product that gives productive results for years.



1. GİRİŞ

Tarih boyunca insanlar farklı coğrafyalarda yaşam sürmeye çabalamışlardır. Barınma, beslenme, korunma ve üreme gibi temel ihtiyaçlar toplumların avcılık, hayvancılık ve toplayıcılık gibi faaliyetleri geliştirmelerini sağlamıştır. Bulundukları bölgede iklim ve yeryüzü şekilleri değişip hayatta kalmaları zorlaşmaya başladığında farklı bölgelere göç etmeye başlamışlardır. Göçebe yaşam tarzı hem ulaşım hem ulaştırma açısından gelişmelere yön vermiştir.

Ulaşım, insanların bir yerden bir yere yürümesi veya yüzmeleriyle başlamıştır. Ulaştırma ise hayvanların eğitilmesiyle birlikte gelişmeye başlamıştır. Tekerleğin icadıyla beraber hayvanların önce iki tekerlekli sonra dört tekerlekli araçları çekmeleriyle hem ağır yükler hem daha fazla yolcu, uzun mesafelere hızlı bir şekilde taşınabilir hale gelmiştir. Tekerleğin icadından sanayi devrimine uzanan dönemde insan ve hayvan gücü büyük rol oynarken sanayi devrimiyle birlikte makineleşme başlamıştır. Makinelerin kullanılmasıyla başlayan yeniliklere tekerlekli arabaların yapılması eklenince karayolu ulaşımı için önemli bir adım atılmıştır. Karayolları ile beraber denizyolu ulaşımı da varlığını koruyarak gelişimini sürdürmüştür. Özellikle buhar makinelerin kullanılmasıyla başladığı kabul edilen ‘makineleşme dönemi’ denizyolu ulaşımının gelişimi ve demiryolu ulaşımının başlaması için bir dönüm noktası haline gelmiştir. Teknolojik gelişmelerle beraber içten yanmalı motorların yapılmasıyla havayolu ulaşımı da ulaşım sektöründe büyük ölçekte yer edinmeye başlamıştır.

Wright kardeşlerin 1903 yılında ilk motorlu uçağı kullanmaları ile başlayan havacılık sektörü, küreselleşme ile sınırların ortadan kalkması ve hızlı ilerleyen teknoloji ile hem ülke içi hem uluslararası ulaşımında önem kazanmıştır. Zamanla havayolu ulaşımı; hız, ekonomi, emniyet ve yük taşınması açısından sağladığı avantajlar ile yoğun talep görmeye başlamış ve ülkeler havaalanı sayılarını gün geçtikçe arttırmışlardır.

Ülkeler havayolu ulaşımı için gelen talepler doğrultusunda bir bölgeye yeni havaalanı inşa etmek ya da yapılan bir havaalanının gelişimini sağlamak için yüklü yatırımlar

yapmaktadır. Bunun sonucu olarak, tüm dünyada havaalanı planlaması yapılırken yoğun bir inşaat programı ile karşı karşıya kalınır. Havaalanı ihtiyacı olduğu kesinleşen bölgede cevap bulunması gereken ilk soru havaalanının nereye inşa edileceğidir. Cevap aranırken havaalanı yapılacak bölgenin topoğrafik yapısı, rüzgar karakteristiği, mevsim normalleri ve mevcut karayolu ile etkileşimi başta olmak üzere birçok kriter göz önüne alınmalıdır. Birden fazla kriterin bulunduğu ve en iyi amaca yönelmek istenildiği durumlarda Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) ve Çok Ölçütlü Karar Verme (ÇÖKV) yöntemleri sıkça kullanılmaktadır. En sık kullanılan ÇÖKV yöntemlerinden biri olan Analitik Hiyerarşi Yöntemi (AHY) ile kriterlerin öncelik sıraları belirlenmektedir. Beraberinde verileri toplama, analiz etme ve görüntüleme imkanı sunan CBS ile uygun havaalanı yer seçimi yapabilmek bilgisayar ortamında mümkün hale gelmektedir.

1.1 Literatür Araştırması

Sivil Havacılık sektörü hem Dünya genelinde hem Türkiye’de büyüme trendi göstermektedir. Artan yolcu trafiği göz önüne alındığında yeni havaalanlarına ya da var olan havaalanının büyümesine ihtiyaç duyulmaktadır. Bu nedenle yeni yapılacak havaalanlarının fiziki olarak yeterli alanlara inşa edilmesi gerekmektedir. Uluslararası Sivil Havacılık Teşkilatı, International Civil Aviation Organization (ICAO), tarafından yayınlanan "Annex 14 Aerodromes Volume 1 Aerodrome Design and Operations" dokümanı mevcut havaalanlarının işletimi, geliştirilmesi ve yeni inşa edilecek havaalanlarının tasarımı için kılavuz niteliğindedir (Url-1). Uçaklara ve yolculara hizmet verebilecek altyapıya sahip havaalanları inşa edilirken, havaalanı yer belirleme konusunda bu kılavuzlara bağlı kalınarak küresel ölçekte çeşitli yöntem ve tekniklerden faydalanılarak çalışmalar yapılmıştır. Yer seçiminde, Çok Ölçütlü Karar Verme yöntemleri birden fazla hedef arasında öncelikli olanları belirleyerek sonuca ulaşma imkanı sunmaktadır. En sık kullanılan ÇÖKV yöntemlerinden biri de AHY yöntemidir (Ertunç ve Çay, 2020). AHY ile elde edilen sonuçların CBS ile entegrasyonu, karar vericilere uygun yer seçimi yapabilmek için geniş olanaklar sunmaktadır. Murayama ve Bunruamkaew (2011), CBS ve AHY kullanarak Tayland'ın SuratThani Eyaletindeki potansiyel ekoturizm alanlarını belirlemiş ve elde ettikleri sonuçları gerçek kaynakları ile ilişkilendirmiştir. Arulbalaji ve diğ. (2019), Güney Hindistan’da yeraltı suyu potansiyel bölgelerinin seçiminde 12 adet sınıf

belirlemiştir. Belirlenen sınıflara AHY ile ağırlıklar vermiş ve bu ağırlıkları kullanarak CBS yardımıyla potansiyel bölge haritaları elde etmiştir. Rahmat ve diğ. (2017), depolama sahası seçiminde karar vermek amacıyla hiyerarşik bir yapı oluşturmuştur. İlk başta, her bir kriteri ayrı ayrı değerlendirmek için derecelendirme yöntemini kullanmıştır. Sonrasında belirledikleri kriterlerin birbirlerine göre önemliliklerine AHY ile karar vermiş ve CBS kombinasyonu ile yüksek uygunluğa sahip alanlar belirlenmiştir.

Mighty (2015), CBS analizi ile Jamaika kahve endüstrisinin rekabet avantajını nasıl iyileştireceği konusunda çalışma yürütmüştür. AHY'den faydalanarak adada kahve yetiştirmek için en uygun yerlerin ve ada genelinde sınırlı kahve üretim potansiyeline sahip alanların analizlerini yapmıştır. Ayrıca iklim değişikliğinin adada kahve yetiştirme bölgeleri üzerindeki olası etkilerini düşündüğü için politika oluşturma ve gelecekte olabilecek senaryoları planlamada çeşitli CBS analizlerinden faydalanmıştır.

Erkan ve Elsharid (2020), Libya'da ulaşım açısından gereklilik görülen havaalanı yer seçiminde CBS'den yararlanarak 23 kriteri dikkate almıştır. Ayrıca iki farklı yöntem- AHY ve Sıra Düzeni Kümeleme, Rank Order Clustering (ROC), kullanarak uygunluk haritaları elde etmiştir. Çıkan sonuçları karşılaştırdığında aynı duyarlılıkta olduğunu tespit etmiştir.

Ertunç ve Çay (2020), Bayburt ve Gümüşhane illerinde havalimanı yapılabilecek en uygun alanları CBS ve ÇÖKV yöntemlerinden en çok kullanılan 'Analitik Hiyerarşi Yöntemi' kullanarak belirlemiştir.

1.2 Çalışmanın Amacı

Tokat Havaalanı'nın, 1995 yılında inşası bitmiş fakat pist ve altyapı sorunları nedeniyle havaalanı verimli bir şekilde kullanılamamıştır. Havaalanına yeni bir pist yapılarak 2022 yılında tekrar kullanılmaya başlanmıştır. Çalışmanın amacı, Coğrafi Bilgi Sistemleri yardımıyla Tokat ilinde havaalanı yapmak için en uygun yeri belirlemek ve yeni yapılan pistin kullanılabilirliğini incelemektir.

1.3 Çalışma Bölgesi

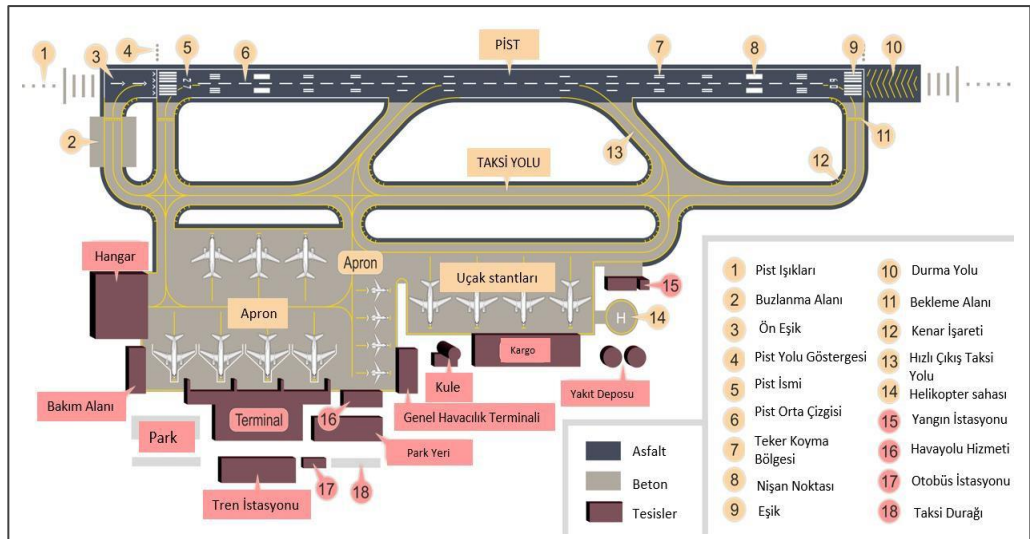
Tokat, Orta Karadeniz'de yer alan Karadeniz Bölgesi'nde bulunan illerimizden biridir. Coğrafi koordinatları, 39°51'- 40°55' kuzey enlemi ile 35°27'- 37°39' doğu boylamı

Çalışma bölgesine ait vektör veriler Harita Genel Müdürlüğü tarafından açık kaynak olarak yayınlanan Türkiye Mülki İdare Sınırları kaynağından elden edilmiştir (Url-3). Şekil 1.1’de Tokat ilinin il ve ilçe merkezleri, il ve ilçe sınırları ve mevcutta kullanılan Tokat Havaalanı’nın konumunu gösteren Tokat İl Haritası görülmektedir. Tokat Havaalanı’nın, 1995 yılında inşası bitmiş fakat pist ve altyapı sorunları nedeniyle havaalanı verimli bir şekilde kullanılamamıştır. Havaalanına yeni bir pist yapılarak 2022 yılında tekrar kullanılmaya başlanmıştır. Çalışmanın amacı, Coğrafi Bilgi Sistemleri yardımıyla Tokat ilinde havaalanı yapmak için en uygun yeri belirlemek ve yeni yapılan pistin kullanılabilirliğini incelemektir.



1.4 Temel Havaalanı Elemanları

Tipik bir havaalanı; yolcu, uçak, kargo ve araç hareketleri için gerekli büyüklüğe ve tesise sahip olan, hava araçlarının iniş kalkış yapabilmesine uygun olan ve kara veya suya kurulmuş sahalardır. Pistler, hava araçlarının iniş ve kalkışları için kullandıkları alandır. Pistler ile terminal bağlantısını sağlayan ve hava araçlarının bekleme yapabildikleri yollar taksi yollarıdır. Uçakların park halinde bekleyip yolcu ve yakıt aldıkları alanlar apronlar ve uçak stantlarıdır. Bu alanlara ek olarak hava araçlarının yer ve yolcu hizmetlerini sağlayabilmek için temel tesisler ve terminal binalarını içeren kara tarafı elemanları vardır. Kule, hava trafiğinin kontrolünün sağlayabilmek için kullanılan yapıdır. Kargo; uçakların ihracat, ithalat ve lojistik hizmetleri verebilmeleri için ayrılmış alandır. Hangar, hava araçlarını barındırmak için kullanılır. Bakım alanı, hava araçlarının onarım ve bakım işlemleri için kullanılır. Yakıt deposu araçların yakıt ihtiyacını gidermeleri için kullanılır. Yolcuların uçağı bekleme, yüklerini teslim etme ve bilet işlemleri için kullandıkları alanlar terminallerdir. Büyük havaalanlarının terminal sayısı artabilir. Ayrıca yolcuların havayolundan karayoluna ulaşım ihtiyaçlarını sağlamaları için ayrılmış park alanları, taksi durakları, otobüs ve tren istasyonları gibi alanlar bulunur. Tipik bir havaalanı asfalt ve beton zeminler ve tesislerden oluşan büyük işletmelerdir. Havaalanı yer seçimi yaparken havaalanı planlaması hem havadaki hem karadaki ihtiyaçlara cevap verecek nitelikte temel elemanların bulunabileceğı şartları sağlayan bir bölge için yapılmalıdır. Şekil 1.2'de tipik havaalanı elemanları görölmektedir.



Şekil 1.2: Tipik havaalanı elemanları.



2. MATERİYAL VE METOT

2.1 Materyal

Bu çalışmada, Tokat ilinin yerel ve karakteristik özellikleri dikkate alınıp uygun havaalanı yer seçimi ve pist konumu belirlerken ihtiyaç duyulacak kriterler belirlenmiştir. Önceki yıllara ait literatür taramalarına, araştırmalara, uzman görüşlerine, geçerli kurallara ve yönetmeliklere bağlı kalınmıştır. Karar kriterleri topografya, meteoroloji, altyapı ve çevresel faktörler olmak üzere dört ana kategoride sınıflandırılmıştır. Yeraltı/yerüstü su kaynakları, ulaşım, nüfus yoğunluğu ve gürültü havaalanı yer seçimini etkileyen kriterlerdir. Sıcaklık, sis, rüzgar, yağış, basınç ve hava yoğunluğu, düşey engel ve eğim ise pist konumu belirlemede karar verici kriterlerdir. Arazi kullanımı, yükseklik, enerji santralleri ve kuş göç yolu hem havaalanı hem pist konumu belirlerken göz önüne alınan kriterlerdir. Bu kriterler doğrultusunda Şekil 2.1' de görülen veri/bilgiler elde edilmiştir.



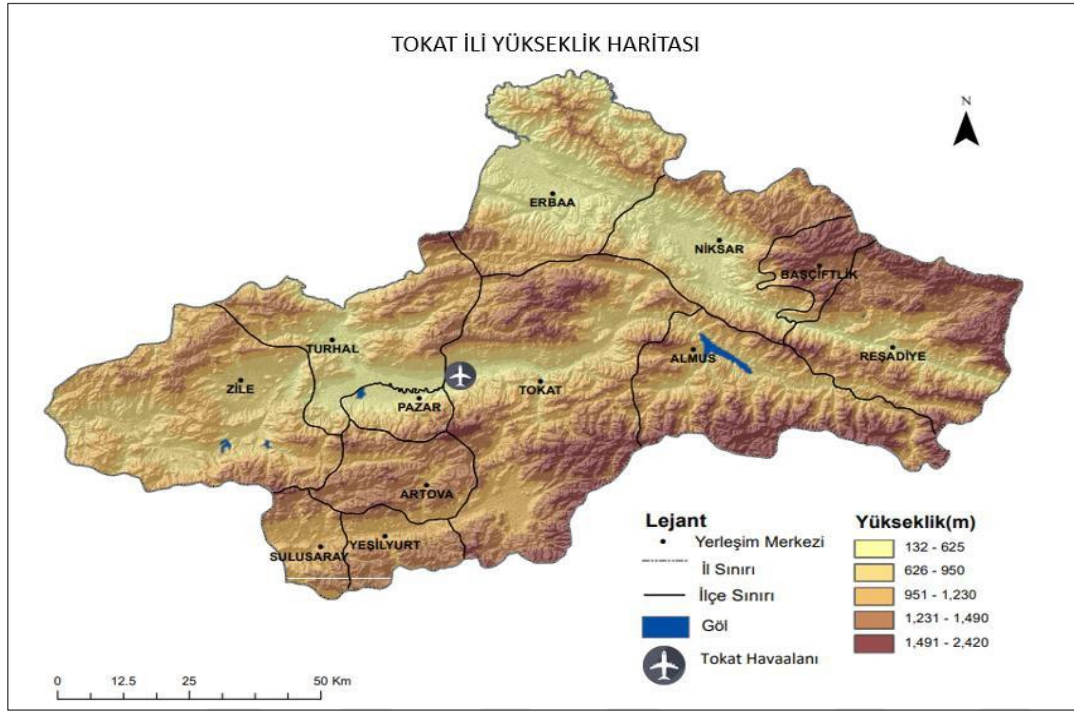
Şekil 2.1: Havaalanı yer seçimi ve pist konumu belirleme kriterleri.

2.1.1 Kriterler

2.1.1.1 Yükseklik

Dünyadaki başlıca büyük havaalanlarında göz önüne alınan bir özellik, havaalanının göl veya deniz kenarında olmasıdır. Bunun nedeni göl, büyük akarsu veya deniz kenarlarının düz alanlara sahip oluşu ve acil bir durumda suya inebilme şansı olmasıdır (Hoş, 2003). Ayrıca dağlık bölgelerde iniş ve kalkışlarda emniyet ve görüş açısından

sorun yaşanmaktadır. Bu çalışmada Amerika Birleşik Devletleri Jeoloji Araştırmaları Kurumu web sayfasından 30 metre çözünürlüğe sahip olarak üretilmiş dijital yükseklik verisi temin edilerek Şekil 2.2'de görülen Tokat iline ait yükseklik haritası ArcGIS yazılımında tematik olarak üretilmiştir (Url-10).



Şekil 2.2: Tokat ili yükseklik haritası.

2.1.1.2 Eğim

Havaalanları referans kodlarına göre sınıflandırılır. Referans kodu, havalimanlarının, bunları kullanan uçaklar için uygun olan bir dizi havalimanı tesisi sunabilmesi için çeşitli havalimanı spesifikasyonunu birbirine bağlamayı kolaylaştırmak için tasarlanmıştır (ICAO, 2016). Referans kodu, uçağın performansı ve boyutu hakkında bilgi içerir. Referans kodlarına göre pist eğimleri değişir. Çizelge 2.1'de havaalanı referans kod unsurları görülmektedir.

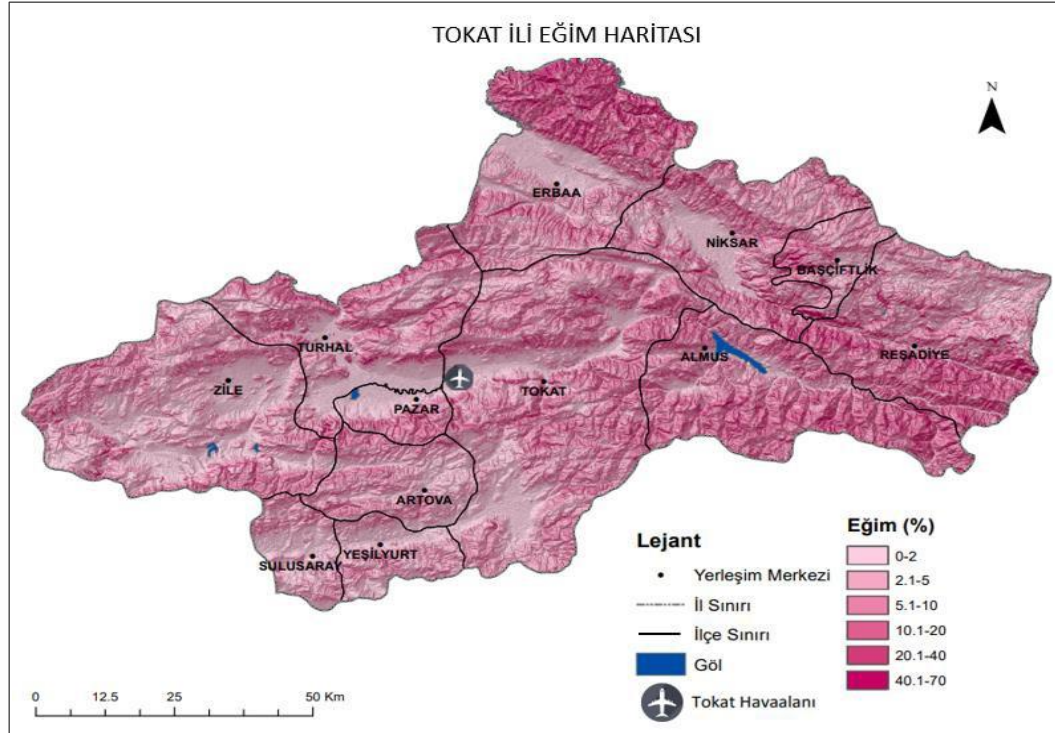
Çizelge 2.1: Havaalanı referans kodları.

Kod numarası	Uçak referans baz uzunluğu (a)	Kod harfi	Kanat açıklığı (b)	Dış ana takeer açıklığı (c)
1	$a < 800$ m	A	$b < 15$ m	$b < 4.5$ m
2	$800 \leq a < 1200$ m	B	$15 \leq b < 24$ m	$4.5 \leq b < 6$ m
3	$1200 \leq a < 1800$ m	C	$24 \leq b < 36$ m	$6 \leq b < 9$ m
4	$1800 \leq a$	D	$36 \leq b < 52$ m	$9 \leq b < 14$ m
		E	$52 \leq b < 65$ m	$9 \leq b < 14$ m
		F	$65 \leq b < 80$ m	$14 \leq b < 16$ m

Uçak referans baz uzunluğu kalkış için gereken en düşük baz uzunluk olarak tanımlanır. Dış tekerlek açıklığı tekerleğin dış kenarları arasındaki mesafedir. Kanat açıklığı ise uçağın bir kanat ucundan diğer kanat ucuna olan mesafedir (ICAO,2016). Örneğin, 1600 m uçak referans baz uzunluğunun kod numarası 3, 28 metre kanat açıklığı ve 8 metre dış ana tekerlek açıklığı kod harfi C harfine karşılık gelerek havaalanı referans kodu C olur.

Arazinin eğimi, arazide yapılacak kazı ve dolgu işlemlerinin yoğunluğunu ve maliyetini belirler. Hem pist hem de taksi yollarının eğimi minimuma indirilmelidir. Uçakların iniş ve kalkış performanslarını pistin başı ile sonu arasındaki eğim farkı büyük ölçüde etkiler. Pist eğimi, pist merkez hattı boyunca maksimum ve minimum yükseklik arasındaki farkın pist uzunluğuna bölünmesiyle hesaplanır. Hesaplanan eğim kod numarasının 3 veya 4 olduğu durumlarda %1'i ve kod numarasının 1 veya 2 olduğu durumlarda %2'yi aşmamalıdır. Eğim değişikliğinin kaçınılmadığı durumlarda, ardışık iki eğim arasındaki eğim değişikliği kod numarasının 3 veya 4 olduğu durumlarda %1.5 ve kod numarasının 1 veya 2 olduğu durumlarda % 2'yi aşmamalıdır (ICAO, 2016).

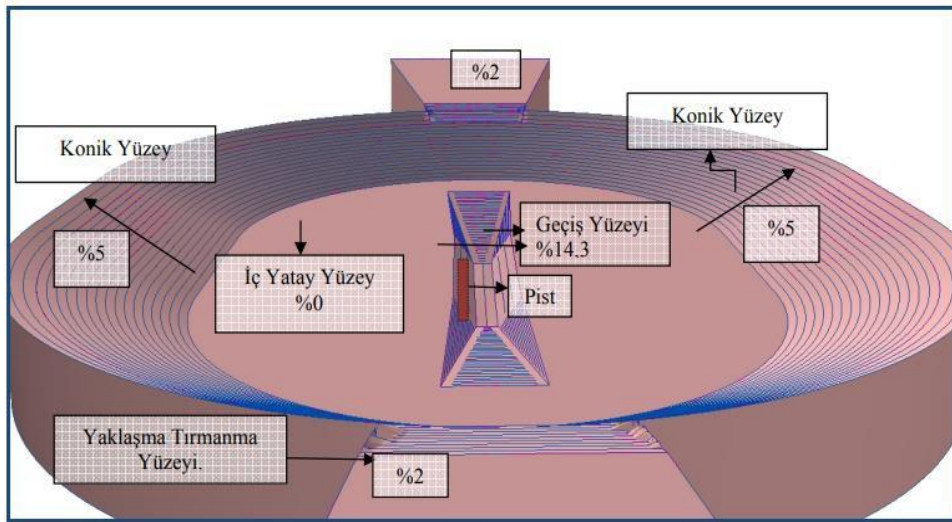
Elde edilen dijital yükseklik verisi kullanılarak Şekil 2.3'te görülen Tokat ili ne ait eğim haritası ArcGIS yazılımında tematik olarak üretilmiştir.



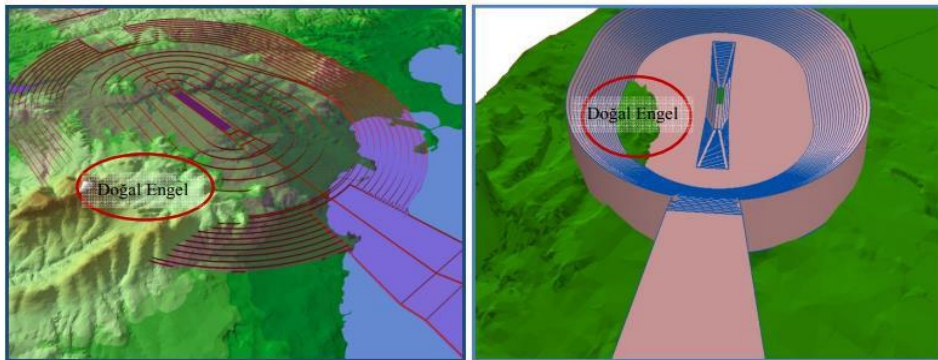
Şekil 2.3: Tokat ili eğim haritası.

2.1.1.3 Düşey engel/mania

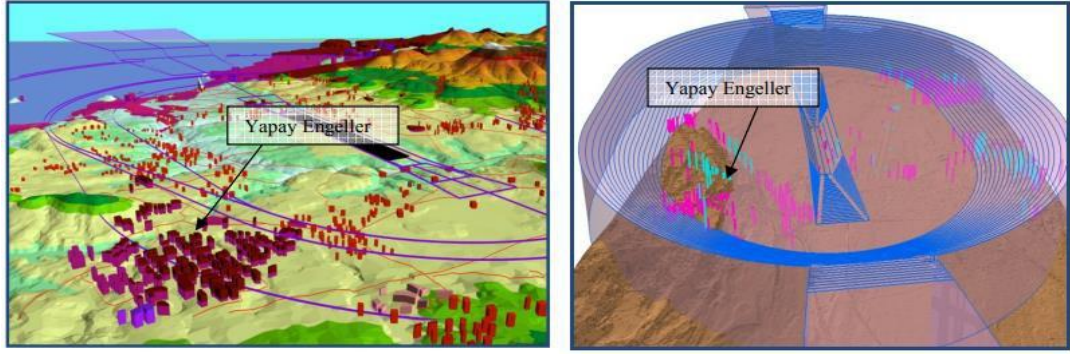
Havacılıkta yerleşim yerlerinde 60 m'den daha yüksek olan yapılar ve yerleşim yerlerinin dışında 30 m'den daha yüksek olan yapılar (antenler, binalar, merdivenler, kuleler vb.) düşey engel olarak kabul edilir (Aslan ve diğ, 2019). Bu yapıların dışında hem karada hem havada tehlike arz eden geçici, sabit ya da hareketli cisimler mania olarak adlandırılır. Pistlere göre değişiklik gösteren ve uçakların iniş-kalkışı sırasında güvenli bir sahada olup olmadığını gösteren planlara mania planı denir (Ulubay ve Varol, 2012). Türk Sivil Havacılık Kanunu'nun 47. maddesi kapsamında mania planları hazırlanır. Mania planı hazırlanırken mania yüzeylerinin oluşturulmasında pistin boyu ve yüzeyinin durumu, pistin aletsiz kullanılması, hassas ya da hassas olmayan yaklaşma olması parametreleri kullanılır. Şekil 2.4'te genel bir mania planı, Şekil 2.5 ve Şekil 2.6'da mania yüzeylerini aşan doğal ve yapay engeller görülmektedir (Ulubay ve Varol,2012).



Şekil 2.4: Genel bir mania planı (Ulubay ve Varol, 2012).



Şekil 2.5: Mania yüzeylerini aşan doğal engeller (Ulubay ve Varol, 2012).



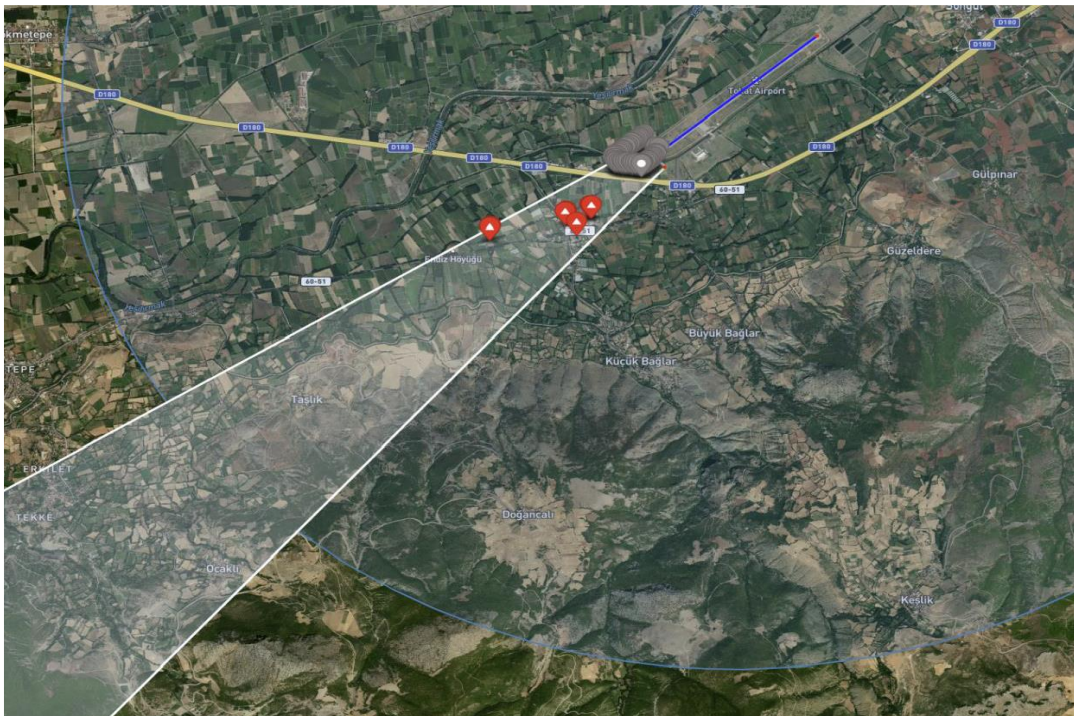
Şekil 2.6: Mania yüzeylerini aşan yapay engeller (Ulubay ve Varol, 2012).

Pistler, aletli ve aletsiz olarak ikiye ayrılır. Aletsiz pistler, pilotun pisti görerek yaklaştığı ve kontrolünü pistteki görsel referanslarla (pist ışıkları vs.) sağladığı pistlerdir. Aletli pistler, uçağın iniş veya kalkışta aletli yaklaşma yaptığı pistlerdir. Aletli pistler hassas olmayan ve hassas olan yaklaşma pistleri olarak ikiye ayrılır. Hassas olmayan yaklaşma pistinde yaklaşma ve iniş için yeterli sayıda görsel referanslar ve bir adet seyrüsefer yardımcısı yeterlidir. Hassas yaklaşma pistleri, iniş için gerekli karar verme yüksekliği ve pisti görüş mesafesinin diğer yaklaşma tipine göre düşük olduğu özellikle kötü meteorolojik koşullara maruz kalan hava meydanlarında kullanılan pistlerdir (ICAO,2016). Çizelge 2.2'de mania yüzey parametreleri gösterilmiştir. Devlet Hava Meydanları İşletmesi, Türkiye’de bulunan havaalanlarına ait maniaları İngilizcesi ve yaygın kullanımı AIP (Aeronautical Information Publication) olarak kısaltılan temel havacılık dokümanı Havacılık Enformasyon Yayını ile her havaalanı için paylaşır (Url-5). Mania yüzey parametreleri ile mania yüzeyi oluşturulduğunda bu yüzeyde bulunan manialar mutlaka dikkate alınmalıdır.

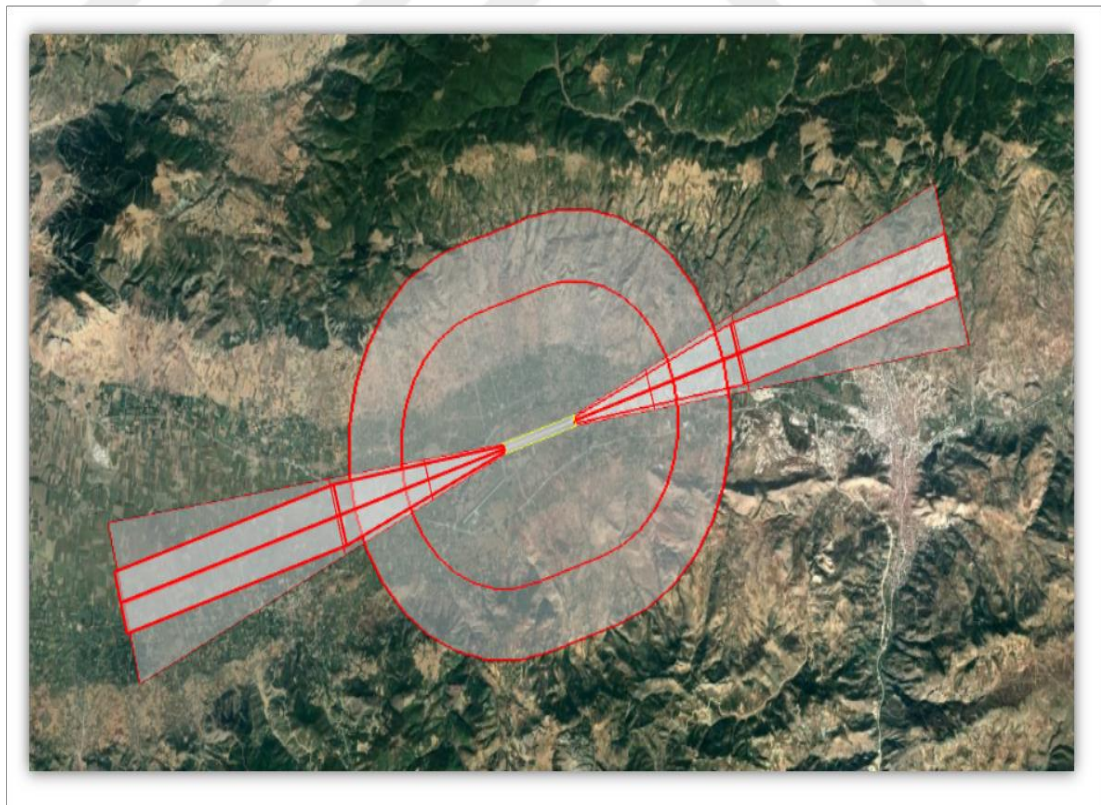
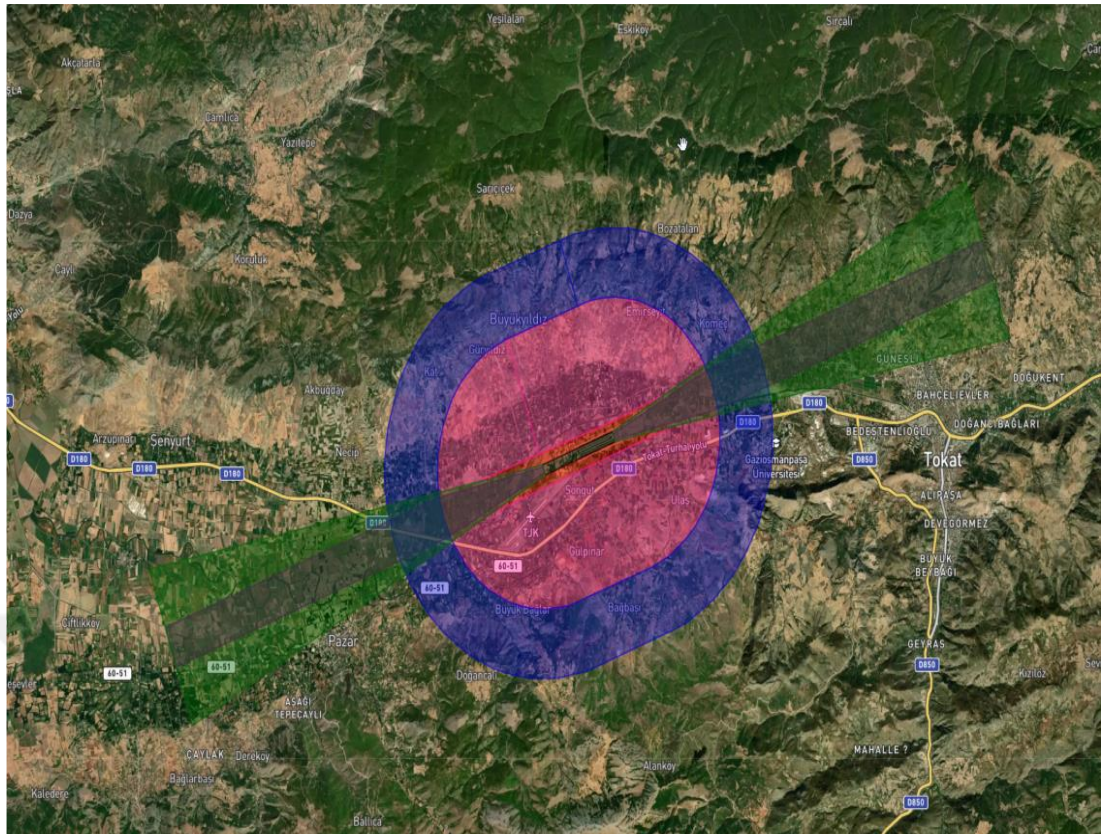
Maniabilir yazılımı ile Şekil 2.7’de Tokat Havaalanı’na ait AIP’de yayınlanan maniaların gösterimine ilişkin bir örnek görülmektedir (Url-11). Şekil 2.8’da Tokat Havaalanı’nın Maniabilir yazılımı yardımı ile mania yüzey parametreleriyle elde edilen bir mania planı gösterilmiştir (Url-11). Ayrıca Pegasus Havayolları’na ait Sayısal Navigasyon Verisi Yönetimi (SDO) platformunda Tokat Havaalanı’nın yüzey parametreleriyle elde edilen bir mania planı oluşturulmuş ve Şekil 2.9’da gösterilmiştir (Url-12). SDO, otoritelerden temin edilen sayısal verinin kontrol edilebildiği ve sayısal veri üretimi yapılabilen bir platformdur (Konak, 2019).

Çizelge 2.2: Mania yüzey parametreleri.

Yüzey ve Ebat	Aletsiz pist				Hassas yaklaşma olmayan pist			Hassas yaklaşma pisti (kategori 1, kategori 2)		
	Kod numarası				Kod numarası			Kod numarası		
	1	2	3	4	1,2	3	4	1,2	3,4	3,4
Konik yüzeyin eğimi	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%
Konik yüzeyin yüksekliği	35 m	55 m	75 m	100 m	60 m	75 m	100 m	60 m	100 m	100 m
İç yatay yüzeyin yükseliği	45 m	45 m	45 m	45 m	45 m	45 m	45 m	45 m	45 m	45 m
İç yatay yüzeyin yarıçapı	2000 m	2500 m	4000 m	3500 m	4000 m	4000 m	4000 m	3500 m	4000 m	4000 m
Geçiş yüzeyinin eğimi	20%	20%	14,30%	14,30%	20%	14,30%	14,30%	14,30%	14,30%	14,30%
Yaklaşma yüzeyi iç kenar uzunluğu	60 m	80 m	150 m	150 m	150 m	300 m	300 m	150 m	300 m	300 m
Yaklaşma yüzeyi eşikten mesafe	30 m	60 m	60 m	60 m	60 m	60 m	60 m	60 m	60 m	60 m
Yaklaşma yüzeyi sapma	10%	10%	10%	10%	15%	15%	15%	15%	15%	15%
Birinci bölümün uzunluğu	1600 m	2500 m	3000 m	3000 m	2500 m	3000 m	3000 m	3000 m	3000 m	3000 m
Birinci bölümün eğimi	5%	4%	3.33%	2.50%	3.33%	2%	2%	2%	2%	2%
İkinci bölümün uzunluğu	-	-	-	-	-	3600 m	3600 m	1200 m	3600 m	3600 m
İkinci bölümün eğimi	-	-	-	-	-	2.50%	2.50%	3%	2.50%	2.50%
Yatay bölümün uzunluğu	-	-	-	-	-	8400	8400	-	8400	8400
Toplam uzunluk	-	-	-	-	-	1500 m	1500 m	1500 m	1500 m	1500 m

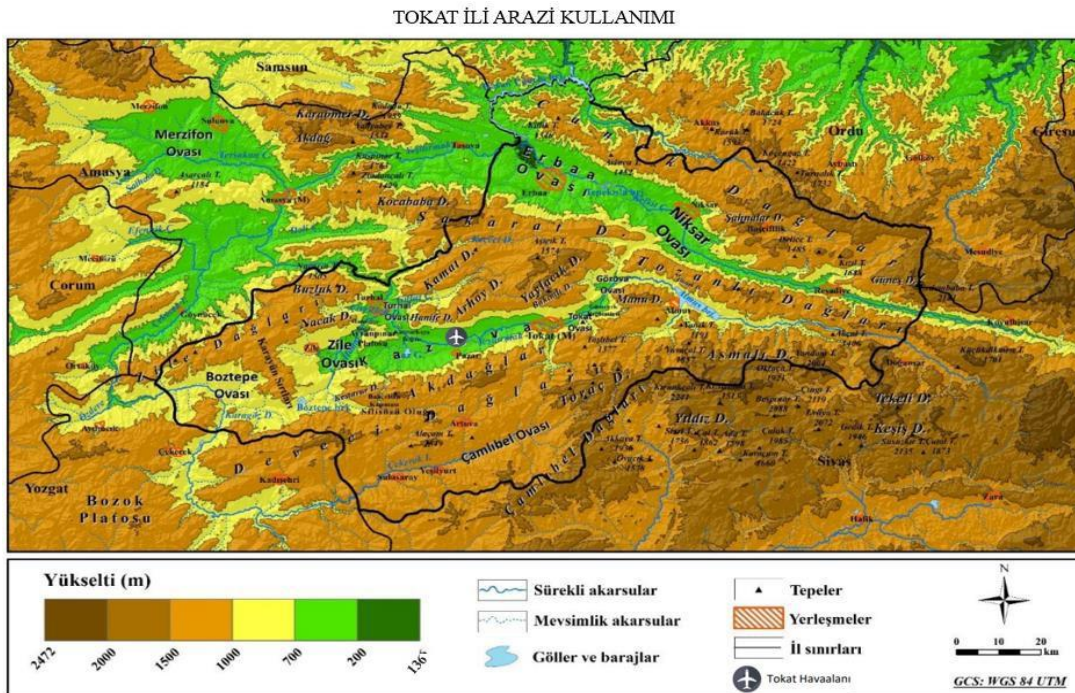


Şekil 2.7: Maniabilir yazılımında AIP manialarının gösterimi (Url-11).



2.1.1.4 Arazi kullanımı

Arazi kullanımı, arazinin bugünkü kullanımını gösteren ve gelecekte yapılması planlanan projelere yol göstericiliği yapan bir faktördür. İnsan nüfusunun artmasıyla gelişen tarım, sanayi, ticaret ve yerleşim faaliyetleriyle doğal afetler, meteorolojik koşullar ve hayvan göçleri gibi doğal faaliyetler arazi kullanımını doğrudan etkiler. Havaalanları; tarım faaliyeti yapılmayan, yüksek ağaçlar nedeniyle görüş kaybı yaşanmaması için ormanlık olmayan, gürültü nedeniyle şehir merkezine yakın olmayan, arazi kullanımının zamanla çok değişmeyeceği, çevresel faktörlerle zarar görmeyeceği ve var olan arazinin de uçaklar nedeniyle bozulmayacağı alanlara inşa edilir. Olası riskli durumda suya iniş kolaylığı sağlaması ve deniz seviyesine yakın arazilerin düz ve boş araziler olması nedeniyle genelde sulak alanlara yakın alanlar tercih edilir (Arabacı, 2010). Şekil 2.10' de Tokat İli arazi kullanımı haritasında görüldüğü gibi dağlık alanlar ve ovalar, arazinin büyük miktarını kaplamaktadır. Sulusaray, Yeşilyurt, Artova ve Başçiftlik ilçelerinde dağlık bölgelerde yerleşim görülürken diğer ilçelerde ova kenarlarına yerleşim kurulmuştur. Ovalardan oluşan düz araziler yerleşim kurmak, tarımsal faaliyetleri yürütmek konusunda kolaylık sağladığı gibi havaalanı kurulacak bir bölge için uygun aday bölgelerdir. Öyle ki Tokat Havaalanı, Kazova ovasının doğusunda kalan bölgede kurulmuştur.



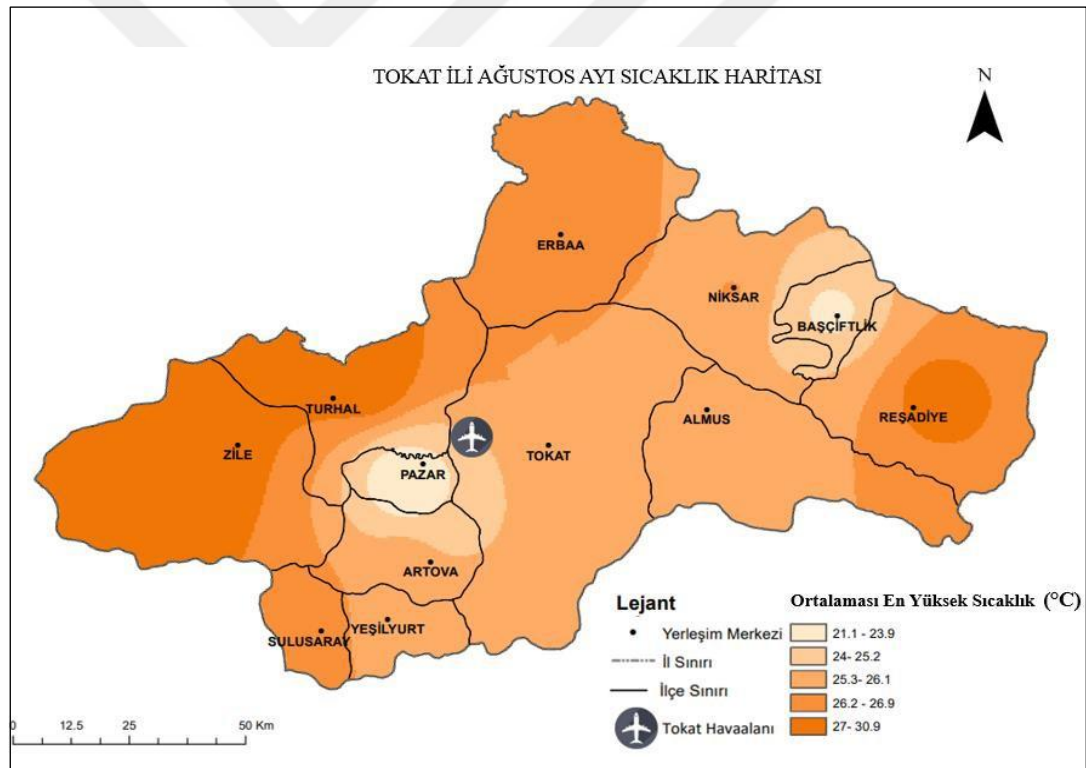
Şekil 2.10: Tokat ili arazi kullanım haritası.

2.1.1.5 Sıcaklık

Hava sıcaklığı ve bir motorun verimi ters orantılıdır. Sıcaklık arttıkça motorun gücü düşer ve daha fazla yakıtı ihtiyaç duyulur. Kış aylarında uçak buzlanması olup olmaması açısından da güncel hava durumu takip edilir. Ayrıca sıcaklık arttıkça daha yüksek bir hıza ihtiyaç duyulur. Kalkış yapacak bir uçak için kalkış hızına ulaşabilmesi için pistin uzunluğu yeterli olmalıdır. Aksi takdirde kalkış ağırlığını azaltmak gerekir.

Sıcaklık, kalkış için uçağın yakıt yükü hesaplanırken hesaba katılan bir değerdir ve özellikle sıcak iklime sahip bir bölgede havaalanı inşa edilecekse mutlaka değerlendirilmesi gereken bir parametredir (ICAO, 2018).

Meteoroloji Genel Müdürlüğü (t.y.)'nden sıcaklık değerleri elde edilirken 1929-2021 yılları arasında Tokat ili için ortalama sıcaklığın en yüksek olan ay dikkate alınarak Şekil 2.11'de görülen Ağustos ayına ait sıcaklık haritası üretilmiştir.

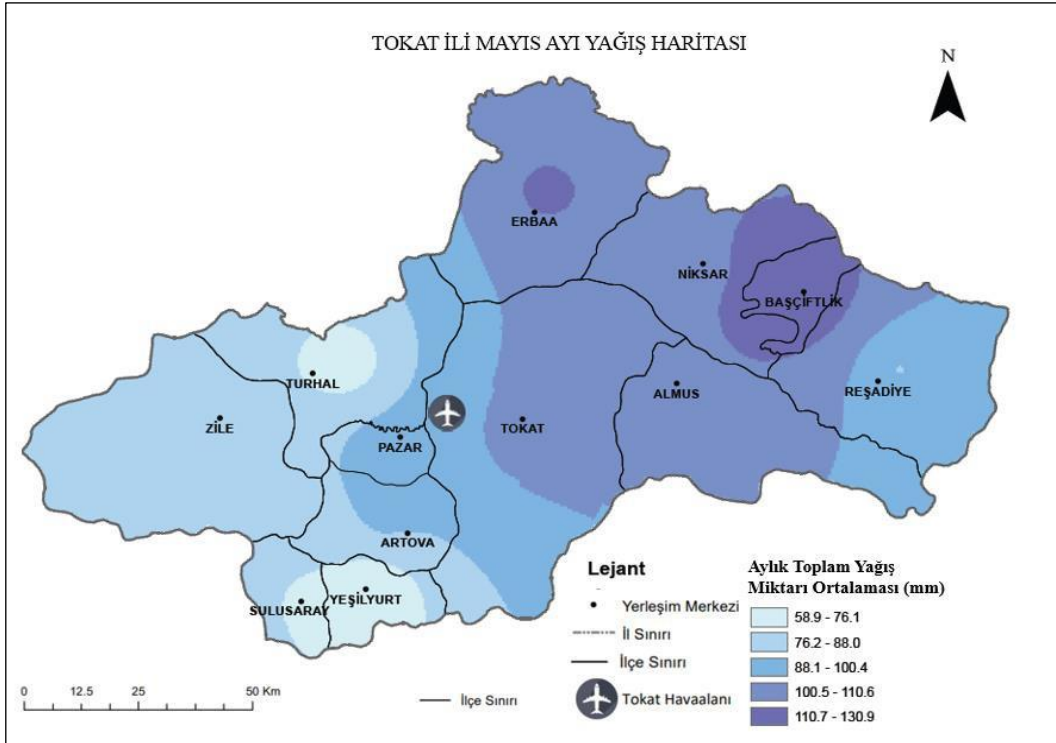


Şekil 2.11: Tokat ili ağustos ayı sıcaklık haritası.

2.1.1.6 Yağış

Yağmur, kar ve dolu gibi yağışlar sırasında uçaklar için tehlikeli durumlar söz konusudur. İniş ve kalkış esnasında kullanılan pistin ıslak ve karlı olması kontrol kaybına ve uçağın dış çevresinin hasar görmesine neden olabilir.

Ayrıca iniş, kalkış ve havada geçen safhalarda görüş çok önemlidir. Kuvvetli yağışlar görüş mesafesini düşürerek emniyeti riske atabilir ve gecikmelere neden olabilir (ICAO, 2018). Meteoroloji Genel Müdürlüğü (t.y.)’nden yağış değerleri elde edilirken 1929-2021 yılları arasında Tokat ili için aylık toplam yağış miktarı ortalaması (mm) en yüksek olan ay dikkate alınarak Şekil 2.12’te görülen Mayıs ayına ait sıcaklık haritası üretilmiştir.



Şekil 2.12: Tokat ili mayıs ayı sıcaklık haritası.

2.1.1.7 Basınç ve hava yoğunluğu

Hava yoğunluğu ile basınç doğru orantılıdır. Yüksek rakımlı bölgelerde ortalama basınç ve hava yoğunluğu azalır. Basınç azaldığında yoğunluk da azalır ve kalkış için pist uzunluğu daha fazla olması gerekir. Uçak yoğunluk azaldıkça irtifasını korumak için daha hızlı uçmak zorunda kalır. Hız arttıkça yakıt artmaktadır. Bu nedenle havaalanı planlaması yapılırken basınç ve hava yoğunluğu önemli bir parametredir (ICAO, 2018).

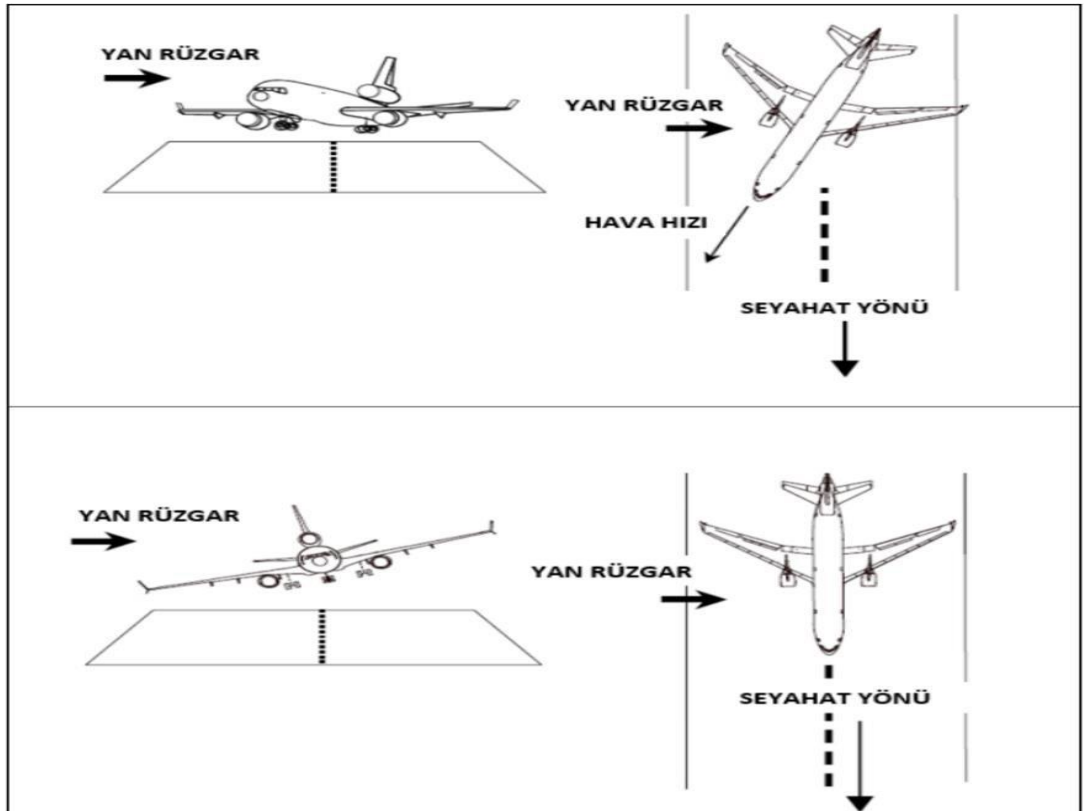
2.1.1.8 Sis

Meteoroloji Genel Müdürlüğü (t.y.)’nün tanımına göre su buharının yoğunlaşması ya da kristalleşmesi oluşup içerisinde çisenti halinde hafif yağışa neden olan ve yatay görüş mesafesini 1000 metrenin altına düşüren hava olayına sis denir.

Görüş mesafesini düşürmesi nedeniyle kazalara ve uçuşların iptaline neden olur. Maliyet ve emniyet açısından havaalanı yapılacak bölgede sisli günlerin çok olmamasına dikkat edilmelidir.

2.1.1.9 Rüzgar

Pist sayısı ve konumu belirlenirken rüzgar değerleri mutlaka gözlemlenmelidir. Pist konumlandırılmasında diğer faktörlerin elverişli olması durumunda ana pistin yönü, hakim rüzgâr yönünde tercih edilmelidir. Hakim rüzgar yönü, bölgede en sık esen rüzgarın yönüdür. Uçağın karşısından esen rüzgar baş rüzgarı olarak adlandırılırken arkasından esen rüzgar kuyruk rüzgarıdır. Genellikle baş rüzgarı, uçaklar için avantajdır. Uçak rüzgara karşı daha dik bir açıyla kalkış yapmak durumunda kalır ve engelleri rahatlıkla aşabilir. Ayrıca iniş esnasında da baş rüzgar alması hızını yavaşlatarak kısa bir mesafede durabilmesini sağlar. Eğer uçak kuyruk rüzgarına maruz kalırsa kaldırma kuvvetine erişene kadar daha uzun bir yol katetmesi gerekir. Eğer uçak en tehlikeli rüzgar tipi olan yan rüzgarı alıyorsa iniş ve kalkışlarda seyahat yönünün dışına taşacak ve havaalanının kullanılabilirliği azalacaktır (ICAO, 2018). Şekil 2.13'te yan rüzgara maruz kalan bir uçak ve seyahat yönü gösterilmiştir.



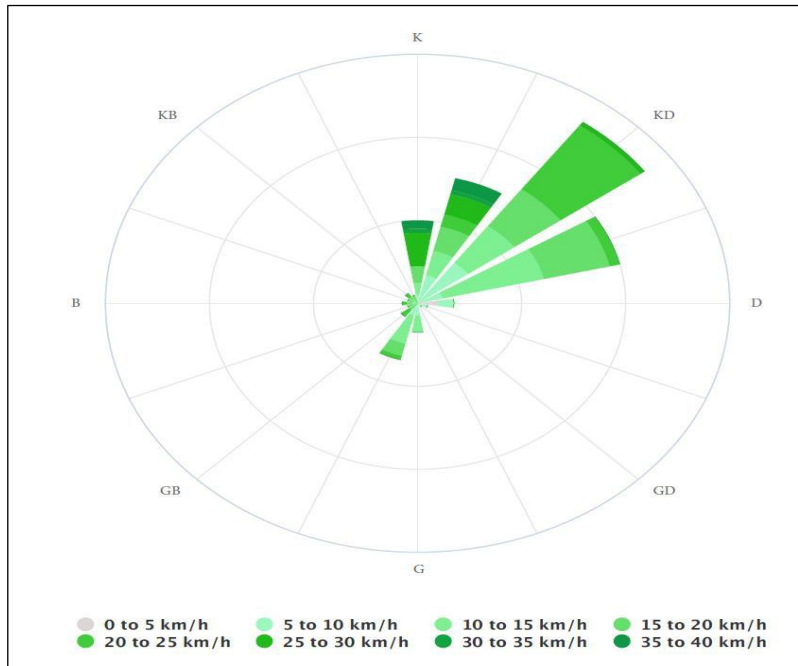
Şekil 2.13: Yan rüzgarın seyahat yönüne etkisi.

ICAO (2016), dokümanına göre havaalanları genelinde bir pistin yönüne karar verirken havaalanı kullanılabilirlik faktörünün %95 ve üzeri olması gerektiğini belirtmektedir. Yan rüzgar bileşeni, normal koşullarda, uçak referans baz uzunluklarına göre olması gereken değerleri aştığında kullanılabilirlik faktörünün %95'in altında olduğu sayılır ve iniş veya kalkışa izin verilmez. Çizelge 2.3'te uçak referans baz uzunluğuna göre yan rüzgar bileşen değerlerine yer verilmiştir.

Çizelge 2.3: Yan rüzgar bileşeni değerleri.

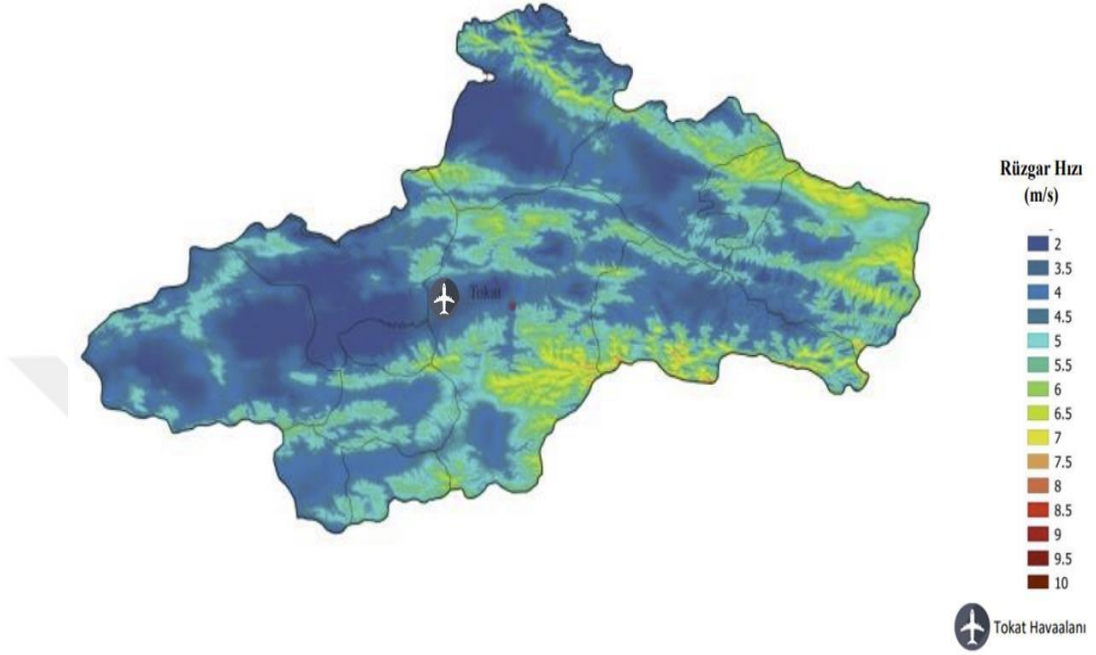
Yan Rüzgar Bileşeni	Uçak Referans Baz Uzunluğu
37 km/sa (20 kt)	1500m veya üzeri
24 km/sa (13 kt)	1200m veya 1500m'ye kadar, 1500 m hariç
19 km/sa (10kt)	1200m'den az

Genellikle yeni havaalanı inşa edilirken bölgenin yakınındaki ölçüm istasyonlarından rüzgar verileri elde edilir. Eğer rüzgar kayıtları yoksa havaalanı yapılması planlanan alanın topografik özellikleri rüzgar analizi yapmaya yardımcı olur. Pist yönü kararı verirken elde edilen rüzgar kayıtlarıyla rüzgar gülü hazırlanır. Şekil 2.14'te gösterilen tipik bir rüzgar gülü, rüzgar şiddeti ve yönü ile ilgili bilgilerle bir bölgedeki rüzgar dağılımını gösterir.

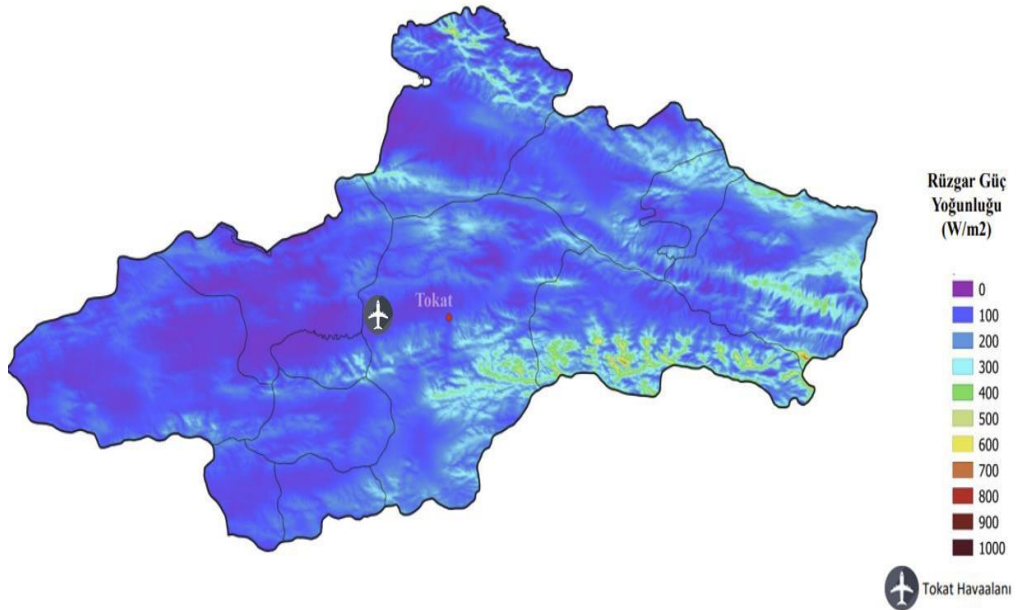


Şekil 2.14: Tipik bir rüzgar gülü gösterimi.

Enerji İşleri Genel Müdürlüğü (t.y.), Türkiye'deki illere göre rüzgar enerjisi potansiyeli haritalarını paylaşmıştır. Tokat ilinde 100 metre için rüzgar güç yoğunluğu dağılımı Şekil 2.15'da görüldüğü gibi 0 (W/m²) ile 300 (W/m²) arasında ve rüzgar hızı dağılımı da Şekil 2.16'de görüldüğü gibi çoğunlukla 2 (m/s) dadır.



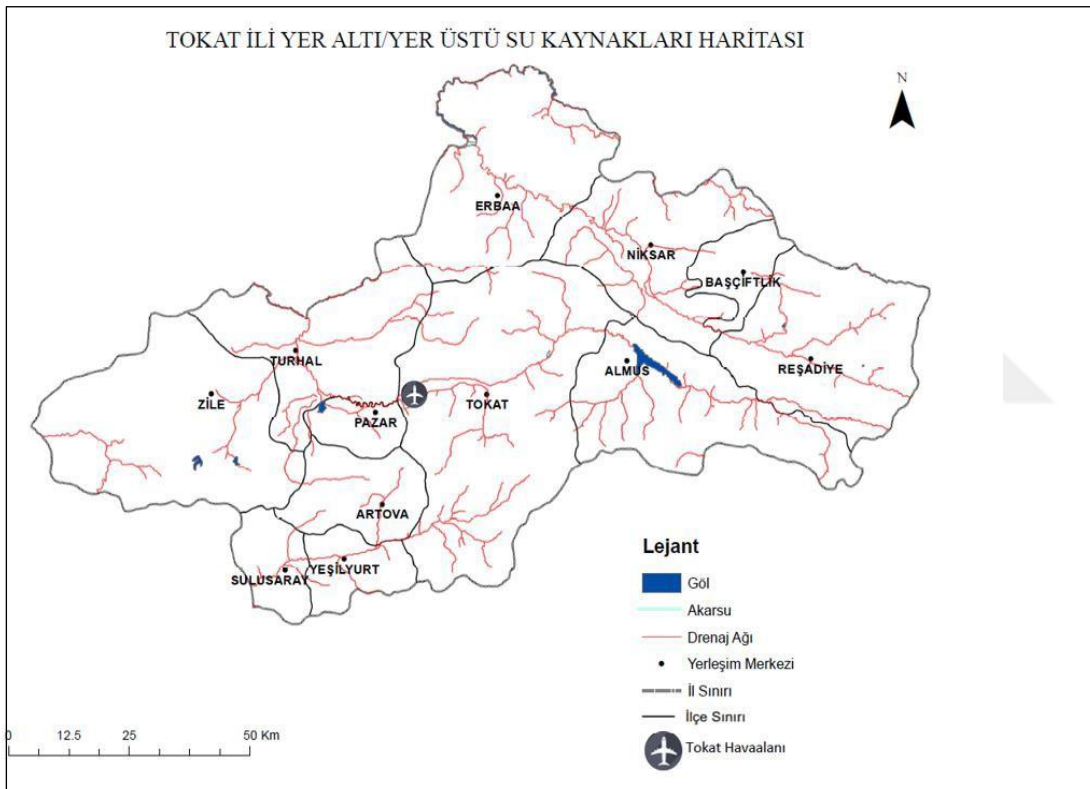
Şekil 2.15: Yıllık ortalama rüzgar hızı dağılımı (Url-2).



Şekil 2.16: Yıllık ortalama rüzgar güç yoğunluğu dağılımı (Url-2).

2.1.1.10 Yeraltı/yerüstü su kaynakları

Havaalanlarının bulunduğu bölgelerdeki jeolojik ve geoteknik açıdan uygunluğu, inşaat sırasında ve tüm yapının ömrü boyunca etkilidir. Sağlam bir zemine inşa edilmesi istenen bir havaalanı için yeraltı sularının bulunduğu bölgelerde zamanla topografik hareketliliklerin olacağı gözlemlenmelidir. Bunun yanı sıra, yerüstü su kaynaklarına yakın bölgeler havaalanları için oldukça idealdir. Yükseltinin düşük olması, yapılaşmanın az olması, toprak doldurma işlemiyle havaalanının genişletmeye imkan sağlaması ve acil durumlarda iniş yapılabilmesi büyük havaalanlarının genellikle deniz kenarlarında tercih edilmesinin sebebidir. Şekil 2.17’de Tokat ili yeraltı/yerüstü su kaynakları haritası görülmektedir.



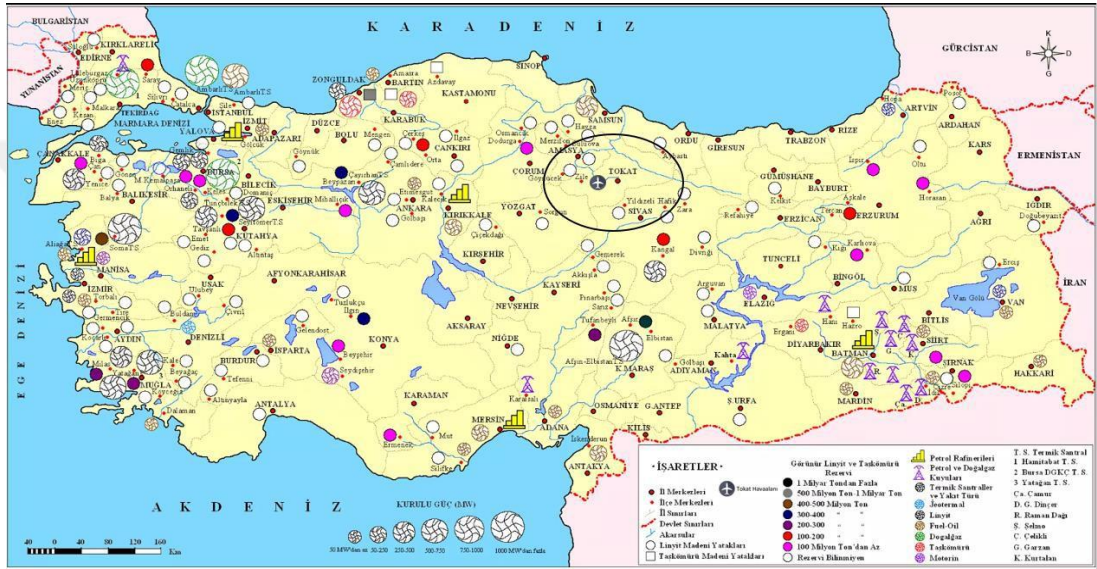
Şekil 2.17: Tokat ili yeraltı/yerüstü su kaynakları haritası.

2.1.1.11 Enerji santralleri

Nükleer, jeotermal, hidroelektrik, güneş ve rüzgar enerji santralleri gibi enerji santralleri kuruldukları bölgede yüksek yapılara sahiptir. Özellikle hava araçlarının iniş ve kalkış sahalarında bulunan bu yapılar güvenliği tehlikeye atmaktadır. Elektrik Kuvvetli Akım Tesisleri Yönetmeliği'nde (2000) belirtildiği gibi uçuş emniyeti açısından yüksekliği yirmi metreyi aşan tüm enerji hatları havaalanlarına

bildirilmelidir. Hareket alanında bulunan elektrik hatlarının yer altına döşenmesi gerekir. Pistin orta noktası dairenin merkezi alınarak 5 kilometre yarıçapında bir alanda ve seyrüsefer cihazlarının olduğu yerlerde yüksek gerilim hatları ve enerji santralleri bulunmaması tercih edilir.

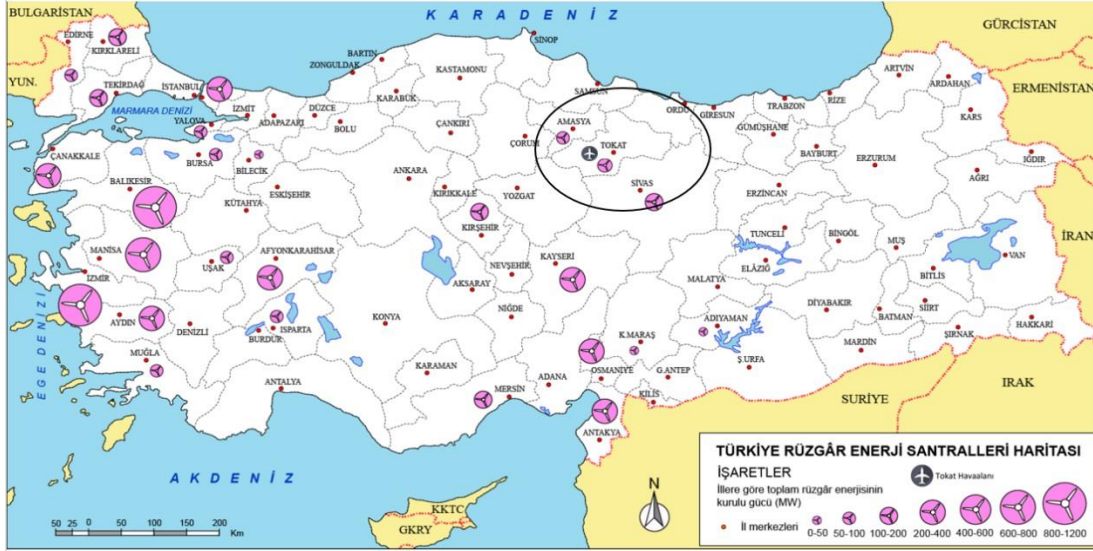
Şekil 2.18, Şekil 2.19 ve Şekil 2.20'de bulunan Türkiye'deki termik, hidroelektrik ve rüzgar santralleri haritalarında Tokat ili ve Tokat Havaalanı'nın konumları işaretlenmiştir (Url-3). Tokat ilindeki santraller, konumları açısından Tokat Havaalanı için tehlike arz etmemektedir.



Şekil 2.18: Türkiye termik santraller ve enerji kaynakları haritası (Url-4).



Şekil 2.19: Türkiye hidroelektrik santraller haritası (Url-4).



Şekil 2.20: Türkiye rüzgar enerji santralleri haritası (Url-4).

2.1.1.12 Ulaşım

Havaalanlarının planlaması yapılırken karayolu, demiryolu ve genel ulaşım güzergahlarının belirlenip yolcuların rahatlıkla ulaşabileceği ve yeterli ulaşım sistemleri göz önüne alınmalıdır. Tokat ilinde devlet karayollarına yakınlık, 10 km aralıklarla 0'dan 50 km'ye kadar Şekil 2.21'de Tokat ili karayollarına yakınlık haritasında gösterilmiştir. Ulaşımın kolay olacağı bölgelerin, karayolu hattına 0-10 km uzaklıkta olan bölgeler olduğu söylenebilir.

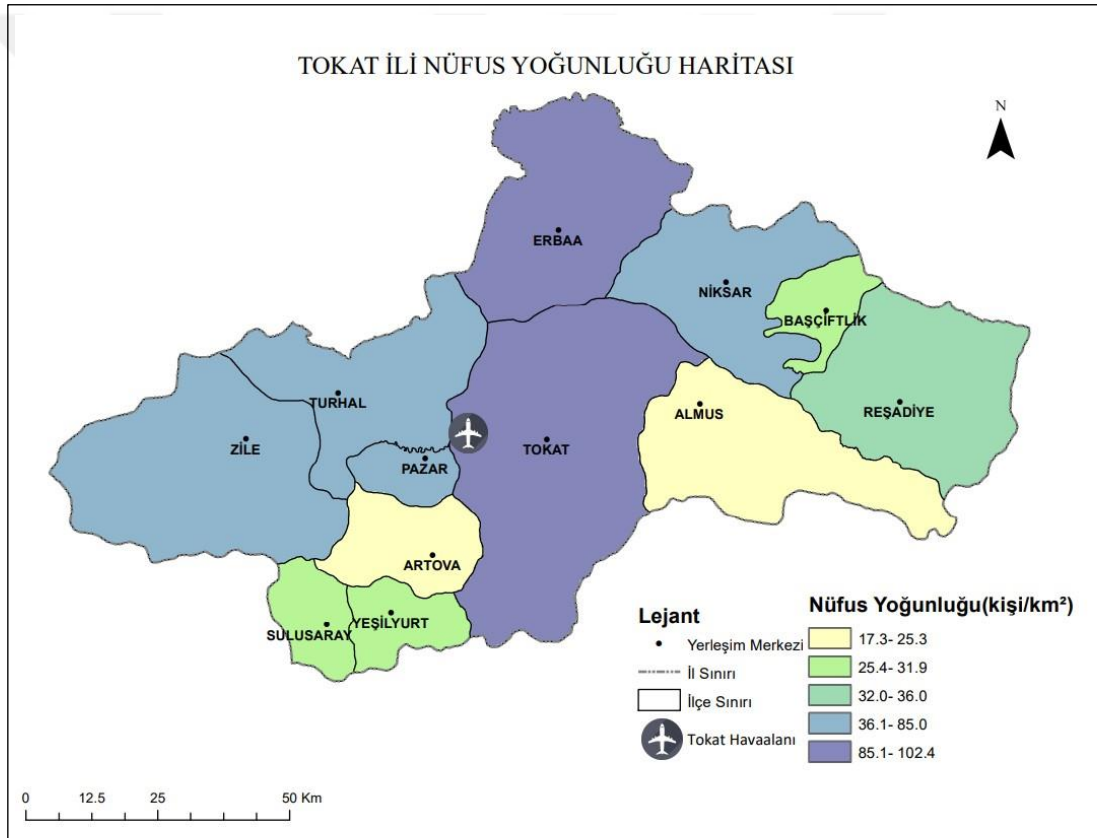


Şekil 2.21: Tokat ili karayollarına yakınlık haritası.

2.1.1.13 Nüfus yoğunluğu

Havayolu ile seyahat edilmek istenmesi genellikle nüfus artışıyla doğru orantılıdır. Nüfus arttıkça ulaşım ihtiyacını karşılamakta karayolu ve demiryolları yetersiz kalmaktadır. Böylelikle metropolleşen şehirler için yeni bir havaalanı yapılması kaçınılmazdır. Yeni bir havaalanı yeri tayin ederken uçakların alçak irtifada olduğu durumlarda pist yönü, nüfus yoğunluğu fazla olan bölgenin üzerinden geçmeyecek şekilde tayin edilir.

Şekil 2.22'te görülen çalışma bölgesinde ait nüfus yoğunluğu haritası, Türkiye İstatistik Kurumu (t.y.) aracılığıyla sağlanan Tokat ilçelerine ait nüfus sayısının ilçelerin alanlarına bölünmesiyle elde edilen sonuçlarla üretilmiştir.



Şekil 2.22: Tokat ili nüfus yoğunluğu haritası.

2.1.1.14 Gürültü

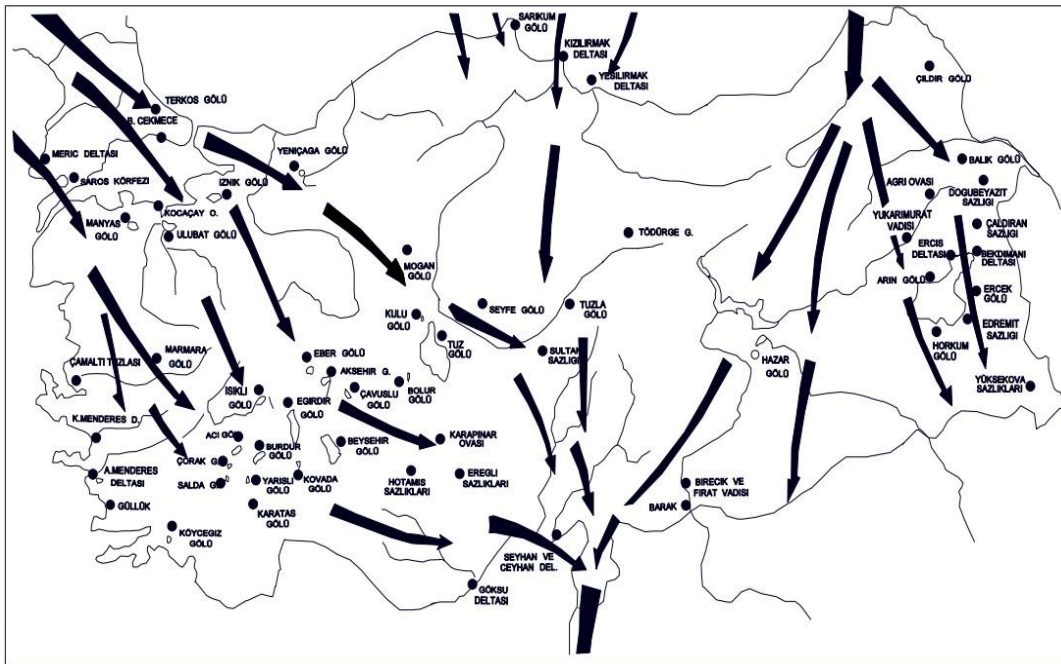
Hava araçları kalkış ve iniş esnasında, taksi hareketlerinde ve motor çalıştırdıklarında yüksek sesle hareket ederler. Bu nedenle sebep oldukları gürültü kirliliğini azaltacak önlemler alınması gerekmektedir.

Pistin iniş ve kalkış istikametinin şehir merkezlerinde okul ve hastane gibi gürültüye hassas alanlar bulunmasından dolayı şehir merkezlerine doğru olmaması tercih edilmelidir. Ayrıca havaalanına yakın bölgelerde ikamet eden insanların yaşantılarını olumsuz etkilememek için hava araçların yerdeki hareketlerini daha sessiz şekilde yapabilecekleri önlemler alınmalıdır. Örneğin motorların yerde çalıştırılması konusunda bir sınırlama getirilmeli, taksi sürelerini azaltacak iyileştirmeler yapılmalı ve gürültü bariyerleri kurulmalıdır. Yeni bir havaalanı için yer seçimi yaparken şehrin uçak gürültüsünden minimum seviyede etkilenmesi hususu dikkate alınmalıdır.

2.1.1.15 Kuş göç yolları

Türkiye, coğrafi konumu ve sulak alanlarıyla Şekil 2.24'te görüldüğü gibi kuşlar için önemli bir konumdadır. Kuş göçleri hem göç eden kuşlar hem de uçaklar için büyük tehdit haline gelmiştir. Uçakların kalkış ve iniş esnasında bir göç trafiğine takılması görüşü ve kontrolü kaybetmesine neden olmaktadır. Ayrıca kuşlar, motorlara girerek uçağın motor gücünü kaybetmesine ve kazalara sebebiyet verirler.

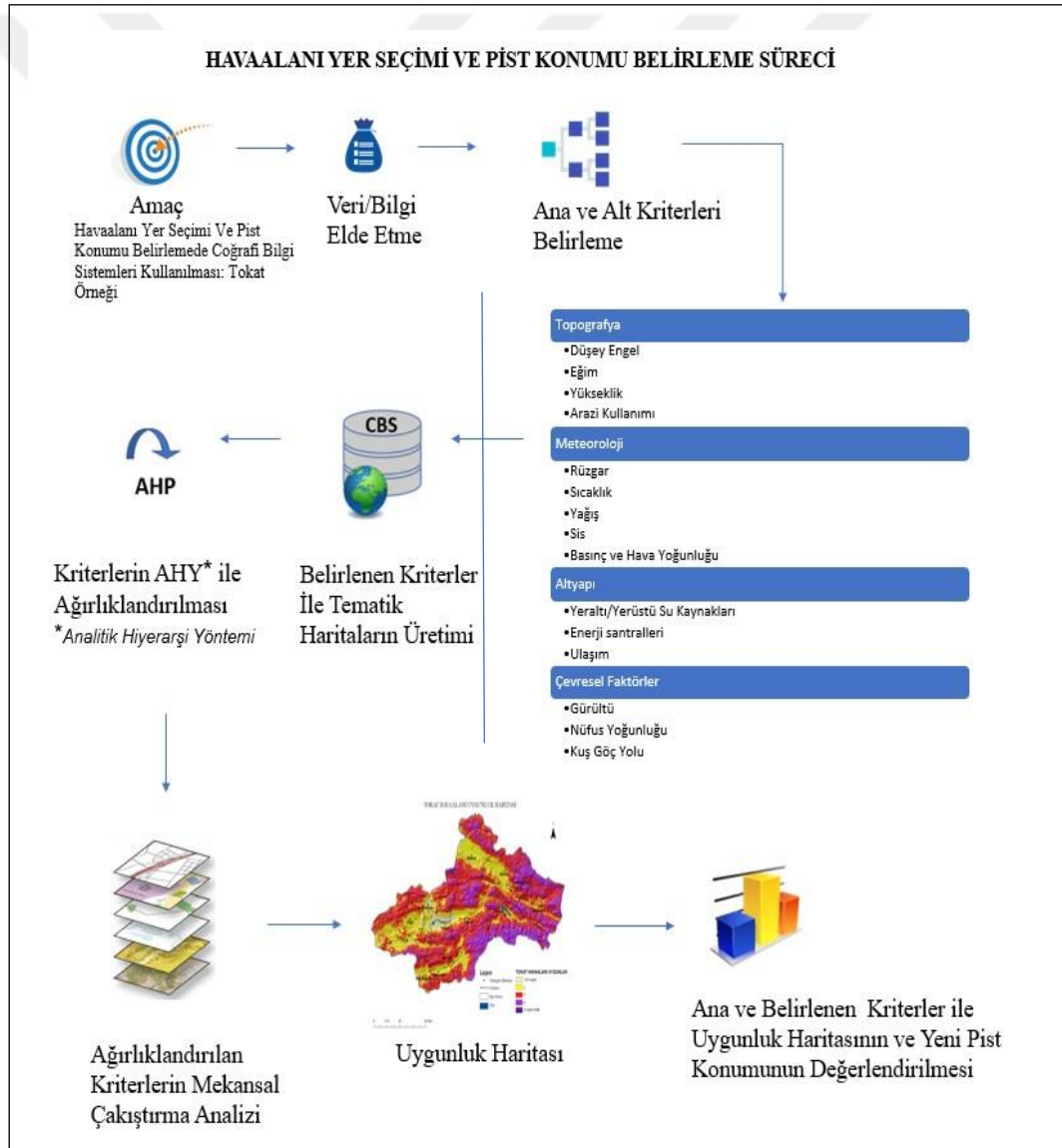
DHMI Türkiye AIP'de açıkladığı gibi radar yardımıyla kuş yoğunluğu ölçümü yapılabilir ve 0 ile 8 arasında yoğunluk derecelendirilir. 0, hiç kuş gözlemi olmadığını 8 ise yoğunluğun çok yüksek olduğunu belirtir. Yoğunluk 5 ve üzerindeyse uçakların gündüz yerden 1000 metre, gece 1500 metre yüksekte uçmaları güvenlik açısından tavsiye edilir (Url-5).



Şekil 2.23: Türkiye’de kuşların yuvalandığı bölgeler ve kuş göç yolları (Url-5).

2.2 Metot

Çalışma kapsamında, bir havaalanı için en uygun yerin belirlenmesinde kullanılacak veri/bilgiler elde edilmiştir. Bu veri/bilgiler ana ve alt kriterlere ayrılarak AHY ile ağırlıklandırılmıştır. En uygun yer seçimi için belirlenen ve ağırlıklandırılmış kriterler ile Coğrafi Bilgi Sistemi aracılığıyla tematik haritalar elde edilmiş ve Mekansal Çakıştırma Analizi (MÇK) yapılmıştır. MÇK sonucunda bir uygunluk haritası elde edilmiştir. Akabinde eski ve yeni pistin kullanılabilirliği incelenmiştir. Ana ve alt kriterler ile uygunluk haritası ve yeni pist konumu değerlendirilmiştir. Havaalanı yer seçimi ve pist konumu belirlenmesine ait çalışmanın genel süreci Şekil 2.24’de gösterilmiştir.



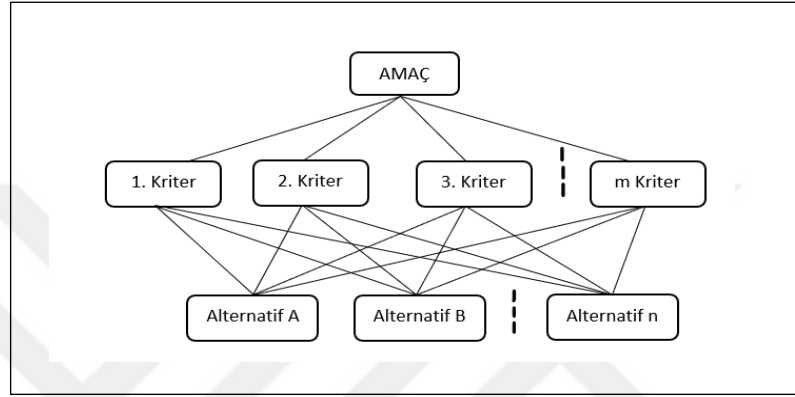
Şekil 2.24: Havaalanı yer seçimi ve pist konumu belirleme süreci.



3. UYGULAMA

3.1 Analitik Hiyerarşi Yöntemi

Analitik Hiyerarşi Yöntemi, çok ölçütlü karar verme yöntemlerinden biridir. Şekil 3.1'te görüldüğü gibi ilk adımda problem parçalara bölünür. İkinci adımda arşılaştırmalı karar verme ve tercih matrisini oluşturur. Üçüncü adımda öncelikleri değerlendirir (Saaty,1980).



Şekil 3.1: AHY'nin genel yapısı.

İkinci adım, karşılaştırmalı karar verme ve tercih matrislerinin oluşturulmasıdır. Ölçütlerin birbirlerine göre önem derecelerinin belirlenmesi için Çizelge 3.1'te görülen ikili karşılaştırma ölçeğinden faydalanılır (Chen,2006).

Çizelge 3.1: 9 puanlık karşılaştırma ölçeği.

Önem Derecesi	Tanım	Açıklama
1	Eşit derecede önemli	İki seçenek eşit derecede öneme sahip
3	Orta derecede önemli	Tecrübe ve yargı bir kriteri diğerine karşı biraz üstün kılmaktadır
5	Güçlü derecede önemli	Tecrübe ve yargı bir kriteri diğerine karşı oldukça üstün kılmaktadır.
7	Çok güçlü derecede önemli	Bir kriter diğerine göre üstün sayılmıştır.
9	Son derece önemli	Bir kriterin diğerinden üstün olduğunu gösteren kanıt çok büyük güvenirliliğe sahiptir.
2,4,6,8	Ara değerler	Uzlaşma gerektiğinde kullanılmak üzere iki ardışık yargı arasındaki değerlerdir.

Karşılaştırma ölçeğinde belirtilen önem derecelerine göre Çizelge 3.2'de görülen ikili karşılaştırma matrisleri oluşturulur. İkili karşılaştırma matrisi C ile gösterilir.

Çizelge 3.2: Genel bir ikili karşılaştırma matrisi (C)

	1. kriter	2. kriter	3. kriter		n. kriter
1. kriter	c11	c12	c13		c1n
2. kriter	c21	c22	c23		c2n
3. kriter	c31	c32	c33		c3n
⋮	⋮	⋮	⋮		⋮
n. kriter	cn1	cn2	cn3		cnn

İkili karşılaştırma matrisi elde edildikten sonra ağırlık vektörü hesaplanır. İkili karşılaştırma matrisi normalize edilerek elde edilen değerlerden ağırlıklar hesaplanır.

Normalize edilen ikili karşılaştırma matrisi $j=1,2, \dots, n$ için yapılan ve her sütundaki değerlerin toplamı 1 olan matristir ve denklem 1.1’de görüldüğü gibi C_w ile gösterilir.

$$C_w = [c_{ij}^*]_{n \times n} \quad (1.1)$$

Normalize etme işleminde denklem 1.2’deki formülünden faydalanılır.

$$c_{ij}^* = \frac{c_{ij}}{\sum_{i=1}^n c_{ij}} \quad (1.2)$$

Normalize edilen ikili karşılaştırma matrisindeki her satırda bulunan değerlerin aritmetik ortalaması alınarak n boyutlu bir ağırlık vektörü elde edilir ve denklem 1.3’te görüldüğü gibi W ile gösterilir.

$$W = [w_1, w_2, \dots, w_n] \quad (1.3)$$

$$C_w = \lambda_{max} W \quad (1.4)$$

Saaty (1980)’e göre w vektörü ikili karşılaştırma matrisi A arasında denklem 1.4 ‘teki eşitlik mevcuttur. λ_{max} , C matrisinin en büyük özdeğeridir.

$$TK = \frac{\lambda_{max} - n}{n-1} \quad (1.5)$$

$$TO = \frac{TK}{RK} \quad (1.6)$$

Saaty (1980)'e göre bir sonraki aşamada yapılan işlemler için denklem 1.5'te gösterilen bir Tutarlılık Katsayısı (TK) hesaplanır. TK'nın Rastlantısal Katsayı'ya (RK) bölünmesiyle denklem 1.6'daki Tutarlılık Oranı (TO) elde edilir.

$TO < 0.1$ ise ikili karşılaştırmalar tutarlıdır ve kabul edilebilir. Eğer $TO \geq 0.1$ ise ikili karşılaştırmalar tutarsızdır ve kabul edilemez. Bu durumda yapılan işlemler tekrarlanır. Bu çalışma kapsamında belirlenen kriterler ile AHY kullanılarak matrisler sırasıyla oluşturulmuş ve TO değeri hesaplanmıştır.

Çizelge 3.3: İkili karşılaştırma matrisi.

Kriterler	Ulaşım	Nüfus	Yağış	Sıcaklık	Eğim	Yükseklik
Ulaşım	1	1/3	1/5	1/7	1/9	1/9
Nüfus	3	1	1/6	1/7	1/8	1/9
Yağış	5	6	1	1/3	1/5	1/7
Sıcaklık	7	7	3	1	1/3	1/5
Eğim	8	8	5	3	1	1/3
Yükseklik	9	9	7	5	3	1

Çizelge 3.4: Normalize edilmiş matris.

Kriterler	Ulaşım	Nüfus	Yağış	Sıcaklık	Eğim	Yükseklik
Ulaşım	0.03030	0.01064	0.01222	0.01485	0.02330	0.05853
Nüfus	0.09091	0.03191	0.01018	0.01485	0.02621	0.05853
Yağış	0.15152	0.19149	0.06110	0.03465	0.04193	0.07525
Sıcaklık	0.21212	0.22340	0.18330	0.10396	0.06989	0.10535
Eğim	0.24242	0.25532	0.30550	0.31188	0.20967	0.17559
Yükseklik	0.27273	0.28723	0.42770	0.51980	0.62900	0.52676

Çizelge 3.5: Normalize edilmiş matrisin ortalama değeri.

Kriterler	Normalize matrisin ortalama değeri
Ulaşım	0.02497
Nüfus	0.03877
Yağış	0.09266
Sıcaklık	0.14967
Eğim	0.25006
Yükseklik	0.44387

Çizelge 3.6: Kriterlerin ağırlıkları.

Kriterler	Ağırlıklar
Ulaşım	0.15491
Nüfus	0.23108
Yağış	0.61344
Sıcaklık	1.04596
Eğim	1.82025
Yükseklik	3.16468

Tutarlılık oranı -0.16 hesaplanmış ve $TO < 0.1$ olduğu için ikili karşılaştırmalar tutarlı bulunup yapılan işlemler kabul edilmiştir.

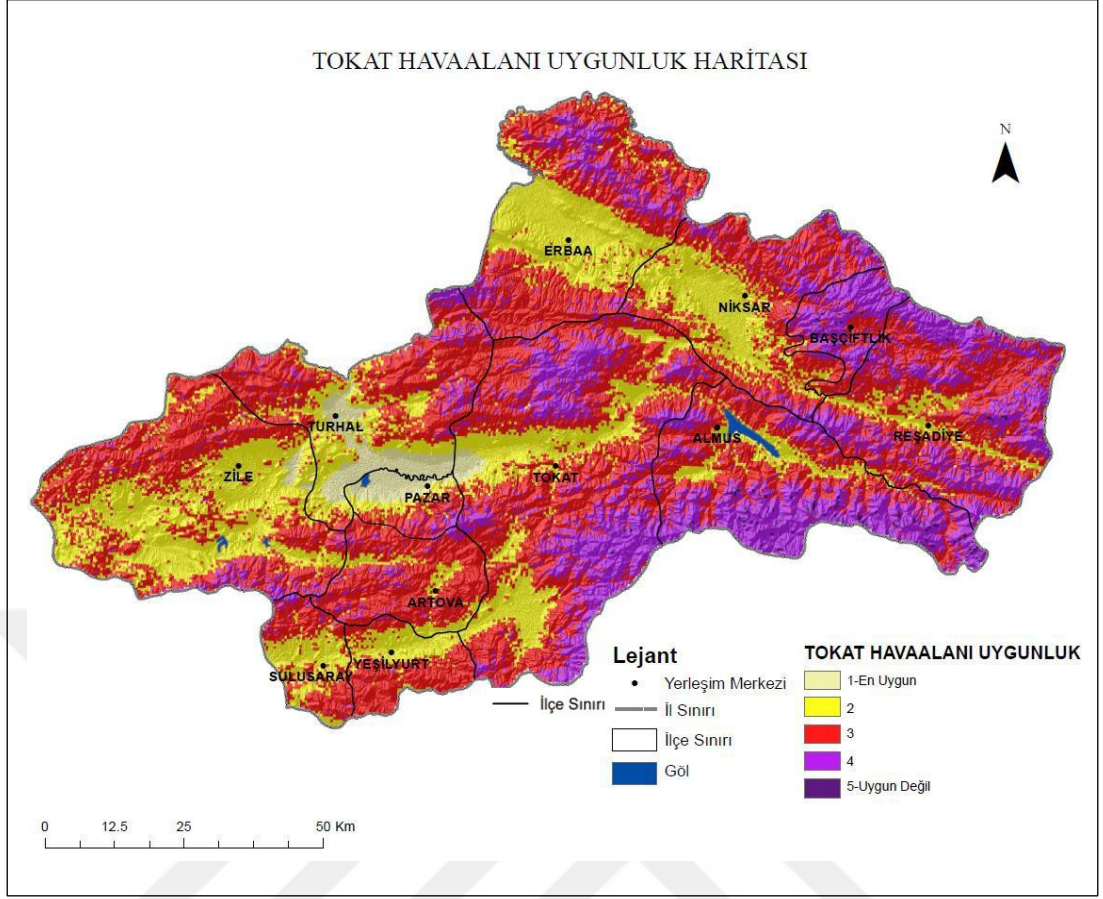
3.2 Tematik Haritaların Üretimi ve Mekansal Çakıştırma Analizi

Tematik harita, seçilen konu ile ilişkili olarak vektör veri üzerinde mekana ait bilgilerin sınıflandırılması, renklendirilmesi ve harita işaretleri kullanılarak gösterilmesiyle elde edilen haritadır (Url-6).

Mekansal çakıştırma analizi ile değerlendirilmesi gereken birden fazla girdi, tek bir araç yardımıyla birleştirilerek özetlenir. Raster formattaki girdi katmanlarına önem derecelerine göre ağırlıklar verilerek mekânsal olarak çakıştırılır. Böylece yeni bir çıktı katmanı elde edilir. Çıktı katmanı ile beraber belirlenen kriterlere göre yer seçimi için uygun olan ve olmayan alanlar değerlendirilir (Url-7). Yer seçimine uygun olan ve olmayan alanların tematik olarak gösterildiği haritalar ise uygunluk haritalarıdır.

Çalışma bölgesine ait üretilen tematik haritalar; eğim, yükseklik, sıcaklık, yağış, karayollarına yakınlık, nüfus yoğunluğu haritalarıdır. Bu tematik haritalar sınıflandırılmış ve raster formatında ağırlıkları ile beraber mekansal olarak çakıştırılmıştır. Mekansal çakıştırma analizi sonucunda sonuç çıktısı olarak bir uygunluk haritası elde edilmiştir.

Tematik haritalar elde edilirken ArcGIS yazılımının ArcMap 8.3 platformunda çalışılmıştır. Weighted Overlay aracı ile raster veri formatına dönüştürülmüş olan kriterler üzerinde yeniden sınıflandırma işlemi yapılmış ve sınıflandırılmış raster veriler mekansal olarak çakıştırılmıştır. Mekansal olarak çakıştırma işleminde kriterlerin AHY ile elde edilen ağırlıkları işleme girmiştir.

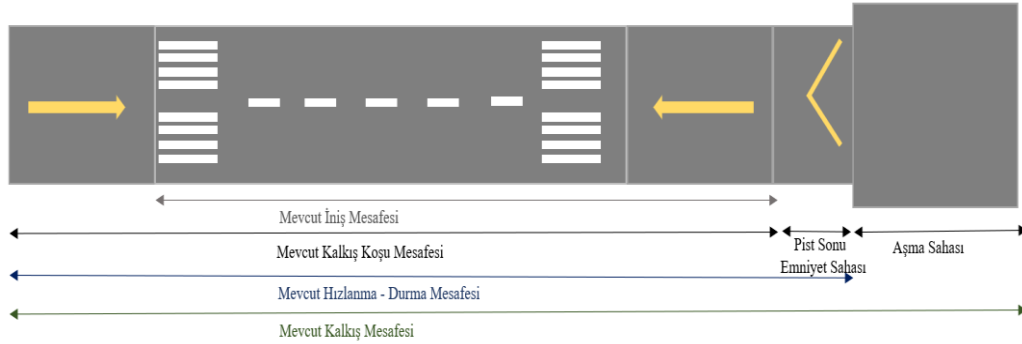


Şekil 3.2: Çalışma bölgesine ait tematik haritalar.

3.3 Pist Konumu Belirleme

3.3.1 Pistin fiziksel parametreleri

Pist konumu belirlenirken pistin fiziksel parametreleri, hakim rüzgar yönü ve pisti kullanacak uçakların performansı dikkate alınarak bir saha planlaması yapılır. Pist uzunluğu, uçakların performans ve operasyon gerekliliklerine göre değişir. Toplam pist uzunluğu için beyan edilen mesafeler Şekil 3.3'te gösterilmiştir.



Şekil 3.3: Pist uzunluğu için beyan edilen mesafeler.

Devlet Hava Meydanları İşletmesi'ne göre pist sonu emniyet sahası, piste erken dokunmuş ya da pistte duramamış uçakların kaza yapmalarını engellemek için tasarlanan alandır (Url-5). Aşma sahası, uçağın belli bir yüksekliğe ulaşana kadar tırmanması için ayrılmış alandır. Mevcut iniş mesafesi, uçağın iniş yaptığı andan durana kadar pist üzerinde yaptığı yer koşusu için ayrılan alandır. Mevcut kalkış koşu mesafesi, uçağın kalkış yapana kadar pist üzerinde yaptığı koşu için ayrılan alandır. Mevcut hızlanma-durma mesafesi, mevcuttaki kalkış koşu mesafesi ve varsa durma mesafesi için gerekli alandır. Mevcut kalkış mesafesi, aşma sahası varsa kalkış için koşu mesafesine eklenmesiyle hesaplanan sahadır. Beyan edilen bu mesafeler, operasyonel gereksinimleri karşılıyorsa temel mesafe olarak kabul edilirler.

Temel mesafede rakım, rüzgar ve pist eğimi sıfır kabul edilir. Fakat rakımın arttığı her 300 metrede bir pist uzunluğu %7 olarak arttırılır ya da havaalanı referans sıcaklığının arttığı her 1 derece için pist uzunluğu %1 uzatılmalıdır (ICAO, 2016).

Pist genişliği, Çizelge 3.7'de yer verildiği gibi havaalanı referans kodlarına göre değişmektedir. Kod numarası 1 veya 2 iken, hassas yaklaşma pistinin genişliği en az 30m olmalıdır. Uçak, iniş yaparken piste teker koyduğu anda yan rüzgar, insan faktörü ve görüş yetersizliği gibi aksilikler nedeniyle merkez hattın sapma yaşayabilir. Pistin genişliğinin yeterli olması bu gibi aksiliklerin kötü hikayelerle sonuçlanmamasını sağlamaktadır.

Çizelge 3.7: Havaalanı referans kodlarına göre pist genişlikleri.

Kod Numarası	Kod harfi					
	A	B	C	D	E	F
1	18m	18m	23m	-	-	-
2	23m	23m	30m	-	-	-
3	30m	30m	30m	45m	-	-
4	-	-	45m	45m	45m	60m

Tokat Havaalanında eski pist, 04/22 pisti olarak adlandırılmıştır. Yeni pist ise 06/24 pistidir. Bu isimlendirme manyetik kuzeyden saat yönünde ölçülen, pistin merkez hattının manyetik azimutunun onda birine en yakın tam sayı alınarak yapılır (Url-8).

Şekil 3.5'te görüldüğü gibi 04/22 pisti 1925 m uzunluğunda ve 30 m genişliğindeyken, 06/24pisti 2700 m uzunluğunda ve 45 m genişliğindedir.



Şekil 3.4: Tokat Havaalanı eski ve yeni pist uzunlukları.

3.3.2 Uçak performansı

Uçakların performansı ve ölçüleri pist boyutlarını etkilediği gibi terminal binalarının konumlarını, uçakların park halindeyken birbirlerine olan mesafelerini, apron ve taksi yolu boyutlarını ve yolcu sayısını etkiler. Yolcu sayısı arttıkça daha fazla uçağa ve daha geniş bir terminale ihtiyaç duyulur. Bu artışı karşılayabilecek kapasitede havaalanı ve pist yeri seçimi yapmak önemlidir (Oktal ve Yakut, 2018).

Ülkemizde ve dünya genelinde en sık kullanılan uçaklar Boeing ve Airbus firmalarına ait olan Boeing 737 ve Airbus 320 model uçaklardır. Bu uçakların havaalanı referans kodlarına göre uçak referans baz uzunluğu, kanat açıklığı ve dış tekerlek açıklığı değerlerine Çizelge 3.8’de yer verilmiştir. Pistin kullanılabilir olabilmesi için pistin uzunluğu ve genişliğinin Çizelge 3.8’de yer verilen uçakların uzunluk parametrelerine bağlı olması gerekmektedir. Ayrıca gelişen teknoloji ile birlikte geniş kapasiteli, büyük gövdeli ve uzun uçaklar üretilmeye başlanmıştır. Pist planlaması yaparken gelecekte büyük uçakların boyutları ve alabilecekleri yolcu sayısı düşünülerek bir planlama yapılmalıdır.

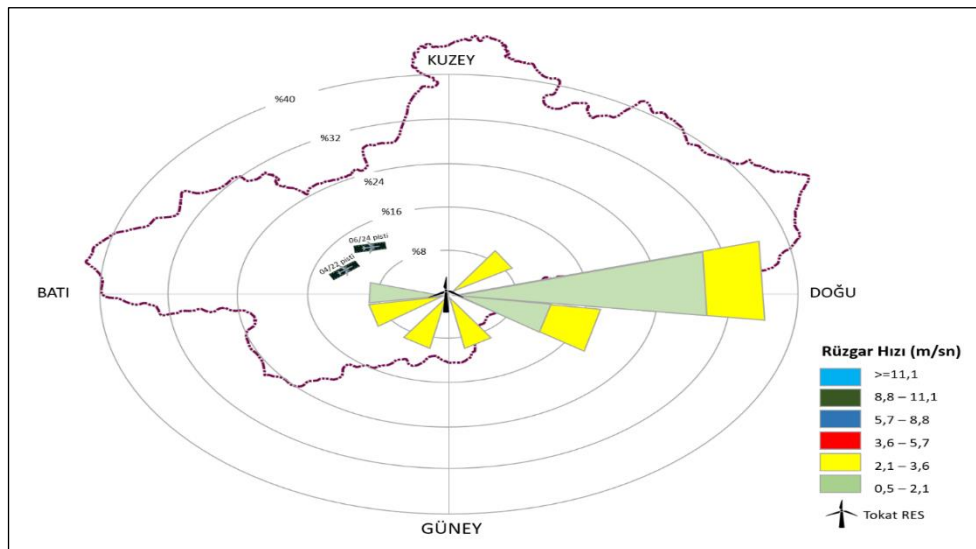
Tokat Havaalanı’nın eski pisti olan 04/22 pisti, sık kullanılan Airbus ve Boeing familyasının uzunluk parametreleri gereğince ihtiyaçlarını karşılayamazken yeni yapılan 06/24 pisti bu uçak parametrelerini karşılayabilir niteliktedir.

Çizelge 3.8: Boeing 737 ve Airbus 320 tiplerinin uzunluk parametreleri.

Uçak Markası	Model	Kod	Uçak Referans Baz Uzunluğu (m)	Kanat Açıklığı (m)	Dış Tekerlek Açıklığı (m)
Boeing 737	100	4C	2499	28.4	6.4
	200	4C	2295	28.4	6.4
	300	4C	2160	28.9	6.4
	400	4C	2550	28.9	6.4
	500	4C	2470	28.9	6.4
	800	4C	2090	34.3	7
	900	4C	2240	34.3	7
Airbus 320	200	4C	2480	33.9	8.7

3.3.3 Hakim rüzgar yönü

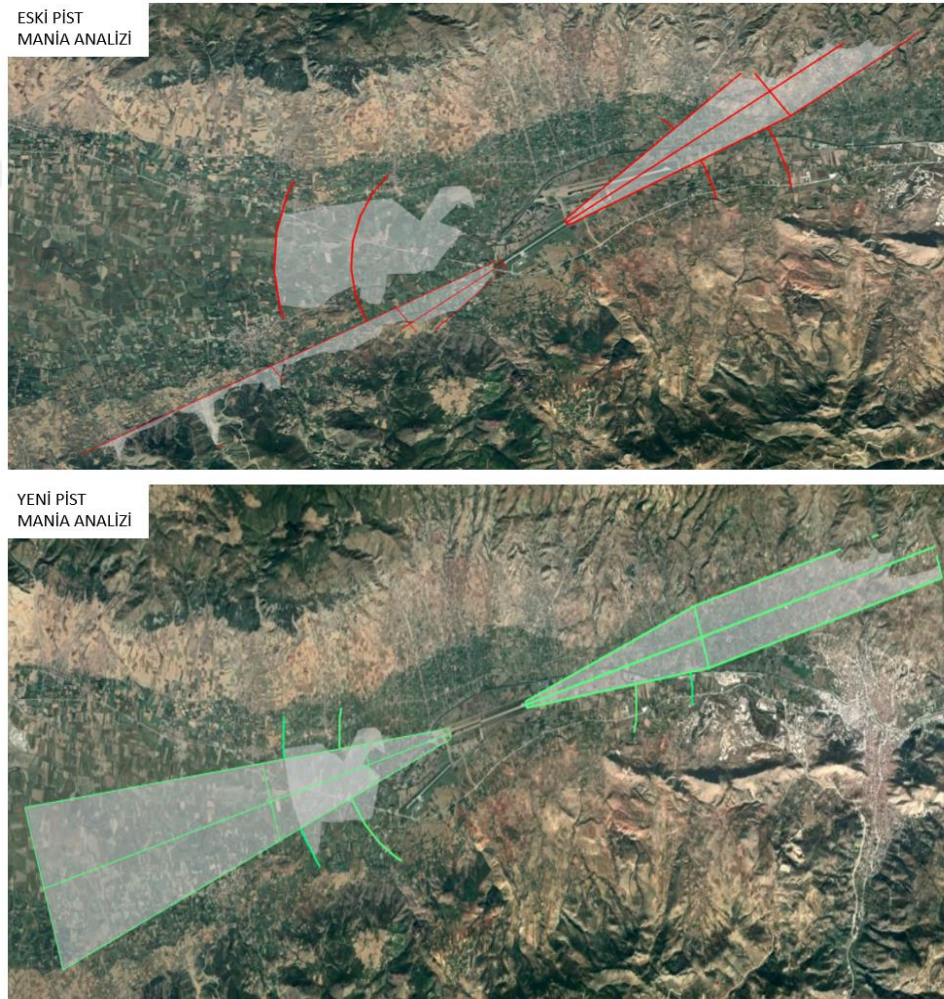
Hakim rüzgar yönü bir bölgede rüzgarın en çok estiği yöndür. Yan rüzgar ise uçağın sağ ve sol kenarlarından dik açıyla rüzgar almasıdır ve uçaklar için en tehlikeli rüzgar tipidir. Emeksiz ve diğ. (2016), Tokat Rüzgar Enerji Santralinde 2000-2010 yılları arasındaki verilerle rüzgar karakteristiğini inceleyerek rüzgar hızı ve rüzgar esme frekanslarını gösteren bir çalışma yapmışlardır. Rüzgarın baskın olarak Doğu, Güney Doğu yönünden estiğini ve hızının yaklaşık %56'sının 7.56 - 12.96 km/sa aralığında %44'ünün 1.8 – 7.56 km/sa aralığında olduğunu gözlemlemişlerdir. Şekil 3.5'te görüldüğü gibi Tokat ilinde yapılacak bir havaalanına ait pistin yönü Doğu ve Güneydoğu yönünde olursa emniyetli uçuşlar gerçekleştirilebilir. Bu yönlerin dışında yan rüzgara maruz kalınacağı ve uçuşun riske gireceği mutlaka göz önüne alınmalıdır.



Şekil 3.5: Tokat rüzgar enerji santraline göre rüzgar hızı ve yönü dağılımı.

4. BULGULAR

Tokat iline ait topoğrafik kriterler incelendiğinde eğim haritasında görülüşü üzere eğimin %0-2 arasında olduğu uygun alanların Erbaa ilçesinin kuzeyi, Niksar ilçesinin güneyi ve güney batısı, Pazar ilçesinin kuzeyi, Turhal ve Tokat ilçesinin güneyinde bulunduğu görülmektedir. Yükseklik haritasına göre yüksekliğin düşük olduğu alanların Erbaa, Niksar, Pazar, Turhal ve Tokat ilçelerinde olduğu görülmektedir. Arazi kullanım haritası incelendiğinde havaalanının Kazova ovası üzerinde düz ve uygun bir araziye kurulduğu görülmektedir. Düşey engel analizi yapıldığında eski pist ile yeni pistin mania yüzeylerini kesen yapay ve doğal manialar, uçakları kısıtlayan ve operasyonu etkileyen etkenlerdir. Şekil 4.1'de eski pistin yaklaşma ve kalkış yüzeyinde bulunan doğal engeller nedeniyle, kullanılamaz durumda olduğu görülmektedir. Yeni pistin yaklaşma ve kalkış yüzeyinin, doğal ve yapay manialardan küçük ölçüde etkilendiği görülmektedir.



Şekil 4.1: Tokat Havaalanı eski ve yeni pist mania analizi (Url-12).

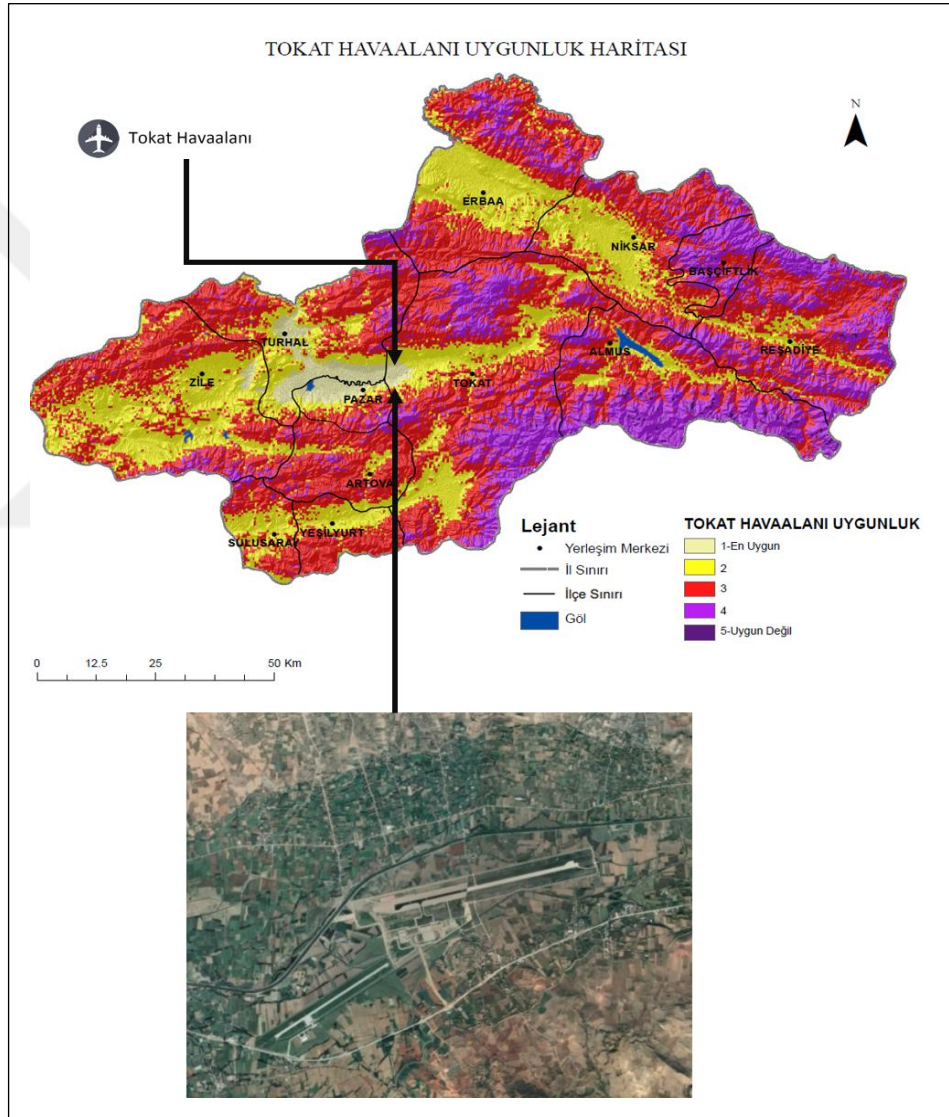
Meteorolojik kriterler incelendiğinde, Tokat ilinin ağustos ayına ait sıcaklık haritasında Pazar ve Başçiftlik ilçelerinin diğer ilçelerden daha soğuk bir iklime sahip olduğu görülmektedir. Mayıs ayına ait yağış haritası incelendiğinde Tokat ilçesinin doğusuyla beraber Almus, Niksar, Başçiftlik ve Erbaa ilçelerinin yoğun yağış aldığı görülmektedir. Rüzgar açısından incelendiğinde Şekil 3.6'da görüldüğü gibi eski pist yan ve arka rüzgara maruz kalırken yeni pist hakim rüzgar yönünde olup uçaklar için daha az risk teşkil etmektedir. Basınç ve hava yoğunluğu açısından incelendiğinde yükseklik arttıkça basınç ve hava yoğunluğu da artar. Böylece uçakların iniş ve kalkış esnasında yeterli performansı sağlayabilmeleri için pisti uzatma ihtiyacı doğar. Havaalanının Tokat ilinde yüksekliğin en az olduğu bölgeye yapılmış olması basınç ve hava yoğunluğu açısından sorun yaratmamaktadır. Ayrıca bu sayede sis oluşma ihtimali de düşerek görüşü engelleyecek durumlar azalmaktadır.

Altyapı kriterleri incelendiğinde, karayollarına yakınlık haritasında devlet karayollarından Sulusaray, Artova, Almus ve Başçiftlik ilçelerine ulaşımın zor olduğu görülmektedir. Enerji santralleri açısından incelendiğinde iniş ve kalkış hattını tehlikeye sokacak bir santralin olmadığı görülmektedir. Yeraltı ve yerüstü kaynakları açısından incelendiğinde Şekil 4.2'de görüldüğü üzere havaalanının yakınından bir drenaj ağ hattı geçmekte ve yeni yapılan pistin yakınındadır. Varolan bir havaalanının genişletilmesi söz konusu olduğunda drenaj ağlarının doldurulması gibi topoğrafik gereksinimler doğabilir. Bu durum maliyeti etkileyeceğinden pistin yakınındaki nehir ve drenaj ağları, pist planlaması yaparken dikkate alınmalıdır.



Şekil 4.2: Havaalanı çevresindeki drenaj ağları.

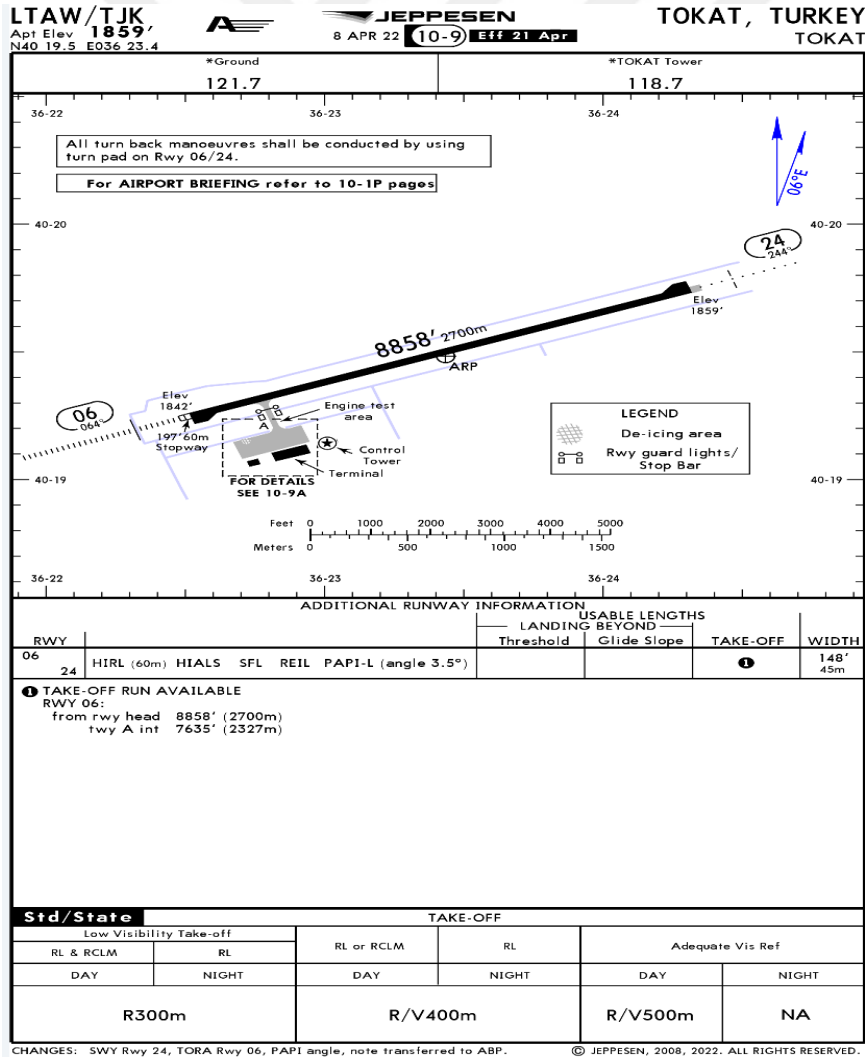
Çevresel faktörlere ait kriterler incelendiğinde, nüfus yoğunluğu açısından Tokat ve Erbaa ilçeleri en yoğun nüfusa sahipken Artova ve Almus nüfus yoğunluğu en az olan ilçelerdir. Gürültü açısından hem eski hem yeni pistin yakın çevresinde yerleşimin olmayışı ve kalkış-iniş hattının şehir merkezlerine doğru olmayışı, havaalanı çevresindeki yaşıntıyı olumsuz etkilemeyeceğini göstermektedir. Kuş göç yolu açısından incelendiğinde Tokat ili coğrafi konumu açısından kuşların yoğun olarak göç yolu olarak kullandığı ve yuvalandıkları bölgede değildir. Fakat havaalanı konumu belirlemeden önce bölgede radar yardımıyla yapılan ölçümlere ihtiyaç vardır.



Şekil 4.3: Tokat Havaalanı uygun bölge gösterimi.

Uygunluk haritası incelendiğinde Pazar ilçesinin kuzey doğusu ve Tokat merkez ilçesinin batısında yer alan bölgenin havaalanı yer seçimi için en uygun bölge olduğu görülmektedir.

Başçiftlik, Reşadiye ve Almus ilçeleri ile Tokat merkez ilçesinin kuzey ve güneydoğusunda kalan bölgeler ise havaalanı yer seçimi için uygun olmayan bölgelerdir. Şekil 4.3'te de görüldüğü gibi mevcutta kullanılan Tokat Havaalanı, uygunluk haritasında enuygun olan bölgeye inşa edilmiştir. Öyle ki, mevcutta aktif halde uçuşlar alan Tokat Havaalanı'na ait meydan haritaları, standart kalkış haritaları, standart geliş haritaları ve aletli yaklaşma haritaları bulunmaktadır. Jeppesen (Url-9), şirketi tarafından üretilen bu haritalarda Şekil 4.4'te görülen meydan haritaları havaalanındaki uçağın hareket sahasını, sahanın fiziksel özelliklerini ve teknik elemanları gösterir. Şekil 4.5'te görülen standart kalkış haritaları, uçağın kalkış anında uygulaması gereken usülleri, Şekil 4.6'da görülen standart geliş haritaları uçağın kalkıştan sonra ineceği piste yaklaşacağı aşamaya kadar uygulaması gereken usülleri ve Şekil 4.7'de görülen aletli yaklaşma haritaları iniş yapılacak olan piste tekerlekleri piste koyana kadar uygulaması gereken usülleri göstermektedir.



Şekil 4.4: Tokat Havaalanı meydan haritası (Url-9)

LTAW/TJK
TOKAT

JEPPESEN
3 JUN 22 10-3A Eff 16 Jun

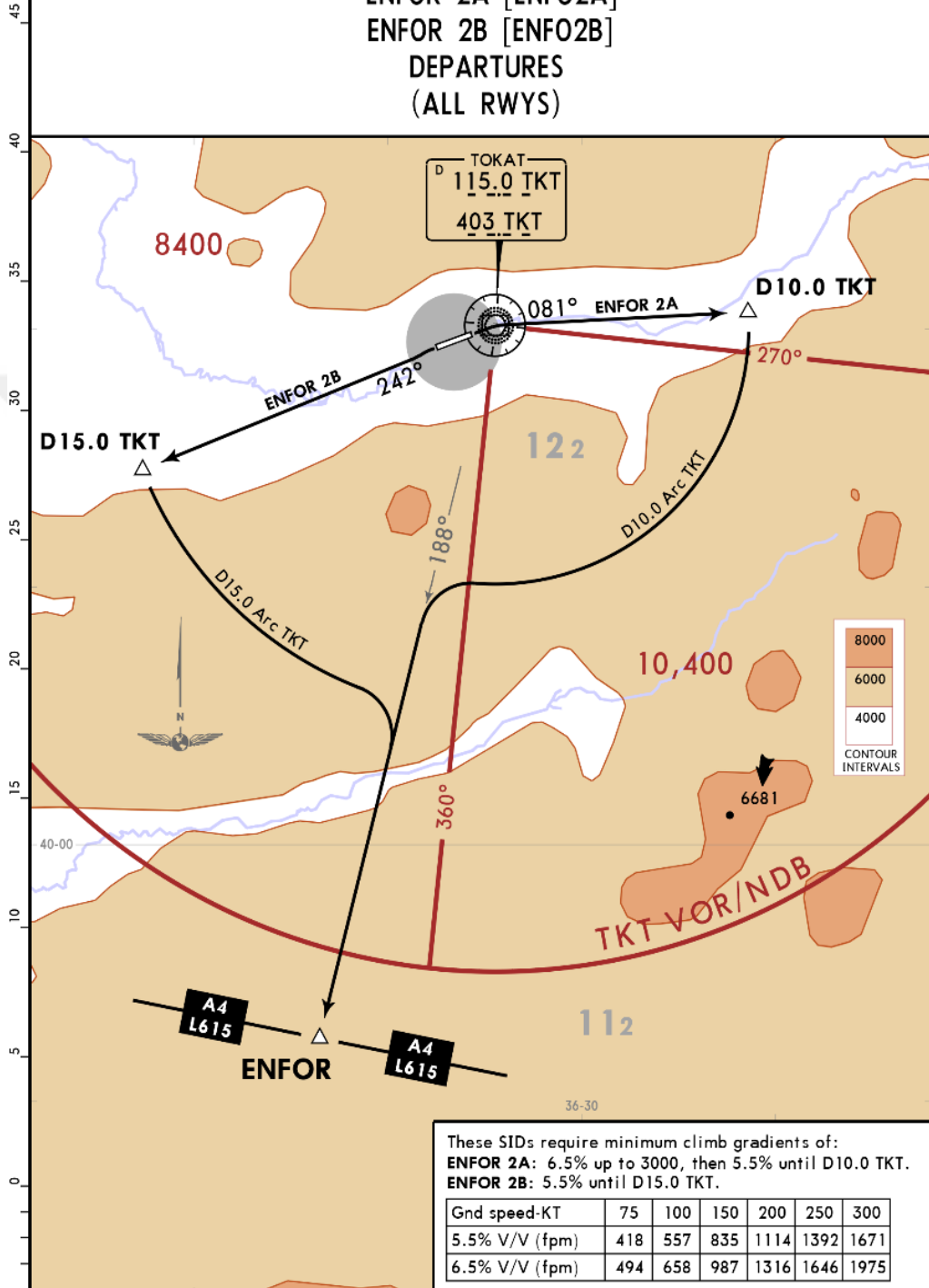
TOKAT, TURKEY

SID

Apt Elev
1859

Trans alt: 10000
VOR, DME and NDB required.

ENFOR 2A [ENFO2A]
ENFOR 2B [ENFO2B]
DEPARTURES
(ALL RWYS)



SID	RWY	ROUTING
ENFOR 2A	06	Climb straight to intercept TKT R081 (081° bearing from TKT NDB) to D10.0 TKT, turn RIGHT on D10.0 Arc TKT, intercept TKT R188 to ENFOR.
ENFOR 2B	24	Intercept TKT R242 to D15.0 TKT, turn LEFT on D15.0 Arc TKT, intercept TKT R188 to ENFOR.

CHANGES: None.

© JEPPESEN, 2022. ALL RIGHTS RESERVED.

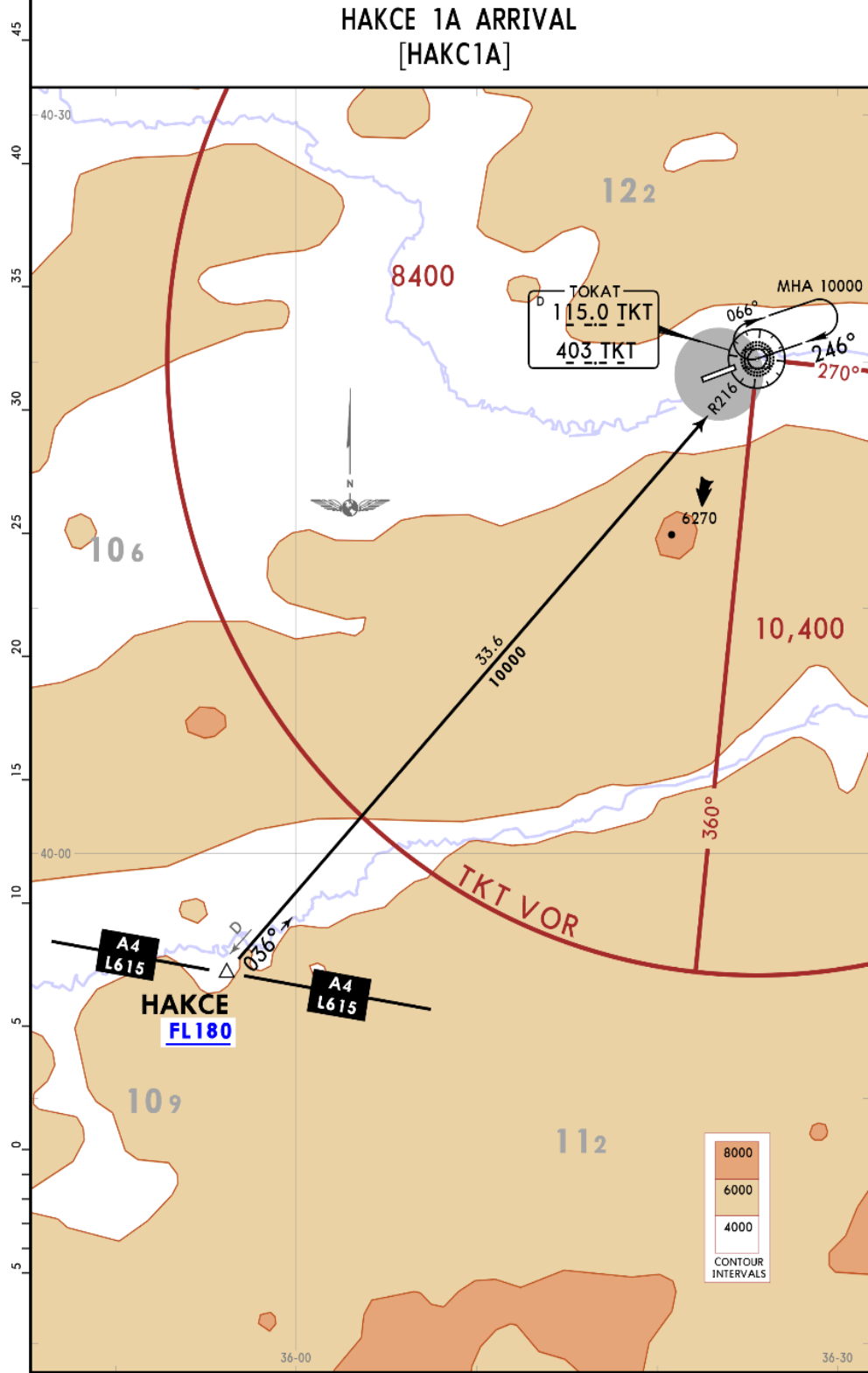
Şekil 4.5: Tokat Havaalanı standart kalkış haritası (Url-9).

LTAW/TJK
TOKAT

JEPPesen
6 MAY 22 (10-2) Eff 19 May

TOKAT, TURKEY
STAR

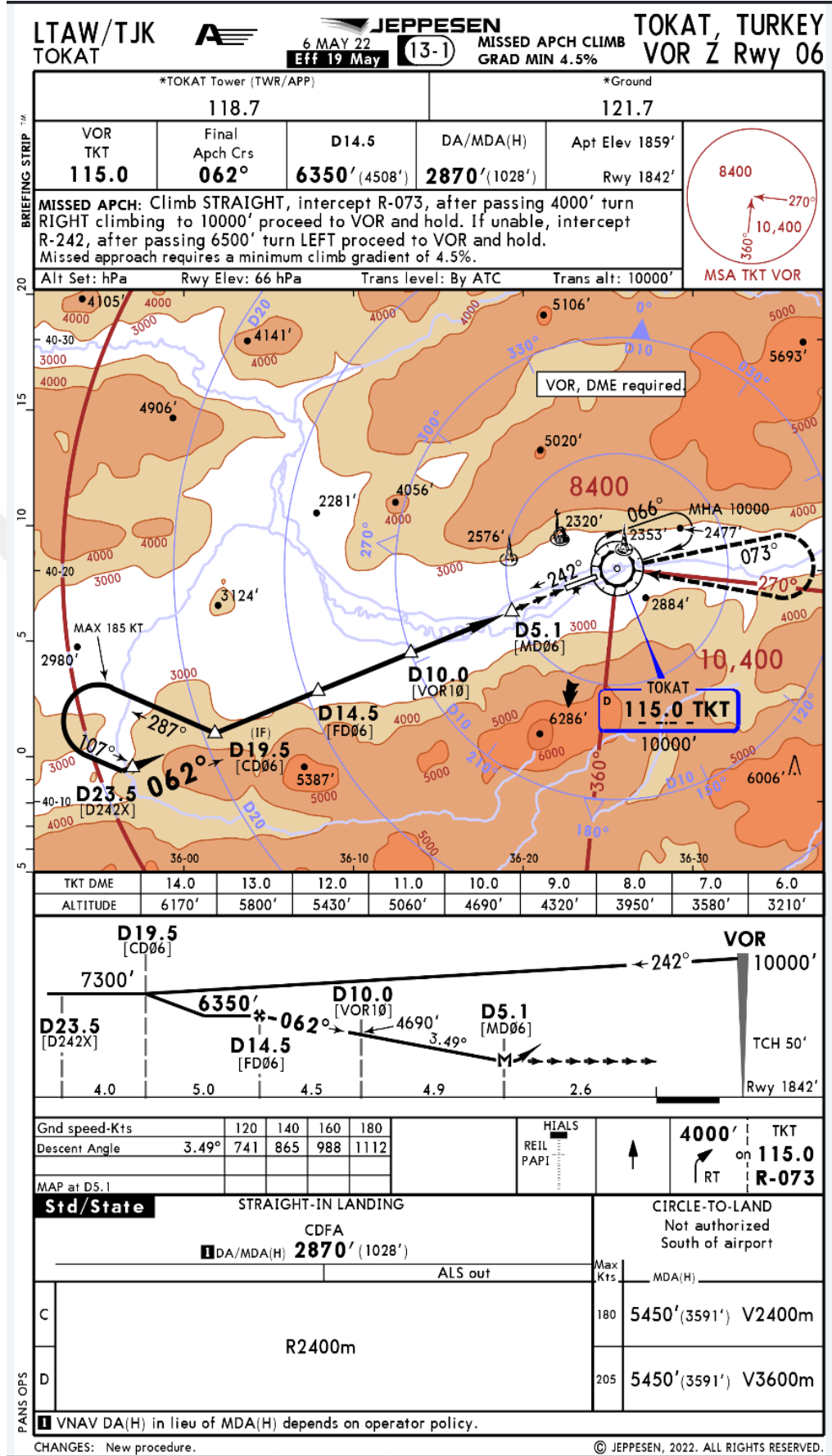
Apt Elev
1859
Alt Set: hPa Trans level: By ATC
VOR, DME and NDB required.



CHANGES: RNAV STAR HAKCE 1B withdrawn, STAR HAKCE 1A established.

© JEPPesen, 2022. ALL RIGHTS RESERVED.

Şekil 4.6: Tokat Havaalanı standart geliş haritası (Url-9).



Şekil 4.7: Tokat Havaalanı aletli yaklaşma haritası (Url-9).



5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Havayolu ulaşımı, global ölçekte kültürel, sosyal, ekonomik ve turistik faaliyetlerin gerçekleştirilebilmesi için büyük bir rol kazanmıştır. Artan nüfusla beraber emniyetli ve hızlı bir ulaşım şekline sahip olmak isteyen insanların talepleri doğrultusunda yeni havaalanlarını inşa etmek konusunda yüklü yatırımlar yapılmaktadır. Bu yüklü yatırımlar yapılmadan önce havaalanının her türlü ihtiyacını karşılayabilecek bir planlama yapılması gereklidir. Özellikle havaalanı yer seçim süreci en çok efor isteyen bir süreç olduğundan iyi bir planlamaya ihtiyacı vardır. Havaalanı yer seçimi de birden fazla kriterin göz önüne alındığı bir çalışmadır. Çok kriterli çalışmalarda alternatifler arasından en uygun olanı bulmak için Çok Kriterli Karar Verme yöntemlerinden Analitik Hiyerarşi Yöntemi ve diğer yöntemlerden faydalanılabilir.

Bu çalışmada Tokat iline havaalanı inşa etmek için en uygun yer seçimi yapılırken Analitik Hiyerarşi yönteminden faydalanılmış ve tutarlı sonuçlar elde edilmiştir. Tokat ilinde bu çalışmanın yapılmasının temel nedeni Tokat Havaalanı 1995 yılında inşa edilmiş fakat pist altyapı sorunları nedeniyle yıllarca kullanılamamış ve uçuş gerçekleştirilememiştir. 2022 yılında yeni bir pist yapılarak havaalanı tekrar kullanıma açılmıştır. Bu durum Tokat Havaalanı'nın konumunun ne kadar doğru bir bölgede olduğu sorusunu beraberinde getirmiştir. Tokat ilinde en uygun havaalanı yer seçimi yapmak için gerekli kriterler belirlenerek AHY ve CBS ile entegre halde analizler yapılmıştır. Sonrasında pist konumu belirlemek için gerekli parametreler ile Tokat Havaalanı'nın yeni pisti ile eski pisti kullanılabilirlik açısından değerlendirilmiştir. Yapılan çalışma sonucunda, Pazar ilçesinin kuzey doğusu ve Tokat merkez ilçesinin batısında yer alan bölgenin havaalanı yer seçimi için en uygun bölge olduğu tespit edilmiştir. Keza, Tokat Havaalanı bu konumda bulunmaktadır. Bu durum yapılan çalışmanın doğruluğunu ve Tokat Havaalanı'nın Tokat ili için en uygun bölgeye inşa edilmiş olduğunu göstermektedir.

Eski pist ile yeni pistin kullanılabilirliğini kıyaslamak gerekirse:

- Eski pist, fiziksel özellikleri açısından Türkiye’de ve Dünyada sıkça kullanılan Airbus 320 ve Boeing 737 gibi uçakların iniş ve kalkış performanslarını karşılayabilecek yeterlilikte değildir. Eski pistin uzunluğu 1925 metre ve genişliği 30 metredir. Fakat bu uzunluklar Airbus ve Boeing gibi uçakların referans baz uzunluğu, kanat açıklığı ve dış taker açıklığı mesafelerine yetebilecek durumda değildir.

Yeni pist ise 2700 metre uzunluğu ve 45 metre genişliği ile uçakların fiziksel performansını karşılayabilir yeterliliktedir.

- Eski pist, Tokat ilinde hakim rüzgar yönünün daha güneyinde bulunması nedeniyle yan rüzgara maruz kalınabilecek bir cephededir. Bu nedenle rüzgarlı günlerde uçuş emniyetini riske atabileceği için uçuşların gerçekleştirilememesine neden olmaktadır. Yeni pist ise hakim rüzgar yönünde bulunmasıyla yan rüzgardan arınarak emniyeti riske atmamakta ve baş rüzgarı olarak uçakların iniş ve kalkış performanslarını arttırmaktadır.

- Eski pist için yapılan düşey engel analizi incelendiğinde kalkış ve yaklaşma yüzeyini fazlasıyla kesen doğal engeller bulunmaktadır. İniş ve kalkışın güvenli bir şekilde gerçekleştirilemeyeceği görülmektedir. Yeni pist ise eski piste göre düşey engel analizi açısından doğal engellerden daha fazla arınmış bir yaklaşma ve kalkış yüzeyine sahip bölgede bulunmaktadır.

Yapılan çalışmalarda etkin bir sonuç elde etmek için analizlerin iyileştirilmesi ve yeni teknolojileri kullanılması önem arz etmektedir. Örneğin, havaalanı yer seçiminde arazi kullanımı incelenirken Avrupa Çevre Ajansı tarafından oluşturulan CORINE (Coordination of Information on the Environment) verileri ile 1:100.000 ölçekli arazi örtüsü haritalarından yararlanılabilir (Ayyüce ve diğ, 2020). Böylece arazideki dağılım hakkında daha detaylı ve doğruluğu yüksek analizler gerçekleştirilebilir. Bununla beraber yeni yapılan bir havaalanı hem yapım aşamasında hem de sonrasında karada gelişen yer hareketine bağlı olarak deformasyona uğrayabilir. Uzay Bazlı İnterferometri yönteminden faydalanılabilir. Bu yöntem ile havaalanı yüzeylerinde zamanla meydana gelecek değişiklikler izlenerek yüzeyler kullanılamaz hale gelmeden önce önlem alınabilir. Son olarak son zamanlarda artan taleple birlikte oluşan hava trafiğinin de önüne geçebilmek için yolcu kapasitesi arttırılmış daha geniş gövdeli ve uzun uçaklar kullanılmaya başlanmıştır. Bu nedenle, pist ve havaalanı planlaması yapılırken, bu tip uçakların ihtiyaçlarına cevap verebilecek nitelikte mevcut yapının genişletilebileceği bir arazi seçimi yapılması önem arz etmektedir. Havayolu taşımacılığına olan talebin artması ve teknolojik gelişmelerin hızla devam etmesi nedeniyle yeni yapılan pist ve havaalanlarının gelecekteki gelişme trendine de ayak uydurması gerekir. Yapılan havaalanlarının yıllarca verimli sonuç veren bir ürüne dönüşebilmesi için hem ülkemizde hem dünyada gelişen havacılık faaliyetlerinin ve teknolojinin takipçisi olarak doğru yatırımlara imza atmak anlamlı olacaktır.

KAYNAKLAR

- Arabacı, G. (2010)** *Havaalanı yer seçiminde ve çevre düzenlemesinde vahşi yaşamın etkileri.* (Yüksek lisans tezi). Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Arulbalaji, P., Padmalal, D., & Sreelash, K. (2019).** GIS and AHP techniques based delineation of groundwater potential zones: a case study from southern Western Ghats, India. *Scientific Reports*, 9 (1), 1-17.
- Aslan, C., Zararsız, Ö., Bilgiç, K., Akkaş, M., Nuray, F., Kaya, A., Güzel, B., ve Erbaş, M. (2019).** Düşey engel verilerinin toplanması çalışmaları, *TMMOB 6. Coğrafi Bilgi Sistemleri Kongresi*. Ankara: Ekim 23-25.
- Ayyüce, Ü., Almira, U., & Çardak, Ç. (2020).** CORINE verileri ile değişim analizi, Denizli ili örneği. *Türkiye Peyzaj Araştırmaları Dergisi*, 3 (2), 97-107.
- Chen, C. (2006).** Applying the analytical hierarchy process (AHP) approach to convention site selection. *Journal of Travel Research*, 45, 167-174.
- Elektrik Kuvvetli Akım Tesisleri Yönetmeliği. (2000).** T. C. Resmi Gazete, 24246, 30 Kasım 2000.
- Emeksiz, C., Doğan, Z., Gökrem, L., & Yavuz, A. H. (2016).** Tokat bölgesi rüzgar karakteristiğinin istatistiksel yöntemler ile incelenmesi. *Politeknik Dergisi*, 19 (4), 481-489.
- Enerji İşleri Genel Müdürlüğü. (t.y.)** Erişim tarihi: 6 Haziran 2022, <https://repa.enerji.gov.tr/REPA/>
- Erkan, T.E. & Elsharida, W. M. (2020).** Combining AHP and ROC with GIS for airport site selection: a case study in Libya. *ISPRS International Journal of Geo-Information*, 9, 312. doi: 10.3390/ijgi9050312
- Ertunç, E. & Çay, T. (2020).** Havaalanı yer seçiminde Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) ve Analitik Hiyerarşi Süreci (AHP) kullanımı. *Konya Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 8 (2), 200-210. doi: 10.36306/konjes.590605
- Hoş, Y.B. (2003).** Atatürk Havaalanı (yüksek lisans tezi). İstanbul Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul.
- ICAO (2016).** *Aerodrome Design and Operations*. Annex 14, Volume 1, to the conventions on International Civil Aviation, International Civil Aviation Organization, Montreal, Canada, February.
- ICAO (2018).** Annex 3 to the convention on International Civil Aviation: *Meteorological Service for International Air Navigation*, 20th ed.; International Civil Aviation Organization: Montréal, QC, Canada.
- Konak, Y. C. (2019).** *Akıllı uçuş haritaları yönetim sistemi tasarımı: II. faz geliş ve yaklaşma haritalarının üretimi ve standartlaştırılması* (yüksek lisans tezi), İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

- Meteoroloji Genel Müdürlüğü. (t.y.)** Erişim tarihi: 6 Haziran 2022, <https://www.mgm.gov.tr/genel/ss.aspx?s=sisnedir>.
- Mighty, M.** (2015). Site suitability and the Analytic Hierarchy Process: how GIS analysis can improve the competitive advantage of the Jamaican coffee industry. *Applied Geography*, 58, 84-93. doi: 10.1016/j.apgeog.2015.01.010
- Murayama, Y., & Bunruamkaew, K.** (2011). Site suitability evaluation ecotourism using GIS and AHP" a case study of Suratthani province. Thailand. *Procedia Social and Behavioral Science*, 21, 269-278
- Oktal, H., & Yakut, F.** (2018) . Geniş gövdeli uçak karakteristiklerinin havaalanı tasarımı ve işletimine etkileri. Mustafa Kemal Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, 15 (41), 15-37.
- Rahmat, Z. G., Niri, M. V., Alavi, N., Goudarzi, G., Babaei, A. A., Baboli, Z., & Hosseinzadeh, M.** (2017). Landfill site selection using GIS and AHP: a case study: Behbahan, Iran. *KSCE Journal of Civil Engineering*, 21(1), 111-118
- Saaty, T.L.** (1980). *The Analytic Hierarchy Process*, New York, McGrawHill.
- Türkiye İstatistik Kurumu. (t.y.)** Erişim tarihi: 6 Haziran 2022, <https://data.tuik.gov.tr/>
- Ulubay, A. & Varol, B.V.** (2012). Havaalanları etrafında emniyetli sahaların oluşturulması ve sunulması, *IV. Uzaktan Algılama ve Coğrafi Bilgi*
- Url-1** <https://www.mfa.gov.tr/uluslararasi-sivilhaviciliorgut_icao_.tr.mfa/>, erişim tarihi: 29.05.2022
- Url-2** < <https://tokat.csb.gov.tr/>>, erişim tarihi: 29.05.2022.
- Url-3** < <https://www.harita.gov.tr/urun/turkiye-mulki-idare-sinirlari/232>>, erişim tarihi: 08.06.2022
- Url-4** < http://cografyaharita.com/turkiye_enerji_haritalari.html >, erişim tarihi: 08.06.2022
- Url-5** < <https://www.dhmi.gov.tr/Sayfalar/aipturkey.aspx>>, erişim tarihi: 08.06.2022.
- Url-6** <<https://www.basarsoft.com.tr/tematik-harita-nedir/>>, erişim tarihi:08.06.2022.
- Url-7** < <https://blog.esri.com.tr/>>, erişim tarihi: 08.06.2022.
- Url-8** < https://www.faa.gov/air_traffic/publications/>, erişim tarihi : 08.06.2022.
- Url-9** < <https://www2.jeppesen.com/navigation-solutions/charts-and-airway-manual/>> erişim tarihi: 08.06.2022.
- Url-10** < <https://www.usgs.gov/>>, erişim tarihi :08.06.2022.
- Url-11** <<https://manianalyze.com/>>, erişim tarihi: 08.06.2022.
- Url-12** < <https://sdo.pgsgnav.net/>>, erişim tarihi: 08.06.2022.

ÖZGEÇMİŞ

Ad-Soyad : Safiye Haymana

--

ÖĞRENİM DURUMU:

- **Lisans** : 2019, İstanbul Teknik Üniversitesi, İnşaat Fakültesi, Geomatik Mühendisliği
- **Yükseklisans** :2022, İstanbul Teknik Üniversitesi, Geomatik Mühendisliği Anabilim Dalı, Geomatik Mühendisliği Program

MESLEKİ DENEYİM VE ÖDÜLLER:

- 2019-2020 yılında Paksoy Teknik Hizmetler’inde Geomatik Mühendisliği yaptı..
- 2020 yılından beri Pegasus Havayolları şirketinde Navigasyon Mühendisi olarak çalışıyor.