

**İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ**

**HAVALİMANI ETRAFINDA EMNİYETLİ SAHALARIN OLUŞTURULMASI  
İÇİN MEKANSAL ANALİZLER: İSTANBUL HAVALİMANI ÖRNEĞİ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**Aylin BAYRAK**

**Bilişim Uygulamaları Anabilim Dalı**

**Coğrafi Bilgi Teknolojileri Programı**

**HAZİRAN 2021**



**İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ**

**HAVALİMANI ETRAFINDA EMNİYETLİ SAHALARIN OLUŞTURULMASI  
İÇİN MEKANSAL ANALİZLER: İSTANBUL HAVALİMANI ÖRNEĞİ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**Aylin BAYRAK  
(706151017)**

**Bilişim Uygulamaları Anabilim Dalı**

**Coğrafi Bilgi Teknolojileri Programı**

**Tez Danışmanı: Prof. Dr. Hande DEMİREL**

**HAZİRAN 2021**



İTÜ, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü'nün 706151017 numaralı Yüksek Lisans Öğrencisi "Aylin BAYRAK", ilgili yönetmeliklerin belirlediği gerekli tüm şartları yerine getirdikten sonra hazırladığı "HAVALİMANI ETRAFINDA EMNİYETLİ SAHALARIN OLUŞTURULMASI İÇİN MEKANSAL ANALİZLER: İSTANBUL HAVALİMANI ÖRNEĞİ" başlıklı tezini aşağıda imzaları olan jüri önünde başarı ile sunmuştur.

**Tez Danışmanı :** **Prof. Dr. Hande DEMİREL** .....

İstanbul Teknik Üniversitesi

**Jüri Üyeleri :** **Doç. Dr. Uğur ALGANCI** .....

İstanbul Teknik Üniversitesi

**Doç. Dr. Bahadır ERGÜN** .....

Gebze Teknik Üniversitesi

**Teslim Tarihi** : **26 Mayıs 2021**

**Savunma Tarihi** : **16 Haziran 2021**





*Aileme,*



## ÖNSÖZ

Bu çalışma İstanbul Teknik Üniversitesi Coğrafi Bilgi Teknolojileri yüksek lisans tez çalışması dersi kapsamında hazırlanmıştır. Çalışma içerisinde İstanbul Havalimanı'nda pistlere ait mania planlarının 3B olarak hazırlanması, takibi ve havaalanları etrafındaki topoğrafya ve yüksek yapıların hangilerinin tehdit oluşturduğunun belirlenmesi işleminin otomasyonu gerçekleştirilmiştir. Yapılan analiz çalışmaları ile elde edilecek sonuçların kurumlar arasındaki bilgi ve iletişimin artmasını sağlamak hedeflenmektedir. Bu sayede bu araştırmadaki temel problemlerden biri olan kontrolsüz yapılaşmanın önüne geçilmesi ve emniyetli hava sahalarının oluşturulması amaçlanmıştır.

Çalışmayı gerçekleştirmemde bana danışmanlık yapan, bilgi ve deneyimiyle çalışmamı yönlendiren, desteğini ve sabrını benden esirgemeyen hocam sayın Prof. Dr. Hande DEMİREL'e teşekkürlerimi sunuyorum. Ayrıca bu çalışma süresince benden yardımlarını esirgemeyen eşim Muhammed Ali Bayrak'a ve annem Şevkat Baskın'a teşekkür ederim.

Mayıs 2021

Aylin BAYRAK  
(Geomatik Mühendisi)



## İÇİNDEKİLER

### Sayfa

ÖNSÖZ .....	vii
İÇİNDEKİLER.....	ix
KISALTMALAR .....	xi
ÇİZELGE LİSTESİ.....	xiii
ŞEKİL LİSTESİ.....	xv
ÖZET .....	xvii
SUMMARY.....	xix
<b>1. GİRİŞ .....</b>	<b>1</b>
1.1 Problem Tanımı.....	2
1.2 Çalışmanın Amacı .....	3
1.3 Veri ve Yöntem .....	4
<b>2.COĞRAFİ BİLGİ SİSTEMLERİ VE HAVACILIKTA BİLGİ YÖNETİMİ...7</b>	<b>7</b>
2.1 Coğrafi Bilgi Sistemi .....	7
2.2 Havalimanı CBS Uygulama Örnekleri .....	7
2.2.1 Schiphol Amsterdam Havalimanı CBS uygulama örneği.....	9
2.2.2 İzmir Adnan Menderes Havalimanı CBS uygulama örneği .....	11
2.3 Havacılıkta Bilgi Yönetimi .....	13
2.4 Hava Enformasyon Yayını.....	14
<b>3.HAVALİMANI VE MANİA TAHDİT YÜZEYLERİ.....17</b>	<b>17</b>
3.1 Genel.....	17
3.2 Havacılıkla İlgili Tanımlar.....	17
3.3 Mania Tahdit Yüzeyleri ve Temel Kavramlar .....	17
3.3.1 Temel kavramlar .....	17
3.3.2 Mania tahdit yüzeyleri.....	19
3.3.3 Kaldırılmayan manıların yayınlanması.....	28
3.4 Takip Edilecek Yönetmelikler .....	29
3.5 Takip Edilecek Otoriteler.....	30
3.5.1 Sivil Havacılık Genel Müdürlüğü .....	30
3.5.2 Uluslararası Sivil Havacılık Örgütü (ICAO) .....	30
<b>4.VERİ VE YÖNTEM .....</b>	<b>33</b>
4.1 Verilerin Toplanması ve Hazırlanması.....	34
4.1.1 Jeodezik çalışmalar .....	34
4.1.2 Fotogrametrik veri elde etme .....	36
4.1.3 Sayısal halihazır ve yükseklik modeli üretimi .....	38
4.2 Yöntem .....	39
<b>5. İSTANBUL HAVALİMANI MANİA UYGULAMASI ÖRNEĞİ .....</b>	<b>43</b>
5.1 Proje Kapsamı: İstanbul Havalimanı.....	43
5.2 Veri Tabanının Hazırlanması .....	45
5.2.1 Verilerin 3B simülasyonu .....	45
5.2.2 Mania tahdit yüzeylerinin hazırlanması.....	47

5.3 Analiz .....	50
5.4 Sonuç ve Değerlendirmeler .....	51
<b>KAYNAKLAR.....</b>	<b>53</b>
<b>EKLER .....</b>	<b>55</b>
<b>ÖZGEÇMİŞ.....</b>	<b>65</b>



## KISALTMALAR

<b>2B</b>	: İki Boyut
<b>3B</b>	: Üç Boyut
<b>AMDB</b>	: Airdrome Mapping Database
<b>AIP</b>	: Airport Information Programme
<b>ARP</b>	: Airport Reference Point
<b>ATM</b>	: Air Traffic Management
<b>BÖHHBÜY</b>	: Büyük Ölçekli Harita ve Harita Bilgileri Üretim Yönetmeliği
<b>CAD</b>	: Computer Aided Design
<b>CBS</b>	: Coğrafi Bilgi Sistemi
<b>CNS</b>	: Communications, Navigation and Surveillance Systems
<b>DCOM</b>	: Distributed Component Object Model
<b>DHMI</b>	: Devlet Hava Meydanları İşletmesi
<b>ETOD</b>	: Electronic Terrain and Obstacle Data
<b>GNSS</b>	: Global Navigation Satellite System
<b>GPS</b>	: Global Positioning System
<b>ICAO</b>	: International Civil Aviation Organization
<b>İGA</b>	: İstanbul Grand Airport
<b>MTY</b>	: Mania Tahdit Yüzeyi
<b>NAL</b>	: National Aerospace Laboratory
<b>NOTAM</b>	: Notice to Airmen
<b>PAT</b>	: Pist Apron Taksi
<b>SHGM</b>	: Sivil Havacılık Genel Müdürlüğü
<b>SOA</b>	: Service-Oriented Architecture
<b>TKGM</b>	: Tapu ve Kadastro Genel Müdürlüğü



## ÇİZELGE LİSTESİ

### Sayfa

<b>Çizelge 3.1</b> : Mania tahdit yüzeylerinin belirlenmesinde kullanılan kriterler-1. ....	<b>20</b>
<b>Çizelge 3.2</b> : Mania tahdit yüzeylerinin belirlenmesinde kullanılan kriterler-2 .....	<b>21</b>
<b>Çizelge 4.1</b> : Arazi verileri asgari doğruluk gereksinimleri.....	<b>34</b>
<b>Çizelge 4.2</b> : DMC IIe 250 dijital hava kamerasına özellikleri .....	<b>36</b>





## ŞEKİL LİSTESİ

### Sayfa

Şekil 1.1 : İş akışı .....	5
Şekil 2.1 : Gürültü etki alanı sınırı örneği .....	10
Şekil 2.2 : Sistem mimarisi .....	11
Şekil 2.3 : Mania yüzeyleri, 3B binalar ve doğal engeller.....	12
Şekil 2.4 : MTY'ni ihlal eden detayların 3B görselleştirme ile analizi .....	13
Şekil 2.5 : İşbirlikçi karar vermede Havacılık Bilgi Yönetimi örneği .....	14
Şekil 3.1 : Mania yüzeyini delip geçen doğal mania örneği. ....	18
Şekil 3.2 : Mânia yüzeyini delip geçen yapay mania örneği. ....	18
Şekil 3.3 : Dalaman Askeri Havalimanı mania planı .....	19
Şekil 3.4 : Mânia Sınırlama Yüzeyleri 1 .....	22
Şekil 3.5 : Mânia Sınırlama Yüzeyleri 2. ....	22
Şekil 3.6 : Şerit saha. ....	23
Şekil 3.7 : Geçiş yüzeyi örneği .....	24
Şekil 3.8 : İç yatay düzey gösterimi. ....	25
Şekil 3.9 : İç yatay düzlem ihlali. ....	25
Şekil 3.10 : Konik yüzey gösterimi. ....	26
Şekil 3.11 : Konik yüzey ihlali.....	26
Şekil 3.12 : Yaklaşma (iniş) yüzey gösterimi. ....	27
Şekil 3.13 : Yaklaşma (iniş) yüzey gösterimi. ....	27
Şekil 3.14 : Kalkış (tırmanış) yüzey gösterimi. ....	28
Şekil 3.15 : Kalkış tırmanma yüzey gösterimi. ....	28
Şekil 3.16 : Örnek AIP .....	29
Şekil 4. 1 : Arazi verilerinin sınıflandırılması .....	33
Şekil 4.2 : Verilerin toplanmasında ve hazırlanmasında genel iş akışı. ....	34
Şekil 4.3 : Kullanılan TUSAGA istasyonları.....	35
Şekil 4.4 : Uçuş planı.....	37
Şekil 4.5 : İstanbul Havalimanı ortofoto örneği.....	38
Şekil 4.6 : Örnek veri tabanı ve vektörel veri. ....	39
Şekil 5.1 : İstanbul Havalimanı.....	43
Şekil 5.2 : İstanbul Havalimanı mania sınırı.....	44
Şekil 5.3 : Proje sahasına ait vektörel altlık harita .....	46
Şekil 5.4 : Bina katmanı verileri .....	46
Şekil 5.5 : 3B bina ve ağaç katmanı .....	47
Şekil 5.6 : İstanbul Havalimanı mania planı.....	48
Şekil 5.7 : MTY oluşturulması için program girdileri.....	49
Şekil 5.8 : Oluşturulan 3B mania tahdit yüzeyi .....	49
Şekil 5.9 : Mania tahdit yüzeyini ihlal eden binalar.....	50



# HAVALİMANI ETRAFINDA EMNİYETLİ SAHALARIN OLUŞTURULMASI İÇİN MEKANSAL ANALİZLER: İSTANBUL HAVALİMANI ÖRNEĞİ

## ÖZET

Modern havacılığın çok çeşitli sistemleri ve prosedürleri, kesişen paydaşları ve özel bir terminolojisi bulunmaktadır. Bu da karar vericiler için farklı kaynaklardan gelen farklı veri modellerinin bütünleştirilmesinde zorluklara neden olmaktadır. Bu sebeple verilerin mekansal yapısı nedeniyle bütünleştirmenin CBS ortamında yapılması diğer yöntemlere oranla daha başarılı ve hızlı sonuçlar verir. Havalimanlarındaki mania alanlarının haritalanması, şehir planlaması ve şehir ekonomisinin yanı sıra orada yaşayan nüfusun güvenliği için de gerekli ve önemlidir. Mania alanlarının ihlal edilmesi, havalimanlarının genişlemesini engelleyebileceği gibi, çevredeki birçok kısıtlamalara ve bu kısıtlamaların sebebiyet verdiği karmaşık sorunlara yol açmaktadır. Bu çalışma ile emniyetli hava sahalarının kontrolü ve korunması için havalimanı otoritesi ve diğer kurumların mevcut mevzuatlara ek neler yapabileceği irdelenmiş ve önerilerde bulunulmuştur. İstanbul Havalimanı uygulamasıyla hazırlanan örnek mania planları ve bu planların nasıl otomatize edilebileceği ile ilgili bilgiler verilmiş ve bu kapsamda uluslararası ve ulusal havalimanlarındaki CBS örnekleri incelenerek uygulama alanı için CBS tabanlı çözüm önerilerinde bulunulmuştur. İstanbul Havalimanı'nda yapılan uygulama çalışması ile tüm fazlar tamamlandığında yapımı tamamlanmış olacak altı pist baz alınarak hazırlanan mania alanlarını içeren 463 km<sup>2</sup>'lik alanın öznitelik verileri işlenerek bilgisayar ortamında 3B olarak simüle edilmiştir. Kurulan Havalimanı Bilgi Sistemi sayesinde analiz, sorgulama ve hesaplama gibi birçok işlemin bilgisayar ortamında çok kısa zamanlarda yapılmasını ve havalimanı işletmesi gibi büyük bir organizasyonda birçok departmanda eş zamanlı olarak farklı faaliyetlerde kullanılabilmesine olanak sağlanmıştır. Bu uygulama kentsel kullanıcılar ve yöneticiler için bir araç olarak hizmet vermenin yanı sıra, havaalanı koruma bölgesinde bulunan mevcut ve gelecekteki binaların kontrolüne ve denetimine izin verdiği için hava sahası mevzuatından sorumlu makamlara da hizmet edeceği düşünülmektedir. Uygulamadaki tüm çalışmanın CBS ortamında gerçekleştirilmesi, bu kurumlardan gelecek talepler doğrultusunda yapılacak tüm işlemler için hızlı sorgulama imkanı sağlayarak kurumlar arası iletişime katkı sağlayacağı düşünülmektedir. Ayrıca havalimanı etrafında arazi kullanımı, yapılaşma ve çevre planlama gibi konularda oluşturulan verilerin kurumlar arasında paylaşılmasının gerekliliğine değinerek, bu alanda kullanılabilecek potansiyel CBS çözümleri konusunda da önerilerde bulunulmuştur.



## **SPATIAL ANALYSIS FOR CREATION OF SAFE AREAS AROUND AERODROMES : A CASE OF ISTANBUL AIRPORT**

### **SUMMARY**

Modern aviation has a wide variety of systems and procedures, cross-cutting stakeholders, and a specialized terminology. This causes difficulties for decision makers in integrating different data models from different sources. Thanks to the coordinated work of global and national traffic control authorities, planes fly safely around the world. At the heart of this vital collaboration is the implementation of a common aviation language with a set of rules and procedures applicable to producing and distributing aviation information. For this reason, due to the spatial structure of the data, integration in the GIS environment gives more successful and faster results compared to other methods. Airports, which are located outside the city during the planning and construction phase, remain within the city center borders due to the increasing population and unplanned developments of the cities. Especially in areas with high population density, the vertical growth of construction makes it difficult to create safe areas around airports. The mapping of obstacle areas at airports are necessary and important for the safety of the population who are living there, as well as for city planning and the city economy. Violation of obstacle areas may prevent the expansion of airports and cause many restrictions in the environment and complex problems caused by these restrictions. Annex-14 and related documents published by the International Civil Aviation Organization (ICAO) clearly reveal the restrictions on creating safe areas. Thanks to the coordinated work of global and national traffic control authorities, planes fly safely around the world. At the heart of this vital collaboration is the implementation of a common aviation language with a set of rules and procedures applicable to producing and distributing aviation information. In our country; Within the scope areas are determined by the Ministry of Transport and Infrastructure; All kinds of structures, buildings, wind roses, base stations, etc., which may endanger air traffic, flight safety, navigation and airport security or prevent communication around the airports. structures, even growing trees are prohibited and subject to permission. However, while the preparation of airport obstacle maps are under the responsibility of the General Directorate of Civil Aviation, the implementation of these obstacle plans are under the authority of all relevant institutions and organizations, including municipalities and governorships, which have the authority to make zoning plans. These differences between the preparer and the implementer causing information loss in inter-institutional communication, and these losses are causing problems in the precautions to be taken. The risk of accident at landings and take-offs at airports is related to the intensity of natural and artificial obstacles around the airport. Considering that the construction is mostly directed towards the airports, the slope of the ground around the airports, the grouping of the obstacles on the ground, the elevation and attributes of these obstacles are the featured regions that should be subjected to GIS analysis in order to ensure flight safety. During the preparation of the study, the legislations, instructions, publications and academic studies of institutions were directly involved in the subject such as the General

Directorate of Civil Aviation, the Ministry of Transport and Infrastructure, the State Airports Authority, the International Civil Aviation Organization (ICAO). During the implementation work between these documents, the obstacles around the airport and the obstacle plans created in this context were discussed together with the construction rules, especially based on Annex-14 published by ICAO. In this study, it has been examined and suggested what the airport authority and other institutions can do in addition to the existing legislation for the control and protection of safe airspaces. Sample obstacle plans prepared with the Istanbul Airport application and information on how these plans can be automated are given. In this context, GIS-based solutions are offered for the application area by examining the GIS examples at international and national airports. With the application study at Istanbul Airport, the attribute data of the 463 km<sup>2</sup> area, which includes the obstacle areas, prepared on the basis of the six runways, that will be completed when all phases are completed, were processed and simulated in 3D in the computer environment. In order to determine which artificial and natural obstacles around the airport pose a flight risk, height information was obtained by performing a measurement process for each obstacle containing height (building, tree, wind rose, etc.) in the Obstacle Limitation Surface area. All data on details are overlapped with the Obstacle Limitation Surface, and objects that may be dangerous for all aircraft, which pierce this surface or are an obstacle for the landing or the take off around the airport are identified. By using 3D visualization techniques in the GIS environment, 2D obstacle maps used in the legislation were made more understandable. In this way, in order to prevent one of the main problems like uncontrolled construction, many risk analyzes that can be done in the future will allow the authorized institutions to be informed by identifying potential risky obstacle zones by using analysis techniques in the GIS environment. Thanks to the prepared 3D obstacle plans, an exemplary model was created that can be used in the automatic determination of natural and artificial obstacles around the airport. The areas where this prepared 3D terrain model can contribute to the solution of different problems at the airport are mentioned. With the case study, the contribution of GIS to the technical processes in the creation of obstacle lines was examined and examples of many other uses of airport spatial data in management were presented. For this purpose, the operational effects of GIS applications that are used at airports and which have the potential to be used are examined. Thanks to the established Airport Information System, it is possible to carry out many operations such as analysis, query and calculation in a very short time in the computer environment and can be used in different activities simultaneously in many departments in a large organization such as airport management. In addition to serving as a tool for urban users and managers, this application is considered to also serve the authorities responsible for airspace legislation as it allows control and inspection of existing and future buildings located in the airport protection zone. By minimizing the risk of changing or canceling landing procedures, reducing the length of the runway, affecting the size of aircraft permitted to operate, or even disabling airport operations, it allows for the intervention of obstacles and makes airports safer. In addition, the smaller the restrictions placed on airports due to barriers, the greater the likelihood of airport expansion and airport expansion, which contributes to the development and economy of the regions they serve, and to the safety of the population. It is thought that with the application of the GIS, it will enable us to obtain growth statistics, identify potentially dangerous factors and take preventive decisions, among other results that are the aim of this study. It is thought that the realization of all the work in the application in the GIS environment will contribute to inter-institutional communication by providing quick inquiry for all

transactions to be made in line with the requests from these institutions. In addition, by emphasizing the necessity of sharing the data created on issues such as land use, construction and environmental planning around the airport among institutions, suggestions were made about potential GIS solutions that can be used in this area.





## 1. GİRİŞ

Küresel ve ulusal trafik kontrol otoritelerinin koordineli çalışmaları sayesinde uçaklar, dünyanın dört bir yanında güvenli bir şekilde uçmaktadır. Bu hayati işbirliğinin merkezinde, havacılık bilgilerini üretmek ve dağıtmak için geçerli bir takım kuralları ve prosedürleri olan ortak bir havacılık dilinin uygulanması yer alır (Robinson, 2009). Son yıllarda havacılık endüstrisindeki gelişmeler bir takım problemleri de beraberinde getirmiştir. Bu problemlerden biri de can, mal ve uçuş güvenliği sebebiyle, havalimanları çevresinde güvenli sahaların oluşturulması ve global standartların sağlanmasıdır.

Planlama ve yapım aşamasında şehir dışına konumlandırılan havalimanları, şehirlerin artan nüfusu ve plansız gelişmeleri nedeniyle şehir merkezi sınırları içinde kalmaktadır. Özellikle nüfus yoğunluğunun yüksek olduğu bölgelerde yapılaşmanın dikey büyümesi ile birlikte, havalimanlarının çevresinde emniyetli sahaların oluşturulmasını zorlaştırmaktadır.

Havalimanlarındaki mania alanlarının haritalanması, şehir planlaması ve şehir ekonomisinin yanı sıra orada yaşayan nüfusun güvenliği için de gereklidir. Mania alanlarının ihlal edilmesi, havalimanlarının genişlemesini engelleyebileceği gibi, çevredeki birçok kısıtlamalara ve bu kısıtlamaların sebebiyet verdiği karmaşık sorunlara yol açmaktadır (Santos and Müller, 2014). Uluslararası Sivil Havacılık Kurumu (ICAO)' nun yayınlamış olduğu Annex-14 ve ilgili dökümanlar emniyetli sahaların oluşturulmasındaki kısıtlamaları net bir şekilde ortaya koymaktadır. Ülkemizde ise; Ulaştırma ve Altyapı Bakanlığı tarafından belirlenen sahalar kapsamında; havalimanları çevresinde hava trafiğini, uçuş güvenliğini, seyrüseferi ve meydan güvenliğini tehlikeye atacak veya haberleşmeyi engelleyecek nitelikte olabilecek her türlü yapı, bina, rüzgar gülü, baz istasyonu vb. yapılar, hatta ağaç yetiştirilmesi dahi yasak ve izne tabidir. Ancak havalimanı mania haritalarının hazırlanması Sivil Havacılık Genel Müdürlüğü'nün sorumluluğundayken, bu mania planlarının uygulanması belediyeler ve valilikler olmak üzere imar planı yapma yetkisine sahip ilgili tüm kurum ve kuruluşların yetkisindedir. Hazırlayıcı ve

uygulayıcıdaki bu farklılıklar kurumlar arası iletişimde bilgi kaybına, bu kayıplar da alınacak önlemler konusunda problemlere sebebiyet vermektedir.

Havalimanlarında iniş ve kalkışlardaki kaza riski doğal ve suni maniaların havalimanı etrafında ne yoğunlukta bulunduğu ile ilgilidir. Yapılaşmanın çoğunlukla havalimanları istikametine yöneldiği düşünülürse, uçuş emniyetini sağlamak için havalimanları etrafındaki yeryüzü eğimi, yeryüzündeki maniaların gruplandırılması, bu maniaların kot bilgisi ve öznitelikleri bakımından CBS analizine tabi tutulması gereken özellikli bölgelerdir (Ulubay, 1999).

Modern havacılığın çok çeşitli sistemleri ve prosedürleri, kesişen paydaşları ve özel bir terminolojisi bulunmaktadır. Bu da karar vericiler için farklı kaynaklardan gelen farklı veri modellerinin bütünleştirilmesinde zoruklara neden olmaktadır. Bu sebeple verilerin mekansal yapısı nedeniyle bütünleştirmenin CBS ortamında yapılması diğer yöntemlere oranla daha başarılı ve hızlı sonuçlar verir. Bu çalışma kapsamında; İstanbul Havalimanı uygulamasıyla hazırlanan mania planları ve Havacılık Enformasyon Yayını (AIP) güncellemeleri incelenerek havalimanı gibi büyük yapılarda CBS yöntemlerinin sunacağı katkılar ve çözümler incelenerek, havacılık sektörüne diğer alanlarda da sağlayabileceği katkılarla ilgili önerilerde bulunulmuştur. Hazırlanan 3B mania planları sayesinde havalimanı etrafındaki doğal ve yapay engellerin otomatik olarak belirlenmesinde kullanılacak örnek bir model oluşturulmuş ve hazırlanan bu 3B arazi modelinin havalimanındaki farklı problemlerin çözümüne de katkı sağlayabileceği alanlardan bahsedilmiştir. Bu kapsamda uluslararası ve ulusal havalimanlarındaki CBS uygulamaları örnekleri incelenerek İstanbul Havalimanı için kullanılacak CBS tabanlı çözüm önerilerinde bulunulmuştur. Emniyetli sahaların kontrolü ve korunması için havalimanı otoritesi ve diğer kurumların mevcut mevzuatlara ek neler yapabilecekleri irdelenmiş ve önerilerde bulunulmuştur.

## **1.1 Problem Tanımı**

Havalimanları etrafında arazi kullanımına bağlı olarak yapılaşma, gürültü, ulaşım vb. konular bir takım kısıtlamaları da beraberinde getirmiştir. Bu kısıtlamalardan biri de havalimanının etrafında uçakların iniş ve kalkışlarında potansiyel tehlike oluşturan yapılardır. Bu olgu yeni olmayıp, geçmişte de havaalanı etrafındaki manialardan kaynaklanan birçok uçak kazası vakası meydana gelmiştir. Bu kazalardan bazıları; 11

Kasım 1996' da ADC Airlines Flight 86 kazası, 3 Haziran 2012' de havalimanı yakınlarına düşen Dana Air Flight 992 kazası, 4 Eylül 1971' de Juneau yakınlarında bir dağa düşen Alaska Havayolunun 1866 uçuşu kazası, 3 Ekim 2013' te Associated Havayoluna ait SCD-361 uçuşu kazası ve 20 Kasım 1969' da düşen Nijerya Havayoluna ait 825 nolu uçuş kazasıdır (Ayeni vd., 2018).

Bu çalışmada, İstanbul Havalimanı için hazırlanan 3B mania planları sayesinde havalimanı etrafındaki doğal ve yapay engellerin otomatik olarak belirlenmesinde kullanılabilecek örnek bir model oluşturulmuş ve bu kapsamda CBS' nin havalimanlarına birçok alanda sağlayabileceği katkılarla ilgili önerilerinde bulunulmuştur. Maniaların belirlenebilmesi için gerekli kriterler Uluslararası Sivil Havacılık Kurumu (ICAO) tarafından belirlenmiştir. İstanbul Havalimanı'nda yapılan uygulamada çözüme kavuşturulmak istenen problem, İstanbul'da yapılaşmanın logaritmik olarak arttığı bu bölgede emniyetli hava sahalarının muhafazası için bu yüzeyleri ihlal eden detayların periyodik olarak belirlenerek oluşturulan öznitelik bilgileri sayesinde kontrolsüz yapılaşmanın önüne geçmektir. Bu kapsamda kullanılacak farklı veri kaynaklarından elde edilen verilerin otomasyonu ve entegrasyonunun ancak CBS tabanlı bir sistemle yapılması mümkündür. Oluşturulan bu sistem sayesinde ihlal edilen alanların belirlenmesi öncelikli olarak amaçlanmakla birlikte periyodik olarak oluşturulan güncel veriler, Havalimanı Bilgi Sisteminde birçok problemin çözümünde de altlık olarak kullanılacaktır.

## **1.2 Çalışmanın Amacı**

Bu çalışmanın amacı İstanbul Havalimanı'nda pistlere ait mania planlarının 3B olarak görselleştirilmesi, takibi ve havalimanları çevresindeki doğal ve suni engellerin hangilerinin havayolu taşımacılığı bakımından tehdit oluşturduğunun tespit edilmesi ve otomasyonudur. Yapılan analiz çalışmalarının periyodik olarak güncel verilerle tekrarlanması; elde edilecek sonuçların kurumlar arasındaki bilgi ve iletişimin artmasını sağlayacaktır. Bu sayede, bu araştırmadaki temel problemlerden biri olan kontrolsüz yapılaşmanın önüne geçilmesi ve emniyetli hava sahalarının oluşturulması hedeflenmektedir.

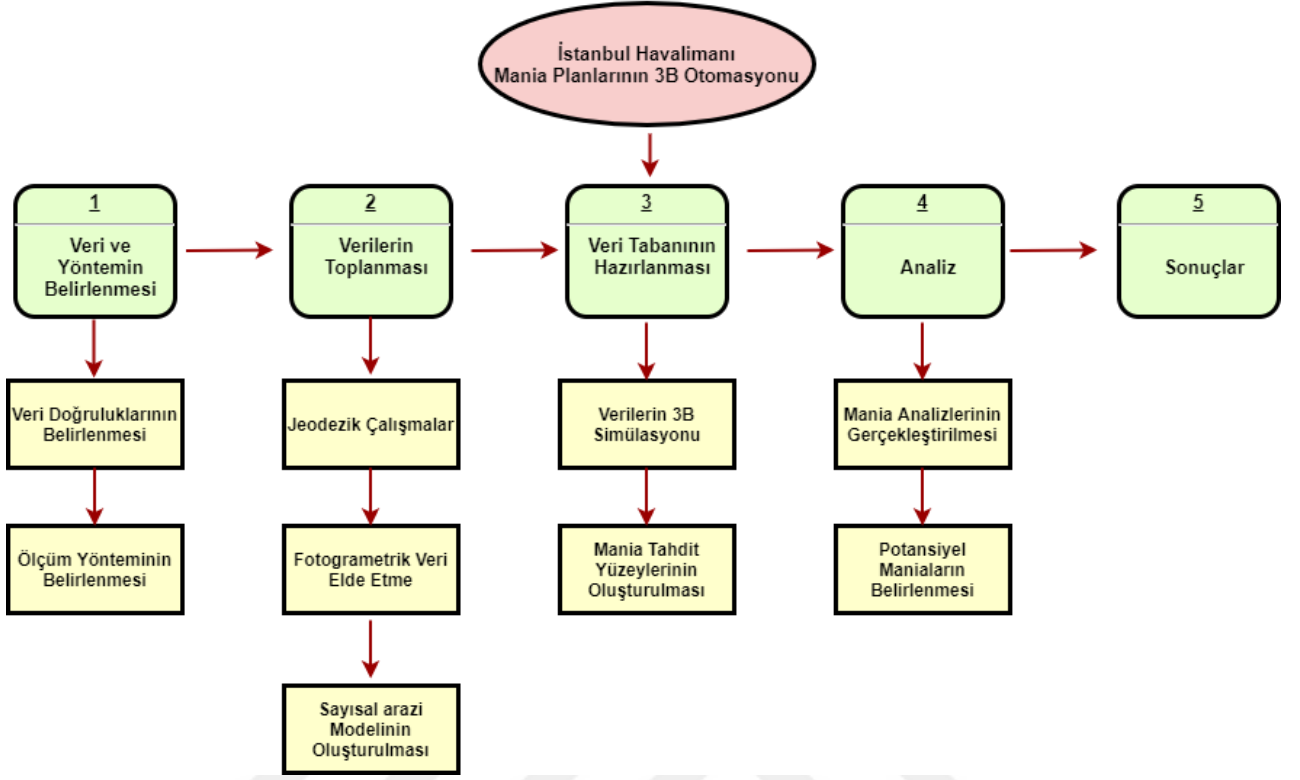
Yapılan örnek çalışmayla birlikte mania hatlarının oluşturulmasındaki teknik süreçlere CBS'nin katkısı incelenmiş ve havalimanı mekansal verilerinin yönetiminde daha birçok kullanım alanıyla ilgili örnekler sunulmuştur. Bu amaç doğrultusunda,

havalimanlarında kullanılan ve kullanım potansiyeli bulunan CBS uygulamalarının operasyonel etkileri irdelenmiştir.

### **1.3 Veri ve Yöntem**

Çalışmanın hazırlanması sürecinde, Sivil Havacılık Genel Müdürlüğü, Ulaştırma ve Altyapı Bakanlığı, Devlet Hava Meydanları İşletmesi, Uluslararası Sivil Havacılık Teşkilatı (ICAO) gibi konunun doğrudan içinde olan kurumlara ait mevzuatlar, talimatlar, yayınlar ve akademik çalışmalardan faydalanılmıştır. Bu dökümanlar arasında yapılan uygulama çalışması esnasında özellikle ICAO tarafından yayınlanan Annex-14 baz alınarak havalimanı etrafındaki manialar ve bu kapsamda oluşturulan mania planları yapılaşma kurallarıyla birlikte ele alınmıştır.

Yapılan uygulama çalışması kapsamında; İstanbul Havalimanı projesinde mevcut ve yapılması planlanan pistlerin tamamına ait mania takibatını sağlamak amacıyla 463 km<sup>2</sup>' lik proje sahası kapsamındaki veriler; İGA İşletme tarafından Mescioğlu Mühendislik firmasına yaptırılmış ve uygulamada altık olarak kullanılacak haritaların fotogrametrik yöntemle oluşturulması kararlaştırılmıştır. Bu çalışmada da İGA İşletme tarafından temin edilen bu veriler altık olarak kullanılmış ve veriler 3B olarak görselleştirilerek analizler gerçekleştirilmiştir. Veri doğrulukları bölüm 4' te detaylı olarak açıklanan ICAO Ek 15 yayınına göre Havacılık Bilgi Yönetiminde kullanılacak veri bölgeleri sınıflandırması ve standartlarında verilen değer aralıkları dikkate alınarak oluşturulmuştur. Çalışmanın aşamaları Şekil 1.1' de kısaca özetlenmiştir:



Şekil 1.1 : İş akışı.



## **2. COĞRAFI BİLGİ SİSTEMLERİ VE HAVACILIKTA BİLGİ YÖNETİMİ**

### **2.1 Coğrafi Bilgi Sistemi**

Coğrafi Bilgi Sistemi (CBS), coğrafi olarak referans verilen verilerin görselleştirilmesini, modellenmesini, manipüle edilmesini, geri çağrılmasını, analiz edilmesini ve sunulmasını sağlayan bir veri tabanıdır. Bilgisayar grafikleri, görsel nitelikteki bilgileri görüntülemek için tasarlanmış olmasına rağmen, CBS salt grafik işlemekten çok daha fazlasını sağlar. Kullanıcıların tasarımlarının özneliklerini (örneğin, bir binanın yapısal özelliklerini) simüle etmek mümkündür. Üç boyutlu modelleme araçları da bu tür sistemlerin bir özelliğidir. CAD sistemleri ile CBS arasında pek çok benzerlik olsa da, özellikle CAD simülasyonları nesnelere grafik olmayan özelliklerini desteklemediğinden, kullanıcıları bu iki sistemi CBS’de birleştirmeye yönlendirmektedir (Worboys, 1995).

Günümüzde mekansal verinin kullanım alanlarının artmasıyla birlikte CBS birçok alanda kullanılmaktadır. Havacılık sektörü de bu alanlardan biridir. CBS bilimi organize etmek, iletmek ve anlamak için bize bir çerçeve sunar. CBS kullanılan işbirliği araçlarıyla birlikte coğrafi bilimin anlamlandırılmasına ve insanların ortak bir hedefe ulaşmalarına yardımcı olur.

CBS, üç boyutlu analizler sayesinde, daha gelişmiş hava sahası modelleme uygulamalarının, arazi kullanımı, bina yükseklikleri ve havalimanı çevresindeki arazi kullanımı gibi çevredeki topluluklardan gelen coğrafi bilgilerle birleştirilmesine olanak tanır. Bu uygulamalar, modern havalimanlarında daha iyi bir ortak operasyonel tablo sağlar ve güvenlik açığı, maniaların analizi ve arazi kullanım izinleri için kullanılır (Url-4).

### **2.2 Havalimanı CBS Uygulama Örnekleri**

CBS, modern havacılığın birçok zorluğunu ele almak için değerli araçlar sağlar. Havalimanı operatörleri, bir yandan tesislerini verimli bir şekilde yönetirken bir yandan da yolcular için daha fazla güvenlik ve emniyet sağlamak zorundadırlar.

Modern havalimanlarının birçoğunda hem hava hem de yer operasyonlarını daha iyi yönetmelerine yardımcı olabilecek entegre bir CBS uygulaması kullanılmaktadır (Url-4).

Hava operasyonlarında gerçek zamanlı uçuş izleme ve uçuş takibi, hava sahası planlama ve yönlendirme uygulamaları için CBS kullanılmaktadır. Karmaşık hava sahası konfigürasyonları, CBS üç boyutlu analiz metodolojisi kullanılarak modellenir. Bu uygulamalar hava sahası verimliliğinin artmasını kolaylaştırırken, gürültü izleme gibi bir takım kamu bilgilendirme programlarını da destekler (Url-4).

Yer operasyonlarında ise havalimanı yöneticileri mekansal bilgi ve modelleme yeteneklerini kullanarak planlama, operasyon, bakım ve güvenlik konularını desteklemek için CBS uygulamalarından yararlanmaktadır. CBS, onlara diğer bilgi sistemlerinde bulunmayan benzersiz bilgi ve analitik güç sağlar. Ve en önemlisi, kapsamlı bir CBS ile çok çeşitli havalimanı görevlerini destekleyebilir. CBS yazılımı, artık Bilgisayar Destekli Tasarım (CAD) sistemleri ve ilişkisel veritabanı yönetim sistemleri gibi diğer önemli yazılım araçlarıyla daha yüksek düzeyde birlikte çalışabilirlik sağlayarak, havalimanı yöneticilerinin bilgi teknolojisi ortamlarını daha iyi entegre etmelerine olanak sağlamaktadır. CBS, modern havacılığın birçok zorluğunu ele almak için değerli araçlar sağlar. Ticari havayolları, uçuş rotasını planlamak ve gerçek zamanlı işlemleri izlemek için CBS kullanır. Karmaşık hava sahası konfigürasyonları, CBS üç boyutlu analiz metodolojisi kullanılarak modellenir. Kullanıcılar artık dijital hava fotoğraflarında, çevre ve tasarım verilerinde yakalanan bilgileri analiz ve planlama için aynı ortama getirebilirler (SPG Media, 2006). Bu ihtiyaçlar doğrultusunda disiplinler arası farklı veri gruplarını birleştirmek için en uygun ortam CBS'dir. Mekansal veri ihtiyacının artmasıyla birlikte çoğunlukla bina dışı uygulamalarda kullanılan CBS, Yapı Bilgi Modeli (YBM) gibi bina içine odaklanmış sistemlerle entegre olarak tesis yönetimi gibi birçok alanda kullanılmaya başlanmıştır.

CBS, genellikle rekabet halinde olan ve birbiriyle örtüşen emniyet, güvenlik, bütçe ve verimlilik kaygıları nedeniyle engellenen havalimanlarının yönetilmesine yardımcı olur. Bu karşıt konuların mekansal sonuçları güvenli bir şekilde bir CBS ortamında modellenebilir ve test edilebilir. Planlayıcılar, komşu arazi kullanım sınırlamalarını analiz etmek, gürültü kirliliği azaltma önlemlerini tasarlamak ve havalimanına erişim ve ulaşım alternatiflerini incelemek için CBS'yi kullanır. Pistler ve kamu hizmetleri

altyapıları gibi kritik havalimanı bileşenlerinin bakım ve onarım işleri için CBS uygulamaları kullanılır. CBS' nin modern havacılığa özgü zorlukların ele alınmasındaki yararlarını gösteren iki önemli CBS çözümü örneği: havalimanı denetimlerini yönetmek ve uçuş tehlike yönetimidir (Url-4).

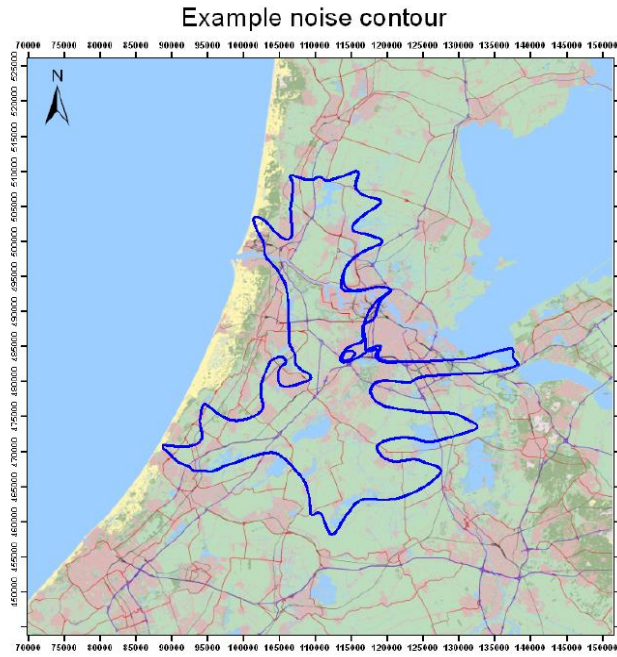
16 Ocak 2009'da New York'ta bir US Airways uçağı, bir kaz sürüsüyle çarpıştıktan sonra her iki motorda da güç kaybetmeye başladı. Pilotlar Hudson Nehri'ne tarihi ve güvenli bir kaza inişini gerçekleştirirken, hikayeleri uçuş sırasında karşılaşılan çok sayıda riski vurguluyor. Kaza sonrasında Amerika Birleşik Devletleri Hava Kuvvetleri, FAA ile işbirliği içinde, "... uçaklarla kuş çarpması riskini azaltmak için mevcut en iyi mekansal kuş verilerini" sağlamayı amaçlayan bir program olan Amerika Birleşik Devletleri Kuş Tehlikesi Danışma Sistemini (USAHAS) geliştirmiştir. Web siteleri, kullanıcı tarafından tanımlanan tarih, saat ve yerde bu tür çarpışmaların riskini tahmin eden CBS destekli bir uygulama sunar. CBS ile habitat, göç modelleri, tür özellikleri ve konum bilgilerini analiz eder ve ortaya çıkan tehlikelerin haritasını çıkarır (Robinson, 2009).

### **2.2.1 Schiphol Amsterdam Havalimanı CBS uygulama örneği**

Bu çalışmada Schiphol Amsterdam Havaalanı'nda gürültü azaltma önlemlerinin çevreye olan etkisini göstermek üzere örnek bir uygulama yapılmıştır. Geçtiğimiz yıllarda dünya çapında uçak hareketlerinin sayısı artarak yerel ve küresel çevre üzerindeki etkisini artırdı. Günümüzde hava taşımacılığı endüstrisi, hava kirliliği, gürültü ve iklim değişikliği gibi çevresel konularla ilgili artan halk endişelerine büyük önem vermektedir (Url-5). Clean Sky projesi, Avrupa Komisyonu tarafından hava taşımacılığının çevresel etkisini azaltmak için çığır açan teknolojilerin geliştirilmesini hedeflemektedir. CROS projesi, Hollanda ulaştırma, bayındırlık işleri ve su yönetimi bakanlığı tarafından yaptırılan ulusal bir projedir. Bu projenin amacı, Schiphol havaalanına giden ve gelen hava trafiğinden kaynaklanan sesin neden olduğu halk rahatsızlığını azaltmaktır. Bu azalma, halkın uçak gürültüsüne maruz kalmasını azaltmak için uçuş rotalarını değiştirerek elde edilebilir. Yeni teknolojilerin veya yeni uçuş rotalarının çevre üzerinde sahip olabileceği etkilerin gösterilmesi için, etkilerin net bir şekilde açıklanması ve görselleştirilmesi önemlidir. Örneğin, uçuş rotaları, yoğun nüfuslu alanların üzerinden uçmaktan kaçınacak şekilde tasarlanabilir. Bunun uçak tarafından üretilen gerçek gürültü veya emisyon seviyeleri üzerinde çok az etkisi

vardır, ancak etkinin konumu değişir. Bu etkiyi bir CBS kullanarak bir harita üzerinde gorselleştiren, etkiler anında netleşir ve yeni önerilen rotaların değerlendirilmesi için gerekli olan etkilere ilişkin değerli bilgiler sağlar. CBS, bu nedenle havacılık uzmanları için değerli bir varlıktır (Dost, 2010).

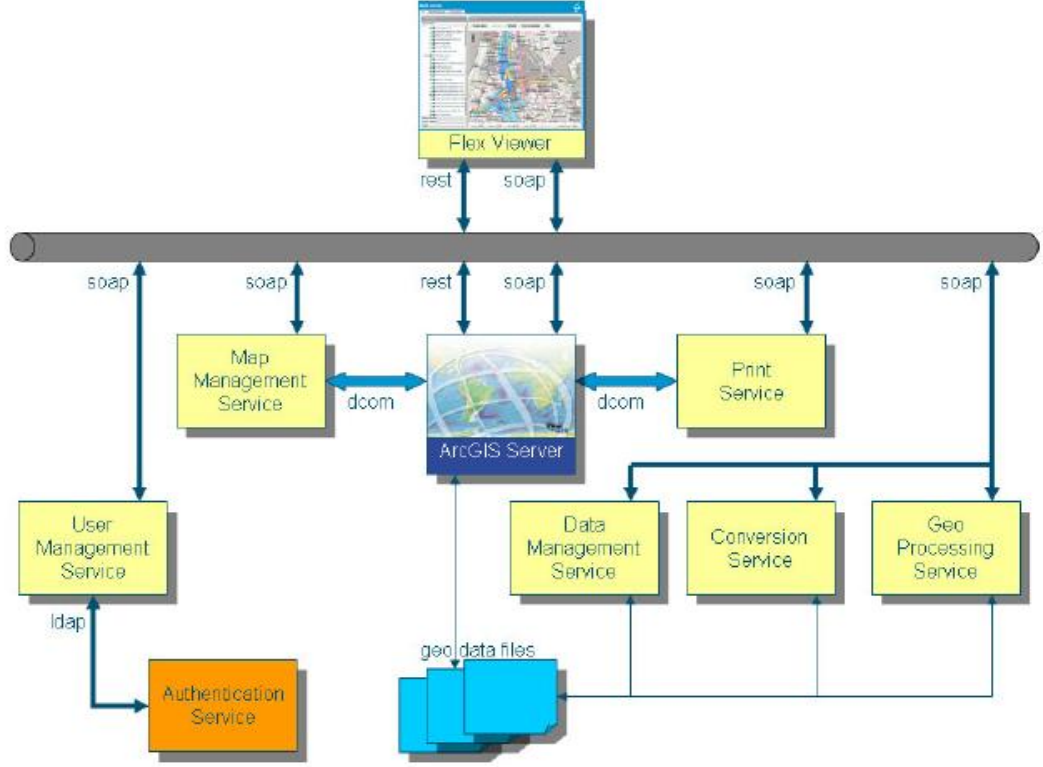
Proje kapsamında oluşturulan sistem mimarisi NAL (Ulusal Havacılık ve Uzay Laboratuvarı) bünyesinde hava taşımacılığının bir havalimanı çevresinde çevre üzerindeki etkisini gorselleştirmek için kullanılmaktadır. Hava aracı gürültüsünü ve üçüncü taraf riskini inceleyen çevresel değerlendirmelerin sonuçları incelenmektedir. Bu değerlendirmeler, bir havalimanının mevcut işletimi sırasında hava taşımacılığının etkisini ve ayrıca gürültü azaltma önlemleri olan ve olmayan senaryoların gürültü etkisini karşılaştırarak gürültü azaltma önlemlerinin etkisini göstermek için kullanılır. Aşağıda izleyici kullanılarak oluşturulan Schiphol Amsterdam havalimanı civarındaki gürültü sınırına bir örnek Şekil 2.1’ de gösterilmektedir (Dost, 2010).



**Şekil 2.1 :** Gürültü etki alanı sınırı örneği.

Hazırlanan sistem mimarisi, birçok alanda kullanım için büyük bir potansiyele sahiptir (Şekil 2.2). Sistem Microsoft Dağıtılmış Bileşen Nesne Modeli (DCOM) kullanılarak; kullanıcı yönetimi, dosya işleme, veri dönüşümü için ek hizmetler ve ArcGIS sunucusu ile iletişim kuran istemci olarak görev yapan bir harita yönetimi hizmetini içeren SOAP / WSDL çerçevesi kullanılarak bir hizmet odaklı mimari (SOA) olarak tasarlandı. Modüler yapı büyük esneklik sağlar ve web tabanlı çözümler mükemmel

erişilebilirlik sunar. Mimaride bulunan farklı modüller kullanılarak farklı kullanıcıların ihtiyaçlarına uyacak şekilde özelleştirilebilir (Dost, 2010).



Şekil 2.2 : Sistem mimarisi.

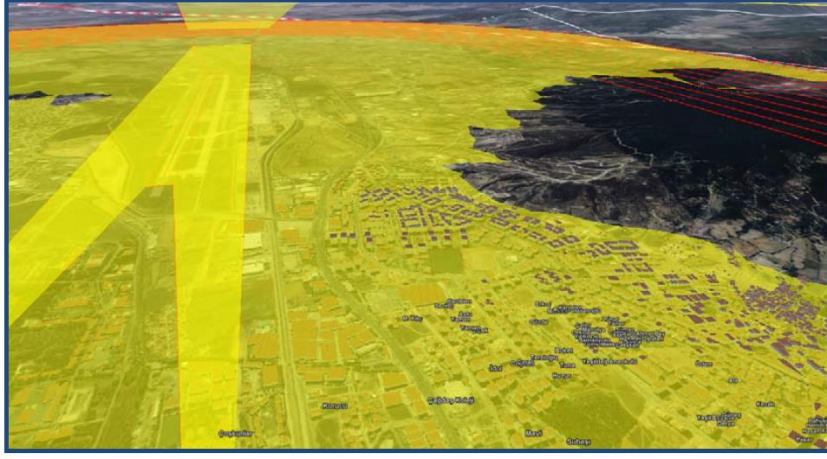
NAL işbirliğiyle geliştirilen bu proje, ArcGIS sunucu yazılımını ve bunu kendi uzmanlık alanı olan havacılıkta başarmak için yenilikçi şirket içi geliştirilmiş rutinleri birleştirir. Bununla birlikte, diğer uzmanlık alanları da bu gelişmeden büyük ölçüde faydalanabilir (Dost, 2010).

### 2.2.2 İzmir Adnan Menderes Havalimanı CBS örneği

Bu çalışmada, İzmir Adnan Menderes Havaalanı'nın gerçek veriler kullanılarak yapılan bir uygulama ile mania planlarının pist kategorilerine göre bilgisayar yazılımları kullanılarak üç boyutlu analizin yapılması, havalimanları çevresindeki doğal ve yapay engellerin hangilerinin mania oluşturduğunun tespiti ve tüm çalışmada

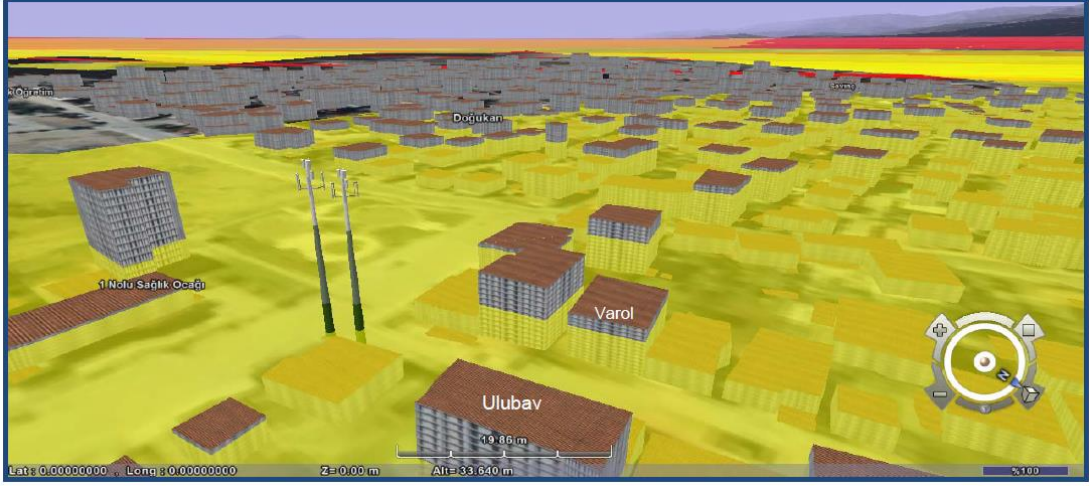
kullanılan verilerin kurumlar arasında ihtiyaç halinde paylaşımını sağlayacak bir uygulama sunulmaktadır (Ulubay, Varol; 2013).

Bu proje kapsamında hazırlanan veriler bir sanal küre yazılımı olan City surf' e aktarılmış ve ortofotolar, arazi modeli, havalimanı mania yüzeyleri ile yükseklik ve konum bilgileri toplanan ve yüksekliği olan her türlü bina, elektrik direği, nakil hatları vb. engel bilgileri görüntülenmeye çalışılmıştır. İzmir Adnan Menderes Havalimanı çevresinde gerçek durum simüle edilerek, kullanıcılara görsel analiz yapma imkânı sağlanmıştır. Şekil 2.3' de Adnan Menderes Havaalanı'na ait mania yüzeyini ihlal eden doğal engeller ve 3B binaların genel durumu gösterilmektedir (Ulubay, Varol; 2013).



**Şekil 2.3 :** Mania yüzeyleri, 3B binalar ve doğal engeller.

Şekil 2.4' de ise mania yüzeyini aşan binalar ve rastgele bir verici, binalara ait "İSİM" öznitelik bilgisi ile üç boyutlu durumda görselleştirilmiştir. Şekilde de görülebileceği gibi detaylar üç boyutlu olarak hesaplanan mania tahdit yüzeylerinin üzerine çıkarak havacılık güvenliği için tehdit yaratmaktadır. Ulubay ve Varol'a göre; "Bu tür bir durumun CBS yazılımları ile sadece sorgulamalar yaparak tespit edilmesi, 3B görüntüleme kadar hızlı, kolay anlaşılır ve etkileyici olmamaktadır. İstenirse, 3B görüntüleme ekranında ilgilenilen detaya ait diğer bilgiler de anında sorgulanabilmektedir." (Ulubay, Varol; 2013). Manialara ait böyle bir analizin yalnızca CBS yazılımı kullanılarak hazırlanması yeterli olmadığı gibi, görselleştirme olmadan bu örnekteki kadar basit ve anlaşılabilir olması da mümkün değildir.



**Şekil 2.4 :** MTY’ni ihlal eden detayların 3B görselleştirme ile analizi.

Bu çalışmada, güvenli hava alanlarının tespiti için ICAO vasıtasıyla pist kullanım özelliklerine göre tespit edilen normlar ve bu normlardan yola çıkılarak hesaplanan mania sınırlama yüzeyleri açıklanmaktadır. Bu yüzeylerin yaratılması, havalimanı çevresindeki topoğrafya ve suni yapıların detaylarının (bina, yüksek gerilim hattı, ağaç, vb.) 3B görselleştirilmesi ile havaalanı pistinin çevresinde yaşanan problemler için nihai çözümler üretilmeye çalışılmıştır. Kompleks CBS sorguları ile ortaya çıkan bilgilerin, 3B görselleştirme ve sunum metodlarıyla daha basit oluşturulabileceği, görselleştirme ile mekansal sorunların daha basit algılanabileceği konusu irdelenmiştir.

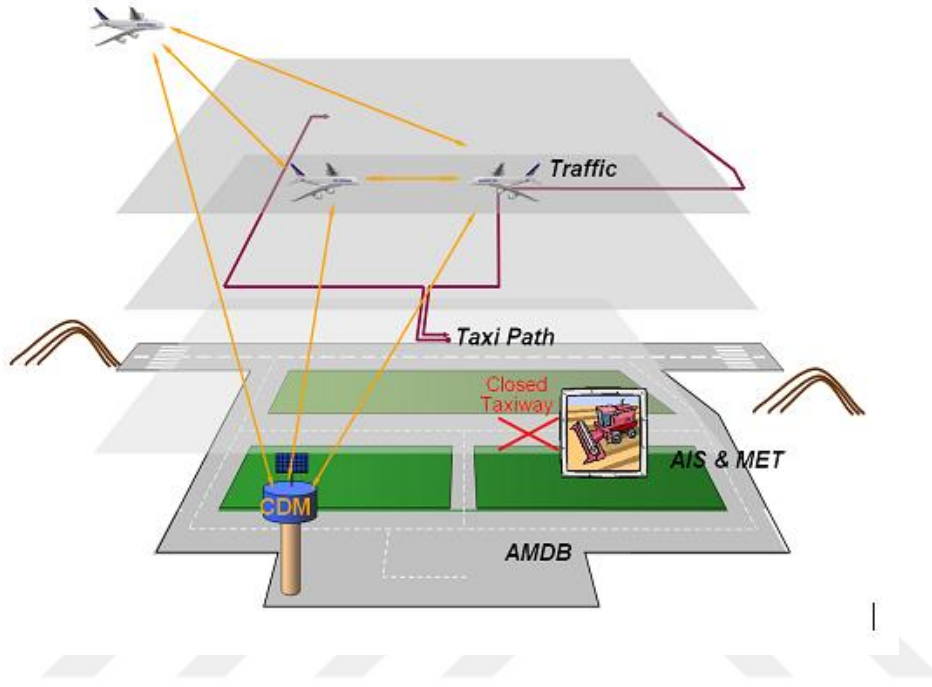
### 2.3 Havacılık Bilgi Yönetimi

Havacılık Bilgi Yönetimi uluslararası literatürde AMDB (Aerodrome Mapping Database); havalimanlarında kurulan mekansal verilerin yönetiminde kullanılan CBS tabanlı bir veri tabanı ve kontrol sistemidir. Oluşturulan bu sistemde havalimanına ait 2B-3B geometrik veriler (pistler, taksi yolları, pist armatürleri vb.) ve bu verilere ait öznitelik verileri bulunur.

Havacılık Bilgi Yönetimi uygulamalarıyla ilgili başlıca örnekler aşağıdaki gibidir:

- Maniaların kontrolü ve arazi yönetimi,
- Uçuş chartları,
- NOTAM’ların dijitalleştirilmesi,
- PAT (Pist Apron Taksiyolu) sahalarında trafik yönetimi,

- Kaynak Yönetimi,
- Simülasyonlar,
- Acil durum yönetimi,
- Tesis Yönetimi
- CDM (Collaborative Decision Making)-Ortak karar verme (Şekil 2.5).



Şekil 2.5 : İşbirlikçi karar vermede Havacılık Bilgi Yönetimi örneği.

#### 2.4 Havacılık Enformasyon Yayını (AIP)

Havacılık Enformasyon Yayını, bir ülke yada ülkenin sorumlu olarak kabul ettiği kuruluş vasıtasıyla duyurulan ve havayolu taşımacılığı için temel oluşturan en güncel nitelikli havayolu bilgilerini içeren yayındır.

ICAO tarafından yayınlanan Ek-15 numaralı dokümanda, havacılık bilgi hizmetinin belirli havacılık bilgilerini/verilerini hangi yol ile temin edeceğini ve/veya başlatacağını, harmanlayacağını veya bir araya getireceğini, düzenleyeceğini, şekillendireceğini, yayınlayacağını, depolayacağını ve yayacağını ifade eder. Hedef, global sivil havacılığın operasyonel kullanımı için mutlaka olması gereken havacılık bilgilerinin sağlanmasında standart ve istikrarlılık gereksinimini yerine getirmektir (ICAO, 2005a). Bu standart ve tutarlılık, havacılık bilgilerini yaymak için standartlaştırılmış araçlar olan Havacılık Enformasyon Yayınının yayınlanmasında

uygulanır. AIP'ler, anahtar niteliğindeki NOTAM ile operasyon esnasında karşılaşılabilecek tehlikeleri pilotlarına güncel olarak duyurur (Graham vd., 2005).

Bu çalışma ile İstanbul Havalimanı'ndaki 3. pistin yapımına başlanmasıyla birlikte başlatılan AIP güncelleme çalışmaları incelenmiş olup, mania alanlarının analizleri 3B olarak tekrar gerçekleştirilerek örnek bir uygulama çalışması yapılmıştır.





### 3. HAVALİMANI VE MANİA TAHDİT YÜZEYLERİ

#### 3.1 Genel

Yeni bir havalimanı yapılırken birçok kriterin uygunluğuna tabidir. İdeal koşul havaalanı çevresiyle birlikte, arazi kullanımı, çevre kontrolü, kirlilik kaynakları ve düşey engeller açısından tasarlanmış olması ve mümkün olan en iyi şartların oluşturulmuş olmasıdır. Fakat değişken koşulların, dinamik bir sistem dahilinde kontrol edilememesi ve gözlemlenememesi; ideal koşulları da deformasyona uğramakta ve zorunlu olan bazı gereksinimlerin zaman içinde muhafaza edilmesini zorlaştırmaktadır. Bu durum uçaklar ve havalimanı çevresindeki tüm canlılar için bir tehlike oluşturmakla birlikte bu problemin hukuksal, ekonomik, sosyal, çevre planlama, arazi kullanımı ve maniaların kontrolü gibi konuların bilimsel açıdan incelenmesi ihtiyacını doğurmaktadır. Bu da emniyetli uçuş konusunun önemini bir kat daha arttırarak, bu konudaki problemlerin dinamik bir sistem dahilinde kontrol ve çözümünü zorunlu hale getirmiştir (Ulubay, 1999).

#### 3.2 Havacılıkla İlgili Tanımlar ve Temel Kavramlar

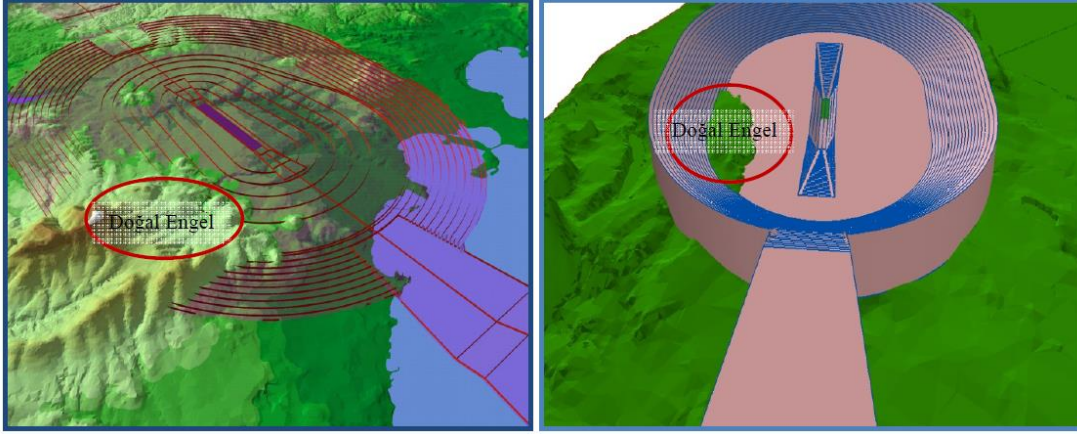
Havacılıkla ilgili tanımlar ve temel kavramlar Ek-A'da sunulmaktadır. Bu kavramlar içerisinde: Havaalanı, Apron, PAT sahası, İşaretleme, İşaretleyici, Pist, Aletli pist, Aletsiz pist, Pist referans noktası, Pist durma uzantısı (stopway), ILS, VOR ve PANS-OPS temel kavramlarının tanımlamaları bulunmaktadır.

#### 3.3 Mania Tahdit Yüzeyleri ve Temel Kavramlar

##### 3.3.1 Temel kavramlar

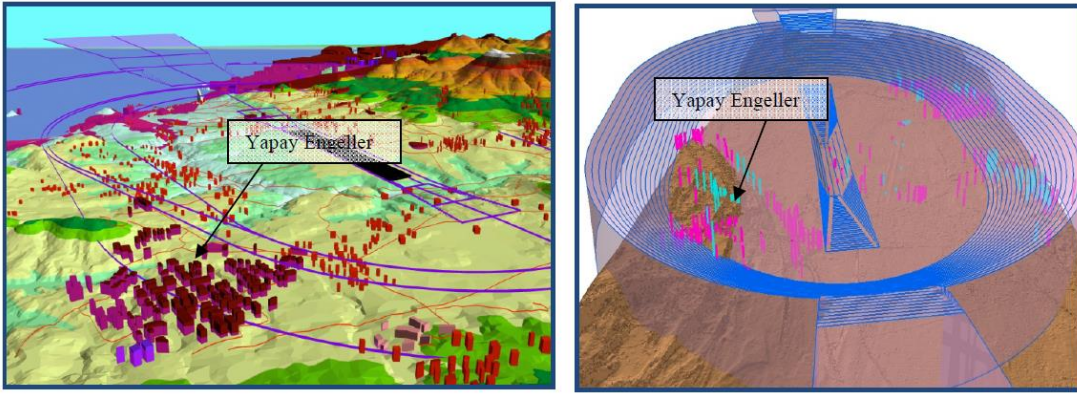
**Mania:** Uçuş operasyonları için kullanılan sahalarda yer alan ve uçuştaki uçağı korumak için belirlenen 3B yüzeyin en üst noktasını aşan tüm sabit, geçici veya taşınabilir nesnelere.

**Doğal Mania:** Mania Tahdit Yüzeyini aşmış, taşınamayacak veya taşınması çok yüksek maliyet gerektiren doğal arazi yapısıdır (Şekil 3.1).



Şekil 3.1 : Mania yüzeyini delip geçen doğal mania örneği (Ulubay, 1999).

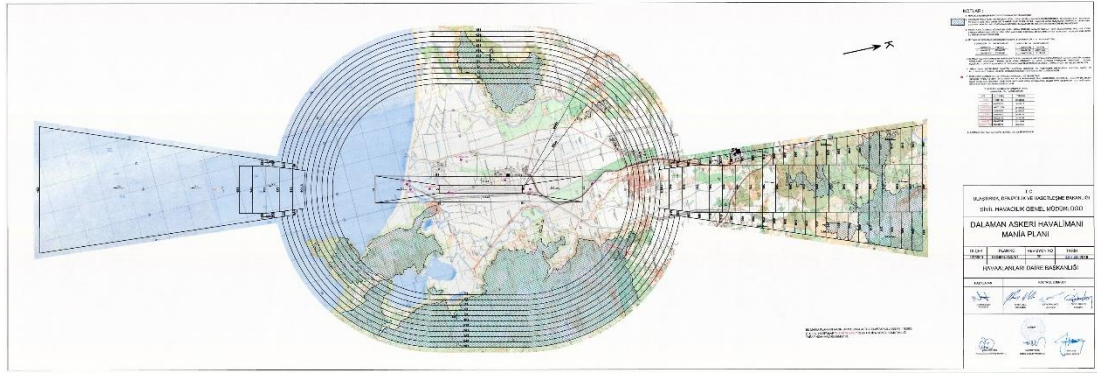
**Yapay Mania:** İnsanlar tarafından inşa veya tesis edilmiş, hareketli nesnelere dahil; binalar, kuleler, antenler, enerji nakil hatları, (yer altı- yer üstü) vinçler, bacalar vb. kaldırılabilir veya engellenebilir nesnelere (Şekil 3.2).



Şekil 3.2 : Mânia yüzeyini delip geçen yapay mania örneği (Ulubay, 1999).

**OFZ (Maniadan Arındırılmış Bölge):** Hassas yaklaşma pistlerinde, pistin hemen yakınında bulunan İç yaklaşma, İç geçiş ve Zorunlu Olarak Vazgeçilen Balked iniş yüzeylerinden oluşan, kırılabilir şekilde monte edilmiş hafif ağırlıktaki seyrüsefer yardımcı cihazları dışında hiçbir sabit nesnenin bulunmadığı bölgedir.

**Mania Planı:** Havalimanları, ve heliportların çevresinde; hava araçlarının emniyetli uçabilmelerine imkan verecek şekilde, manialardan arındırılmış bir hava sahası belirleyerek muhafaza etmek ve oluşacak manialar nedeniyle havalimanının veya heliportun kullanılmaz hale gelmesini önlemek amacıyla, bir seri mania tahdit yüzeylerinin belirlendiği, SHGM tarafından hazırlanmış veya onaylanmış plandır (Şekil 3.3).



Şekil 3.3 : Dalaman Askeri Havalimanı mania planı (Ur1-7).

**ICAO Annex-14:** Uluslararası Sivil Havacılık Teşkilatı (ICAO'nun) havaalanı yapım ve işletim şartlarını içeren havaalanları anayasası olarak tanımlanabilir.

### 3.3.2 Mania tahdit yüzeyleri

**Mania Tahdit Yüzeyleri:** Havalimanı ve etrafını içine alan bu üç boyutlu yüzey, doğal ve yapay hiçbir engel tarafından ihlal edilmemesi gereken ve bu alanlardaki yapılaşma kurallarına göre izin verilen maksimum yükseklikleri gösteren düzlemlerdir.

Mania sınırlama yüzeyinin özellikleri pistin tipine, kullanımına, kalkış ve iniş yönüne göre belirlenmektedir. Mania tahdit yüzeylerinin belirlenmesinde kullanılan kıstaslar pistin uzunluğu, pistin tipi (aletli, aletsiz vb.), pist yüzeyinin durumu, pistin kategorisine (hassas olmayan yaklaşma, hassas yaklaşma vb.) göre değişiklik göstermektedir. Yaklaşma pistlerine ait, ayrıntıları ICAO yayınlarından Annex-14'de duyurulan ve standartları pist kategorilerine göre tespit edilen kriterlere ilişkin özet bilgiler Çizelge 3.1 ve Çizelge 3.2' de sunulmuştur (SHT-E.08/ 2018-1, 2018).

**Çizelge 3.1 : Mania tahdit yüzeylerinin belirlenmesinde kullanılan kriterler-1**

Mania Sınırlama Yüzeylerinin Ebatları ve Eğimleri - Yaklaşma Pistleri										
Yüzey ve Ebat	Pist Sınıflandırması									
								Hassas Yaklaşma Kategorisi		
	Aletsiz Kod Numarası				Hassas Olmayan Yaklaşma Kod Numarası			I Kod Numarası	II veya III Kod Numarası	
(1)	1 (2)	2 (3)	3 (4)	4 (5)	1,2 (6)	3 (7)	4 (8)	1,2 (9)	3,4 (10)	3,4 (11)
<b>Konik Yüzey</b>										
Eğim	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%
Yükseklik	35 m	55 m	75 m	100 m	60 m	75 m	100 m	60 m	75 m	100 m
<b>İç Yatay Yüzey</b>										
Yükseklik	45 m	45 m	45 m	45 m	45 m	45 m	45 m	45 m	45 m	45 m
Yarıçap	2000 m	2500 m	4000 m	4000 m	3500 m	4000 m	4000 m	3500 m	4000 m	4000 m
<b>İç Yaklaşma</b>										
Genişlik	-	-	-	-	-	-	-	90 m	120 m	120 m
Eşikten mesafe	-	-	-	-	-	-	-	60 m	60 m	60 m
Uzunluk	-	-	-	-	-	-	-	900 m	900 m	900 m
Eğim	-	-	-	-	-	-	-	%2,5	%2	%2
<b>Yaklaşma</b>										
İç kenar uzunluk	60 m	80 m	150 m	150 m	150 m	300 m	300 m	150 m	300 m	300 m
Eşikten mesafe	30 m	60 m	60 m	60 m	60 m	60 m	60 m	60 m	60 m	60 m
Sapma (her bir taraf)	%10	%10	%10	%10	%15	%15	%15	%15	%15	%15
<b>Birinci bölüm</b>										
Uzunluk	1600 m	2500 m	3000 m	3000 m	2500 m	3000 m	3000 m	3000 m	3000 m	3000 m
Eğim	%5	%4	%3,33	%2,5	%3,33	%2	%2	%2	%2	%2
<b>İkinci bölüm</b>										
Uzunluk	-	-	-	-	-	3600 m	3600 m	12000 m	3600 m	3600 m
Eğim	-	-	-	-	-	%2,5	%2,5	%2,5	%2,5	%2,5
<b>Yatay bölüm</b>										
Uzunluk	-	-	-	-	-	8400 m	8400 m	-	8400 m	8400 m
Toplam uzunluk	-	-	-	-	-	15000 m	15000 m	15000 m	15000 m	15000 m
<b>Geçiş</b>										
Eğim	%20	%20	%14,3	%14,3	%20	%14,3	%14,3	%14,3	%14,3	%14,3
<b>İç Geçiş</b>										
Eğim	-	-	-	-	-	-	-	%40	%33,3	%33,3
<b>Zorunlu Olarak Vazgeçilen (Balked) İniş Yüzeyi</b>										
İç kenar uzunluğu	-	-	-	-	-	-	-	90 m	120 m	120 m
Eşikten mesafe	-	-	-	-	-	-	-	c	1800 m	1800 m
Sapma (her bir taraf)	-	-	-	-	-	-	-	%10	%10	%10
Eğim	-	-	-	-	-	-	-	%4	%3,33	%3,33

**Çizelge 3.2 : Mania tahdit yüzeylerinin belirlenmesinde kullanılan kriterler-2**

Mania Sınırlama Yüzeylerinin Ebatları ve Eğimleri			
Kalkış amaçlı Pistler			
Yüzey ve Ebat	Kod Numarası		
(1)	1 (2)	2 (3)	3 (4)
Kalkış Tırmanış			
İç kenar uzunluğu	60 m	80 m	180 m
Pist Sonuna olan mesafe	30 m	60 m	60 m
Sapma (her iki taraf)	%10	%10	%12,5
Nihai genişlik	380 m	580 m	1200 m
			1800 m
Uzunluk	1600 m	2500 m	15000 m
Eğim	%5	%4	%2

Mania yüzey gereksinimleri yukarıdaki tablodada görüldüğü gibi, pistlerin kullanım amaçları, pistin cinsi, pistin kategorisi ve pistin tek ya da çift yönlü kullanımına göre farklılık göstermektedir. Mania sınırlama yüzeyleri Şekil 3.4 ve Şekil 3.5' de görüldüğü gibi aşağıdaki 6 yüzeyden oluşur:

- şerit saha,
- geçiş yüzeyi,
- iç yatay yüzeyi,
- konik yüzey,
- yaklaşma yüzeyi,
- kalkış-tırmanış yüzeyi oluşturulmuştur (SHT-E.08/ 2018-1, 2018).



**Şerit saha:** Pist başlarından itibaren pist eksenine boyunca her iki tarafta 75 m ve /veya 150'şer m mesafede ve pist eksenine dik olan iç kenarların her iki ucundan pist eksenine paralel olarak birleştirilmesi suretiyle meydana gelen ve pist ile varsa yardımcı pisti içinde bulunduran ve engel yasağı bulunan sahalardır (Şekil 3.6). Diğer adı: uçuş emniyet şerididir. Engelsiz saha pist düzleminde bulunduğu için herhangi bir engelin bulunmasına izin verilmez (SHT-E.08/ 2018-1, 2018).

Referans Kodu 1-2 olan pistler için; göz önünde bulundurulması gereken genişlik 75 metre, referans kodu 3-4 olan pistler için ise 150 metredir.

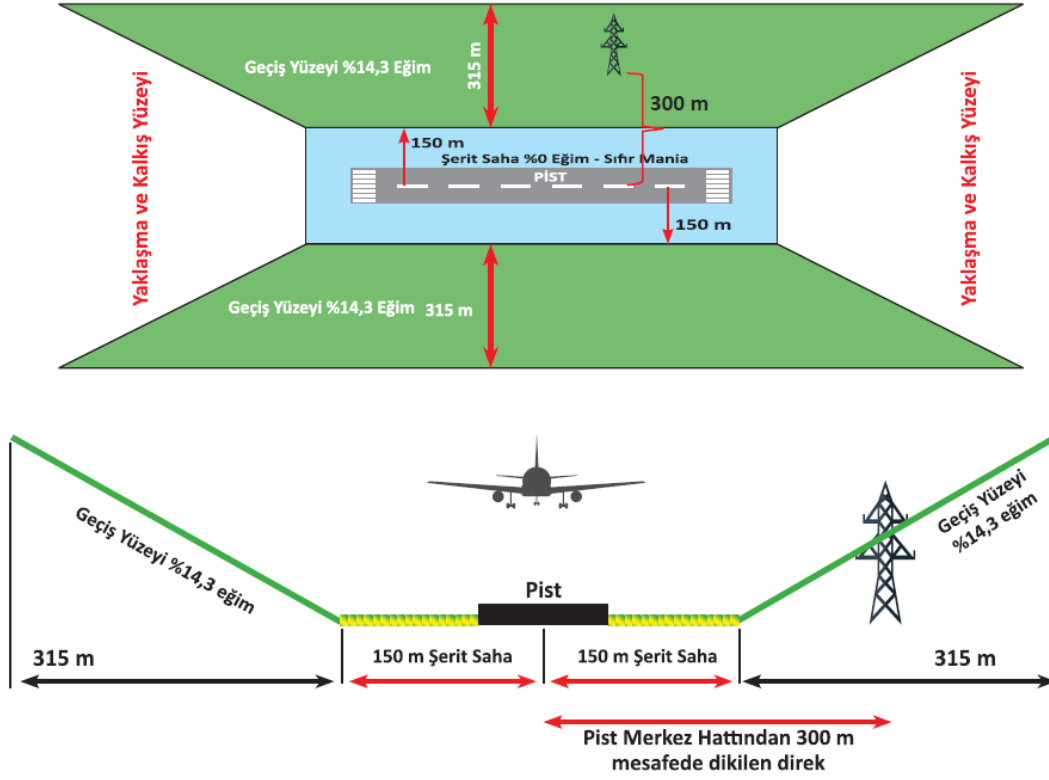
Referans Kodu 1-2 olan pistler için göz önünde bulundurulması gereken stopway mesafesi 30 metre, referans kodu 3-4 olan pistler için ise stopway mesafesi 60 metredir.



**Şekil 3.6 :** Şerit saha (SHT-E.08/ 2018-1, 2018).

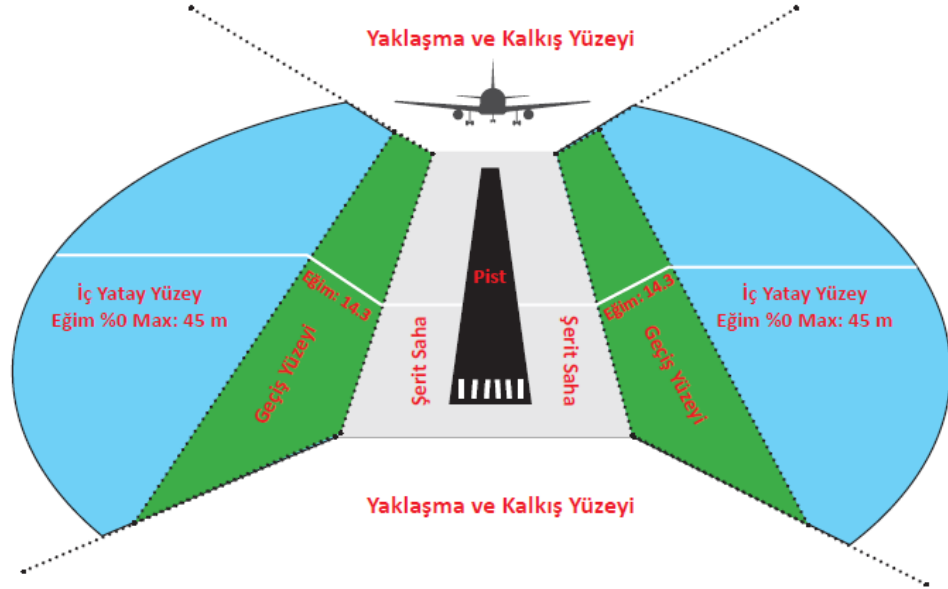
**Geçiş Yüzeyi:** Pistteki yan yüzeye paralel, şerit saha sonundan itibaren %14,3 eğim ile artarak yaklaşık 315. metreye çizilen paralel çizginin; kalkış ve yaklaşma yüzeylerini kesen kısımlarda biten yüzeydir (SHT-E.08/ 2018-1, 2018).

Geçiş yüzeyindeki hesaplamalar yapılaşma yönündeki pist orta nokta kotu esas alınarak yapılır. Bu yüzey iç yatay yüzey kotunda sona erer. Örneğin: Geçiş yüzeyi içerisinde yer alan pist merkez hattına dik olarak 300 metre mesafede yapılması istenen ve arazi zemini üzerinden 25 metre uzunluktaki elektrik direğinin mania oluşturup oluşturmayacağını hesaplandığında: 10,7 m Şekil 3.7' de görüldüğü gibi geçiş yüzeyini aştığı görülmektedir (SHT-E.08/ 2018-1, 2018).



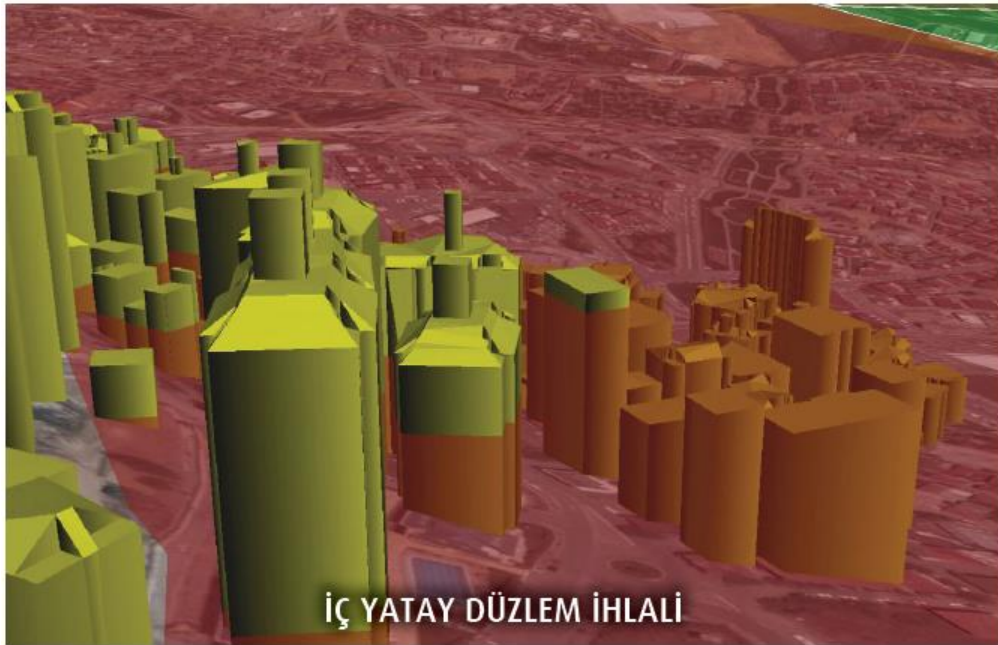
Şekil 3.7 : Geçiş Yüzeyi Örneği.

**İç yatay yüzey:** Pist referans noktası merkez kabul edilerek oluşturulan; yarıçapı 4000 metre olan bir dairedir. Bu alan içerisinde bulunan şerit saha, yaklaşma ve kalkış yüzeyleri ile geçiş yüzeyi dışındaki bölümlerden oluşur (Şekil 3.8).



**Şekil 3.8 :** İç yatay düzey gösterimi (SHT-E.08/ 2018-1, 2018).

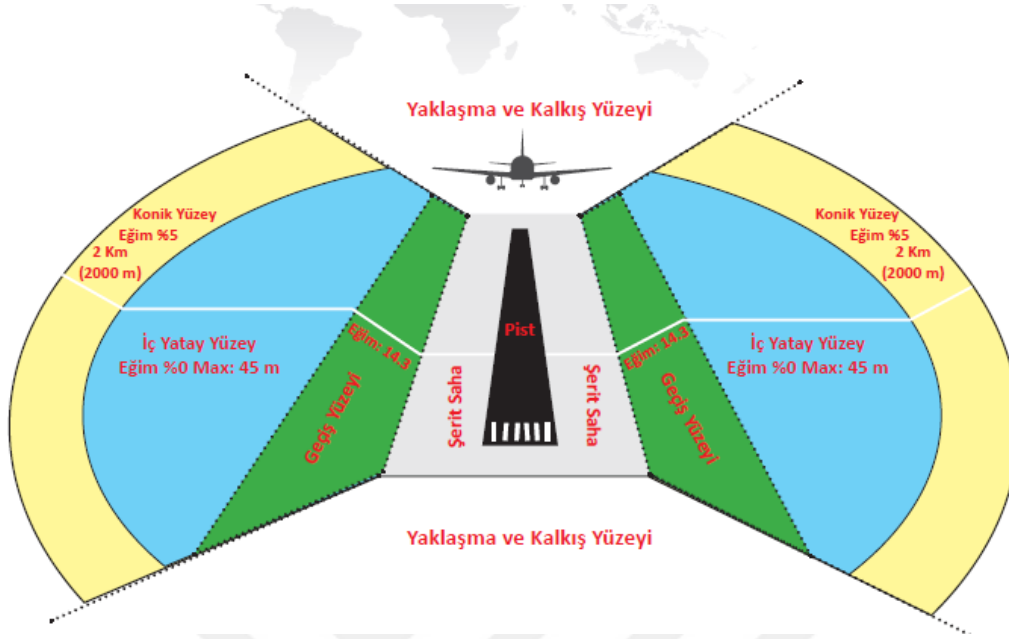
En fazla 45 metrelik yapılaşmaya müsaade edilir (Pist koduyla arazi kodu arasındaki fark 0 (sıfır) metre olarak kabul edildiğinde.) (Şekil 3.9).



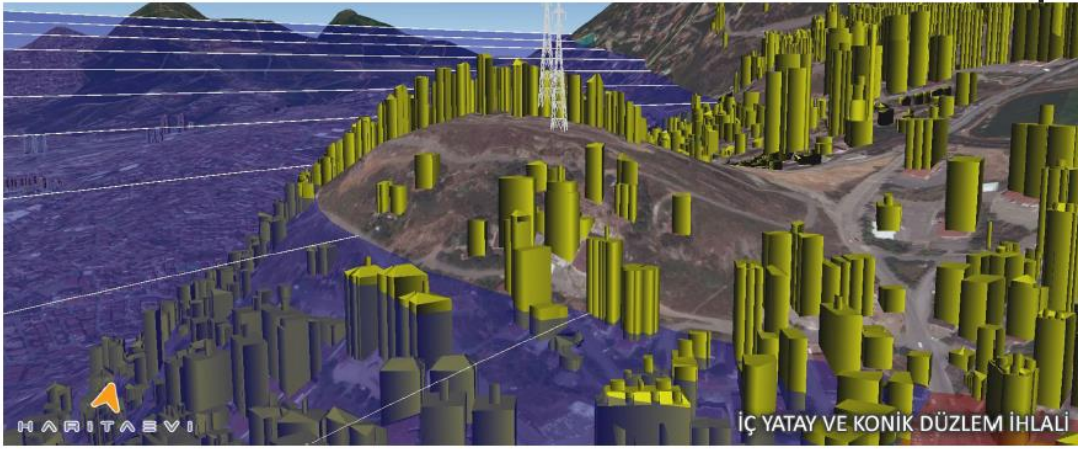
**Şekil 3.9 :** İç yatay düzlem ihlali (SHT-E.08/ 2018-1, 2018).

**Konik yüzey:** İç yatay yüzeyin dış sınırından itibaren, dışa doğru ve eğimli olan bir yüzeydir. Pist eksenini merkez kabul edildiğinde 6000 m. yarıçaplı daire yüzeyinin dış

sınırını oluşturur. Eğim iç yatay yüzeyden itibaren %5'tir. Dış sınır yüksekliği pist referans kotuna göre 145 m'dir (Şekil 3.10 ve 3.11).



Şekil 3.10 : Konik yüzey gösterimi (SHT-E.08/ 2018-1, 2018).



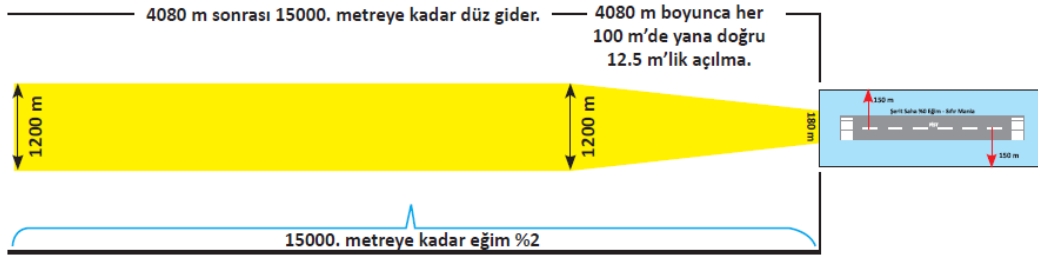
Şekil 3.11 : Konik yüzey ihlali (SHT-E.08/ 2018-1, 2018).

**Yaklaşma (iniş) yüzeyi:** Pist eşiğinin 60 metre önünde yer alan, eğimli haldeki düzlemler kombinasyonudur. Yaklaşma yüzeyi; piste iniş yapacak bir uçak için maniadan sınırlandırılmış bir saha oluşturmak amacını taşır (SHT-E.08/ 2018-1, 2018).

Şerit sahanın sonlandığı kısımda; başlangıcı köşe noktaları olmak üzere, şerit boyunun aynı yönde 100 metre uzatılarak ve dışa doğru 15 metrelik dik çıkılması ile, bu iki doğrunun uç noktalarının birleştirilmesiyle ortaya çıkan ve uzunluğu 15 km bulan sahadır.

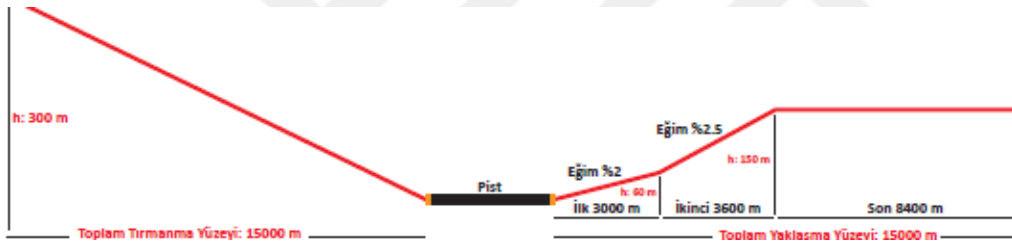


sonra 15000. metreye kadar düz devam eden alandır. 15000 m (15 km) sonunda iç kenara paralel 1200 metre genişlikte bir dış kenar oluşur (Şekil 3.14).



**Şekil 3.14 :** Kalkış (tırmanış) yüzey gösterimi (SHT-E.08/ 2018-1, 2018).

Kalkış - Tırmanış yüzeyi eğimi başlangıç noktasından 15 km boyunca 100 metrede 2 metredir. (Eğim %2) bu limitler üzerine hiçbir yapılaşmaya müsaade edilmez. Eğer pist her iki tarafından da kullanılıyor ise her iki tarafta tırmanma yüzeyi %2 eğimle 15000 metre boyunca artar. 15000 m (15 km) sonunda yükseklik 300 m'ye ulaşır (Şekil 3.15).



**Şekil 3.15 :** Kalkış tırmanma yüzey gösterimi (SHT-E.08/ 2018-1, 2018).

### 3.3.3 Kaldırılmayan maniaların yayınlanması

Maniaların varlığını göstermek ve hava araçlarına yönelik tehlikeleri azaltmak amacıyla kaldırılmayan manialar ışıklandırılarak veya işaretlenerek daha dikkat çekici hale getirilir. Ek-B' de maniaların işaretlenmesi ve ışıklandırılmasıyla ilgili bilgiler detaylı olarak sunulmaktadır.

Kaldırılmayan maniaların tamamı havalimanı AIP'sinde yayınlanmalıdır. Şekil 3.16' da AIP' de yayınlanan maniaların bir bölümü gösterilmiştir. Havacılıkta ölçü birimi feet olarak kullanılır ve 1 feet 0,3048 metreye eşittir. Örneğin şekildeki birinci örnekte mania olarak belirlenen caminin üst noktasının rakımı 3295 feet: 1004,316 metredir.

**LTAC AD 2.10 AERODROME OBSTACLES**

Obstacle Type	Coordinates	Elevation at top (FT)	Height (FT)	Obstacle Lighting	Type and color of lighting
<b>Mania Türü</b>	<b>Manianın Koordinatı</b>	<b>Manianın Üst Noktasının Rakımı</b>	<b>Manianın Yükseliği</b>	<b>Manianın Işığı Var-Yok</b>	<b>Mania Işığı Türü ve Rengi</b>
Mosque	400925.0N 0330034.3E	3295	176	Yes	Red
Antenna	400719.3N 0325959.2E	3269	137	Yes	Red
Lightning Rod	400744.6N 0325918.1E	3228.3	131.2	Yes	Red
Lightning Rod	400746.1N 0325915.3E	3228.3	131.2	Yes	Red
Lightning Rod	400740.9N 0325910.2E	3228.3	131.2	Yes	Red
Lightning Rod	400739.3N 0325913.1E	3228.3	131.2	Yes	Red

**Şekil 3.16 : Örnek AIP.**

### 3.4 Takip Edilecek Yönetmelikler

Havalimanı mania tahdit yüzeylerinin oluşturulması ve kontrolü kapsamında referans alınan ulusal ve uluslararası dökümanlar şunlardır:

- ICAO Annex-14 (Cilt-1) / Doküman 9137/ Doküman 9157
- SHT-HES – SHGM Havaalanı Emniyet Standartları Talimatı
- SHT-HÇG –Havaalanları ve Çevresinde Yapılacak Havacılık Çalışması ve Gölgeleme Talimatı
- HAD/T01 - Havaalanı Hizmetleri El Kitabı- Maniaların Kontrolü
- HAD/T13 - Görsel Yardımcılar ve Tasarım Kriterleri
- SHY-CNS – SHGM Haberleşme, Seyrüsefer, Gözetim Sistemleri Mania Kriterleri Hakkında Yönetmelik
- SHGM - “B.11.0.SHG.0.12.00.01/3706” Sayılı “Havaalanları Çevresindeki Doğal Manialar Üzerine Yapılaşma Kuralları“ Talimatnamesi (Ek-C)
- SHGM- “B.11.1.SHG.0.10.01.05/2549/1421” Sayılı “Havaalanları Çevresindeki Yapılaşma Kriterleri“ Genelgesi
- 2920 Sayılı Türk Sivil Havacılık Kanunu
- IGA.OPS.M01 HEK - Havaalanı El Kitabı

### **3.5 Takip Edilecek Otoriteler**

#### **3.5.1 Sivil Havacılık Genel Müdürlüğü**

Ülkemizdeki tüm havacılık faaliyetleri, 2920 Sayılı Türk Sivil Havacılık Kanunu ve bu kapsamda yayımlanmış olan İdari ve Teknik Yönetmelikler ve Havacılık Talimatları çerçevesinde yürütülmektedir.

Havalimanlarında emniyetli hava operasyonlarının sürdürülebilmesi için havalimanı çevresindeki bölgelerde pist özelliklerine göre belirlenen Mania Tahdit Yüzeylerinin aşılmaması, bu bölgede mania olarak belirlenen hiç bir yapıya müsaade edilmemesi gerekmektedir. Bu amaç doğrultusunda, Sivil Havacılık Genel Müdürlüğü tarafından havalimanı mania planları oluşturulmakta ve uygulanmak üzere imar planı yapma yetkisine sahip ilgili tüm kurum ve kuruluşlarla paylaşılmaktadır. İlgili tüm kurum ve kuruluşlar mania planlarındaki kriterleri baz alarak, uygun şekilde imar planlaması yapmakla yükümlüdür. 2920 sayılı Türk Sivil Havacılık Kanununun 47. maddesi kapsamında oluşturulan havalimanı mania planlarına uygunsuz durumların tespit edilmesi durumunda, uçuş emniyetini teminen ilgili valilikler tarafından gerekli işlemler yapılır.

#### **3.5.2 Uluslararası Sivil Havacılık Örgütü (ICAO)**

Uluslararası Sivil Havacılık Örgütü (ICAO), 1944 yılında Birleşmiş Milletler ajansı olarak kuruldu. Türkiye'nin de kurucu üyelerinden olduğu ve 193 üyesi bulunan ICAO, sivil havacılığa dair uluslararası tavsiye ve standartları belirleyen bir Birleşmiş Milletler (BM) uzman örgütüdür. ICAO'nun birincil hedefleri arasında, sivil havacılık konusunda küresel standartları oluşturmak ve dünya genelinde uçuş güvenliği ve sivil havacılıkta sürdürülebilirliğini sağlamak maksadıyla kuralları belirlemektir. ICAO, hava taşımacılığı ile ilgili her türlü küresel standardı geliştirmekte, düzenlemekte ve kabul etmektedir (Url-6).

ICAO'nun Stratejik Eylem Planı, üye devletleri yeni CNS / ATM sistemlerini tasarlamaya ve uygulamaya çağırılmaktadır. Bu bağımsız sistemler, tamamen birlikte çalışabilir olmalı ve küresel bir ağ içinde sorunsuz bir şekilde entegre olmalı ve plan tarafından belirlenen katı modellere ve standartlara uymalıdır. ICAO, homojen, dünya çapında bilgisayar tabanlı bir hava trafik yönetim sisteminin temeli olacak dijital havacılık verilerinin üretilmesi ve paylaşılması için protokoller ve prosedürler

gelişirmiştir. Kodlanacak bu protokollerin en 6nemlisi, elektronik arazi ve mania verileri girişimleridir (ICAO, 2005a).

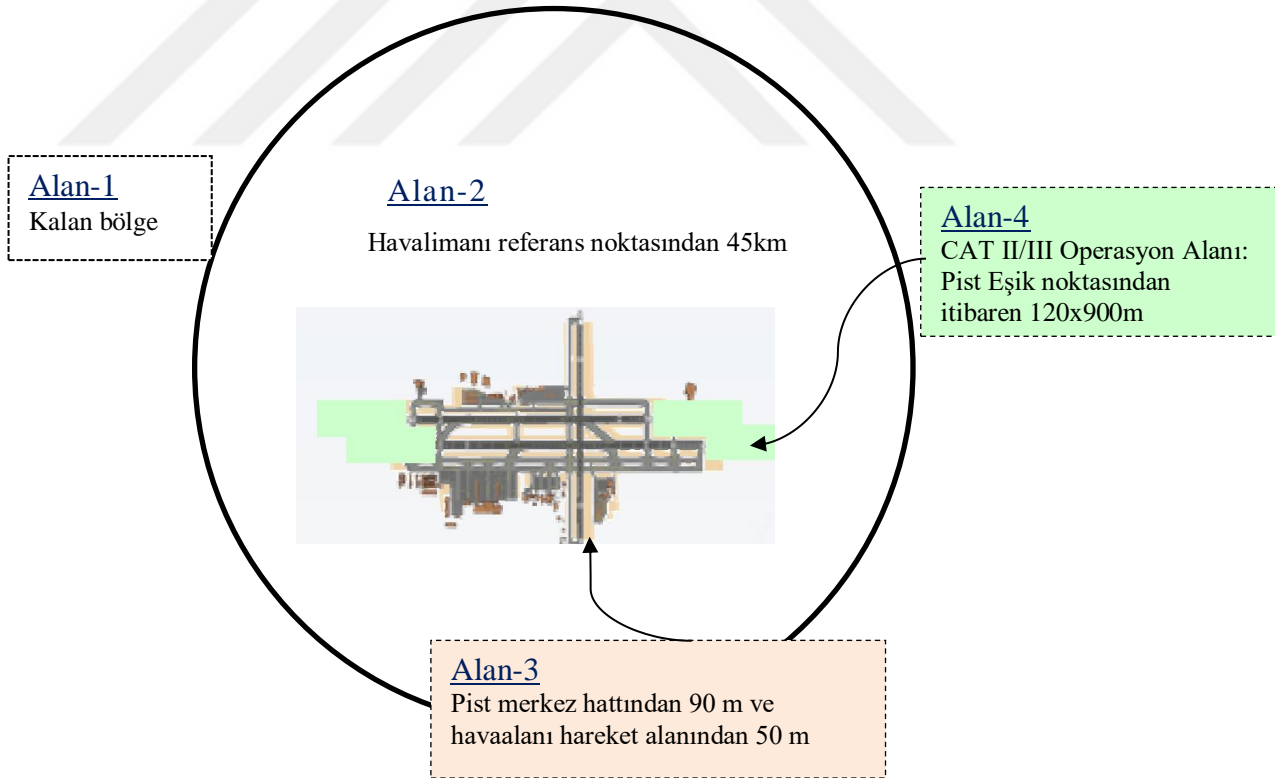




#### 4. VERİ VE YÖNTEM

Havacılık verilerine ait standartlar ilk kez 1948 yılında yapılan Uluslararası Sivil Havacılık Toplantısı'nda alınan kararlara istinaden uygulanmaya başlanmış ve ICAO tarafından hazırlanan Ek-4 (Standartlar ve Önerilen Uygulamalar) ile uygulamaya geçmiştir (Ulubay, 1999).

Ayrıca ICAO'nun Annex 15 yayımına göre Havacılık Bilgi Yönetiminde kullanılacak veri bölgeleri sınıflandırması Şekil 4.1'de gösterildiği gibi Alan-1, Alan-2, Alan-3 ve Alan-4 olarak dört bölüme ayrılır ve Çizelge 4.1'de bu alanlarda kullanılacak verilere ait minimum doğruluk gereksinimleri gösterilmiştir (ICAO, Annex-15).



Şekil 4.1 : Arazi verilerinin sınıflandırılması.

Yukarıdaki şekilde gösterildiği gibi sınıflandırılan arazi verilerine ait asgari doğruluk gereksinimleri ICAO Ek-15 dokümanında aşağıdaki tabloda verildiği gibi belirlenmiştir (Çizelge 4.1).

**Çizelge 4.1 :** Arazi verileri asgari doğruluk gereksinimleri.

	Alan-1	Alan-2	Alan-3	Alan-4
Düşey doğruluk	30 m	3 m	0.5 m	1 m
Yatay doğruluk	50m	5 m	0.5 m	2.5 m

İstanbul Havalimanı'ndaki maniaların analizi için kullanılan verilerin oluşturulması aşamasında, ICAO tarafından yayınlanan tüm dokümanlar dikkate alınarak asgari hassasiyetler ve ölçüm yöntemleri buna göre belirlenmiştir.

#### 4.1 Verilerin Toplanması ve Hazırlanması

Proje kapsamında yapılan tüm işlem adımlarında; Bakanlar Kurulunun 23.06.2005 tarih ve 2005/9070 sayılı kararıyla, 15 Temmuz 2005 tarihli 25873 sayılı resmi gazetesinde yayımlanarak yürürlüğe giren Büyük Ölçekli Harita ve Harita Bilgileri Üretim Yönetmeliği'ndeki ilgili şartlara uyulmuştur. Verilerin toplanması ve hazırlanması süreçlerinde uygulanan iş akışı Şekil 4.2' de sunulmuştur. Verilerin toplanması aşamasındaki çalışmalar Mescioğlu Mühendislik firması tarafından yapılmıştır.



**Şekil 4.2 :** Verilerin toplanmasında ve hazırlanmasında genel iş akışı.

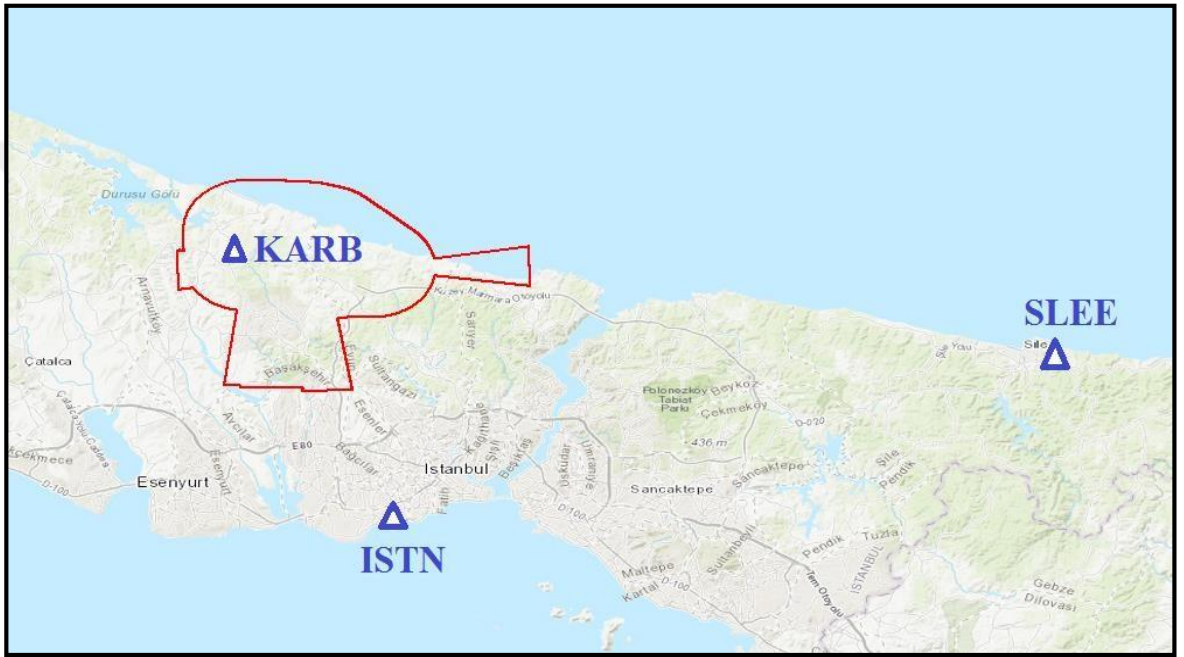
##### 4.1.1 Jeodezik Çalışmalar

Jeodezik çalışmalar; kontrol noktalarının tesisi, noktalarının GNSS ile gözlemlenmesi ve koordinat değerlerinin hesaplanması, İstanbul Jeoit Yüzeyinden Helmert-Ortometrik Yüksekliklerin Belirlenmesi, ED50-ITRF 96 Dönüşüm Parametresinin hesaplanması işlemi kapsamaktadır.

**C3 Derece Kontrol Noktaları:** C3 Derece Kontrol Noktası planlanmasında, uçuş planları temel alınırken, planlamada kontrol noktalarının; fotoğrafların bindirme alanlarına girmesine, arazide kalıcı yerlere tesis edilmesine, kenar uzunluklarının 3

kilometreyi geçmemesine dikkat edilmiştir. Tüm C3 derece kontrol noktalarına, alınan hava fotoğraflarında kolayca bulunması için hava işaretleri yapılmıştır.

**GNSS Gözlemleri ve Hesaplama Kriterleri:** Proje kapsamında kontrol noktaları TUSAGA noktalarına dayalı statik ölçme yöntemiyle ölçülmüş olup, C3 derece kontrol noktalarında ölçüm süresi 120 dakikadır. Gerçekleştirilen GNSS gözlemleri, TUSAGA sistemine dayalı olarak dengelenmiştir. Bu kapsamda, proje genelinde, her kontrol noktasına minimum en yakın 3 ve üzeri TUSAGA istasyonundan baz çekilmiştir (Şekil 4.3).



Şekil 4.3 : Kullanılan TUSAGA istasyonları (Mescioğlu, 2019).

TUSAGA istasyonlarından, kontrol noktalarına bazlar oluşturulmuştur. Bazların oluşturulmasında, BÖHHBÜY Madde-15’de belirtilen şartlar dikkate alınmıştır. Ayrıca baz mesafelerinin uzun olmasından kaynaklı, kontrol noktalarının koordinatları hesaplanmadan; ölçüm günlerine ait hassas efemeris bilgileri indirilerek ve baz hesaplamalarında bu bilgiler kullanılarak yapılmıştır.

**Helmert Ortometrik Yüksekliklerin Belirlenmesi:** Proje sahasında üretilen tüm veriler Helmert-Ortometrik Yükseklikte hazırlanmıştır. Bu kapsamda kontrol noktalarının Helmert ortometrik yüksekliklerinin belirlenmesinde, İstanbul Büyükşehir Belediye’si tarafından onaylanmış ve hala kullanılmakta olan İstanbul Jeoit Yüzeyi kullanılmıştır. Ayrıca bu jeoit yüzeyi, yeni GPS nivelman ölçü yöntemiyle karşılaştırılmıştır.

**ED50-ITRF96 Datum Dönüşümü Parametrelerinin Belirlenmesi:**Proje sahasında üretilen hâlihazır haritalar aynı zamanda ED50 datumunda da hazırlanmıştır. Datum dönüşüm parametrelerinin belirlenmesi için, proje sahasının yakınındaki TKGM' nce onaylanmış dönüşüm parametreleri araştırılmıştır. Ve bulunan dönüşüm noktaları arasında 2B Helmert dönüşüm testleri yapılarak, yönetmelik gereğince uygun olan noktalarla proje için dönüşüm parametreleri hesaplanmıştır.

#### 4.1.2 Fotogrametrik veri elde etme

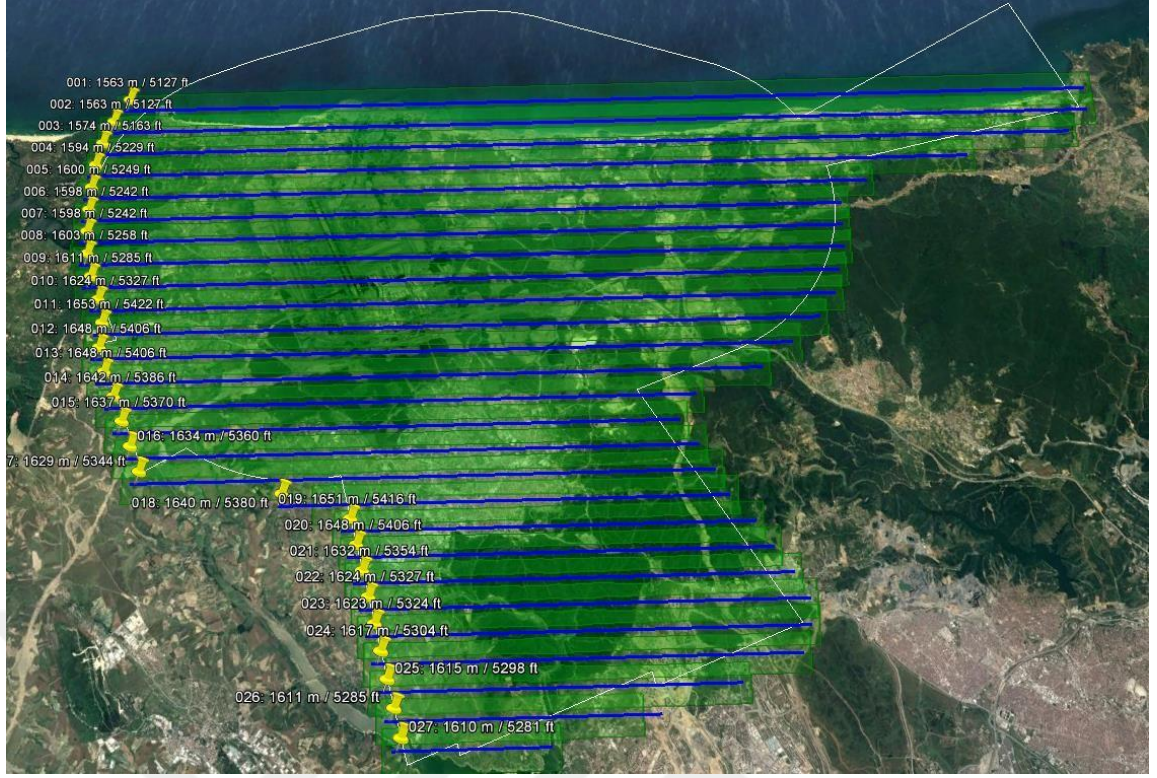
Jeodezik altyapının kurulması ve proje sahasının notamlanmasından sonra, görüntü alımı gerçekleştirilmiştir. Görüntü alımında Cessna 208EX-Grand Caravan uçağı ve large formatta DMC IIe 250 dijital hava kamerası kullanılmıştır.

DMC IIe 250 dijital hava kamerasına ait bilgiler aşağıda verilmiştir (Çizelge 4.2).

**Çizelge 4.2 :** DMC IIe 250 dijital hava kamerasına özellikleri.

Açıklamalar	Değeri
Uçuşa Dik Piksel Sayısı	16768
Uçuş Boyunca Piksel Sayısı	14016
Uçuşa Dik Görüş Açısı	45.5 <sup>0</sup>
Uçuşa Boyunca Görüş Açısı	38.6 <sup>0</sup>
Odak Uzaklığı	112 mm.
Piksel Boyutu	5.6 µm
B/H(Baz/Yükseklik Oranı)	0.27(1:3.7)
Renk Kanalları	R,G,B,NI
Radyometrik Çözünürlük	14 bit
10 cm. Yer Örnekleme Aralığı İçin Uçuş Yüksekliği	2000
Ardışık Fotoğraf Çekim Hızı	1.7 sn.

Görüntü alımında, kinematik destekli uçuş yapılacak olup, %70 boyuna - %30 enine bindirmeli ve 10 santimetre yer örnekleme aralığına sahip hava fotoğrafları elde edilmiştir. Şekil 4.4' de uçuş planı mevcuttur.



Şekil 4.4 : Uçuş planı (Mescioğlu, 2019).

**Fotogrametrik Nirengi:** Jeodezik çalışmalarının ve görüntü alımlarının tamamlanmasından sonra, fotogrametrinin temeli ve matematiksel modeli olan fotogrametrik nirengi dengelemesine geçilmiştir. Fotogrametrik nirengi işleminin girdileri; hava fotoğrafları, yer kontrol noktaları ve GNSS/IMU verileridir.

**Ortofoto Üretimi:** Renkli orto görüntüler; sayısal hava kamerası ile elde edilen yüksek çözünürlüklü mavi, yeşil ve kırmızı bantlar kullanılarak 3 bant ve 10 santimetre yer örnekleme aralığında hazırlanmıştır (Şekil 4.5).



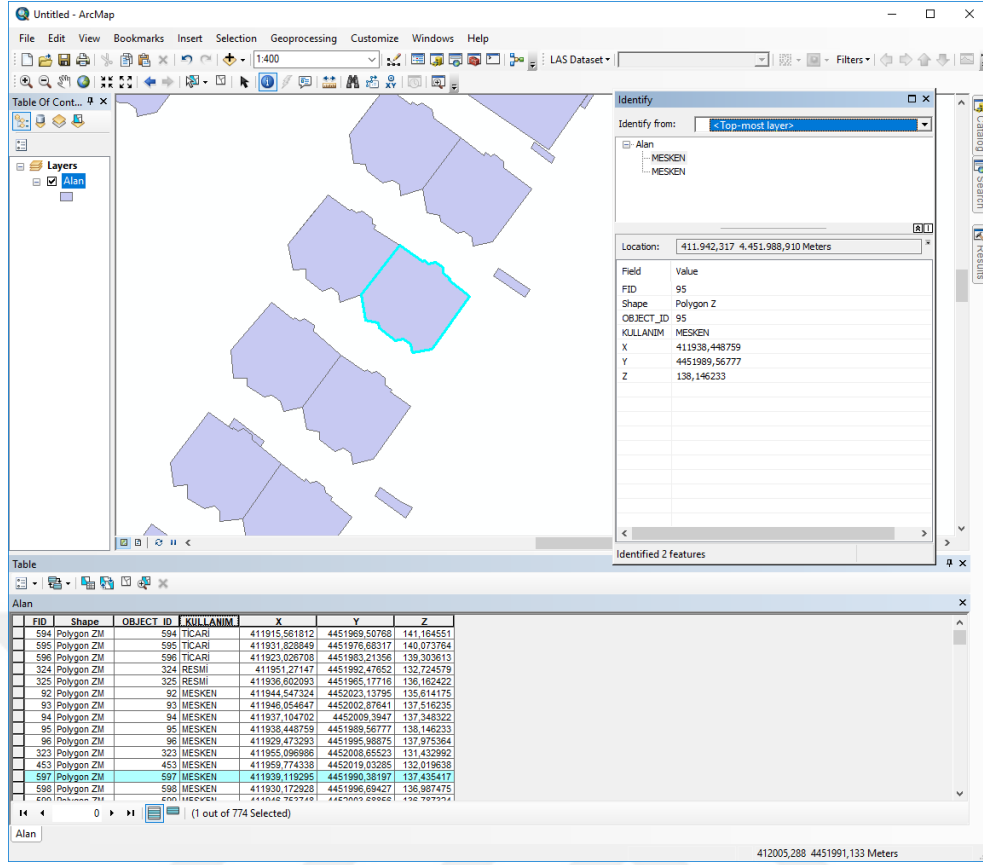
Şekil 4.5 : İstanbul Havalimanı ortofoto örneği.

#### 4.1.3 Sayısal halihazır ve yükseklik modeli üretimi

Fotogrametrik nirengi dengelemesi sonrası oluşturulan stereo modellerden, yoğun görüntü eşleme tekniği kullanılarak 50 santimetre aralıklarla grid yapıda sayısal yüzey modeli üretilmiştir. Vektörel haritalar, fotogrametrik nirengi dengelemesi sonunda elde edilen mutlak yöneltme elemanları ile oluşturulmuş stereo modellerden BÖHKBÜY’nde öngörülen standartlarda üç boyutlu sayısallaştırma yöntemiyle elde edilmiştir. Genel anlamda BÖHKBÜY’nde belirtilen detay öznelik kütüphanesine göre üretilmiştir.

**Kartografik Düzeltme:** Stereo modeller üzerinden toplanan tüm veriler tek bir dosyada birleştirilmiştir. Proje sahasında elde edilen bu verilerden kartografik düzeltmeler yapılmıştır. Bu düzeltmeler: sundurma ve şev taramaları, eş yükselti eğrilerinin kapalı alanlardan temizlenmesi, kat adetlerinin yazılması, dere, çay ve nehir vb. hidrolik bilgilerin akış yönlerinin tespiti, yol kotlarının üretilmesi, resmi binaların taranması, yüksek gerilim hatları ve elektrik hatlarının gösterimi, sembollerle ifade edilebilen verilere BÖHKBÜY’nde belirtilen sembollerin işlenmesidir. (Tek ağaç, grup ağaç, mezarlık, cami vb.)

**Verilerin Adreslenmesi:** Oluşturulan veri tabanında nesnelere tekil numarası, konum bilgileri (X,Y), Helmert ortometrik yükseklikleri ve kullanım amaçları (mesken, ticari vb.) bulunmaktadır.



Şekil 4.6 : Örnek veri tabanı ve vektörel veri (Mescioğlu, 2019).

## 4.2 Yöntem

Havalimanları koruma bölgeleri, kara kullanımına bazı kısıtlamalar getirerek engellerden uzak kalması gereken hava sahasını oluşturan üç boyutlu (3B) sınırlayıcı yüzeyler tarafından belirlenen planlarla tanımlanır (Falavigna, vd., 2020). Bu kapsamda emniyetli uçuş operasyonlarının sürdürülebilmesi için mevzuatta “havalimanları çevresinde izin alınmadıkça hava trafiği, uçuş güvenliği ve haberleşmeyi engelleyecek, seyrüseferi ve meydan güvenliğini tehlikeye düşürecek nitelikte ve yükseklikte bina, yapı, inşaat yapılması, direk dikilmesi, ağaç yetiştirilmesi yasaktır.” şeklinde belirtilmiştir.

Bu kapsamda havalimanı etrafındaki suni ve doğal engellerinin hangilerinin uçuş risk oluşturduğunu saptanabilmesi için Mania Tahdit Yüzeyi bölgesinde yükseklik içeren her engele (bina, ağaç, rüzgar gülü, vb.) ilişkin bir ölçüm işleminin gerçekleştirilmesi ve yükseklik bilgisinin elde edilmesi gerekmektedir. Detaylara dair tüm verilerin, Mania Tahdit Yüzeyi ile karşılaştırılarak, bu yüzeyi delip geçen ve havalimanı çevresinde iniş kalkış yapan tüm hava araçları için tehlikeli olabilecek nesnelere tespit edilecektir.

Bu engellere ait yükseklik verileri haricinde ID, konum bilgileri (X,Y) kullanım amaçları (mesken, ticari vb.) gibi özneliklerinin de CBS ortamında tutulması sayesinde havalimanı çevresindeki tüm engellerin uçuş güvenliği için tehlikeli arz edip etmediği, engel tipi ve diğer öznelikleri hakkında analiz ve sorgulamalar yapılabilecektir (Ulubay, 1999).

Emniyetli hava sahalarının oluşturulması ve muhafaza edilmesi için temel gereklilikler Ali Ulubay ve Mesud Behlül Varol tarafından 2013 yılında yayınlanan makalede aşağıdaki gibi sıralanmıştır:

- Uçuşların güvenli bir şekilde devam edebilmesi,
- Her türlü acil durumda hava araçları ve havalimanı çevresinde ikamet eden insanların risklerini minimuma düşürmek,
- Hava Seyrüsefer Yardımcı Sistemlerini engelleyen veya parazit yapan potansiyel etkenleri kontrol etmek ve kontrol altında tutmak,
- Aletsiz pistlerdeki görerek yaklaşma operasyonlarında uçuşu engelleyebilecek sis, duman, toz bulutu vb. etkenleri önceden kestirebilmek,
- Uçuş operasyonları için tehlike oluşturabilecek kuşların cazibe merkezlerinden haberdar olmak ve kontrol altında tutmak,
- İniş operasyonlarında pilotların görüşlerini engelleyebilecek, pist armatürleri ile karışabilecek her türlü engelin etkilerini kontrol edebilmek,
- Pist yapımı öncesinde standartları sağlayacak tüm kontrol ve analizleri önceden yapmak,
- Hava operasyonları sebebiyle gürültü kirliliğine maruz kalacak ve özellikle havalimanı çevresinde ikamet eden insanların rahatsızlıklarını en aza indirmek (Ulubay,Varol, 2013).

Bu gerekliliklerin tamamı uygun veri setiyle CBS ortamındaki analizlerle sağlanabilir. Örneğin: bölgede yaşayan insanların maruz kaldıkları uçak gürültüsünü en aza indirmek için Bölüm 2' de Schipol Amstredam Havalimanı'daki uygulama örneğinde anlatıldığı gibi gürültü etki analizi yapılarak gürültüye maruz kalan bölgeler belirlenebilir.

Tez kapsamında yüksekliği olan tüm detaylar diğer öznelik bilgileri ile birlikte veritabanına işlenmiş, 3B analiz teknikleri kullanılarak Mania Tahdit Yüzeyini ihlal eden bölgeler tespit edilmiştir. İstanbul Havalimanı'nda tüm fazlar tamamlandığında yapımı tamamlanmış olacak 6 pist baz alınarak hazırlanan mania alanlarını içeren 463 km<sup>2</sup>' lik alanda öznelik verileri işlenerek bilgisayar ortamında 3B olarak simüle edilmiştir. Bu sayede CBS' ye yönelik her türlü sorgu ve analiz yapılabilir.





## 5. İSTANBUL HAVALİMANI BİLGİ SİSTEMİ VE MANİA UYGULAMASI ÖRNEĞİ

### 5.1 Proje Kapsamı: İstanbul Havalimanı

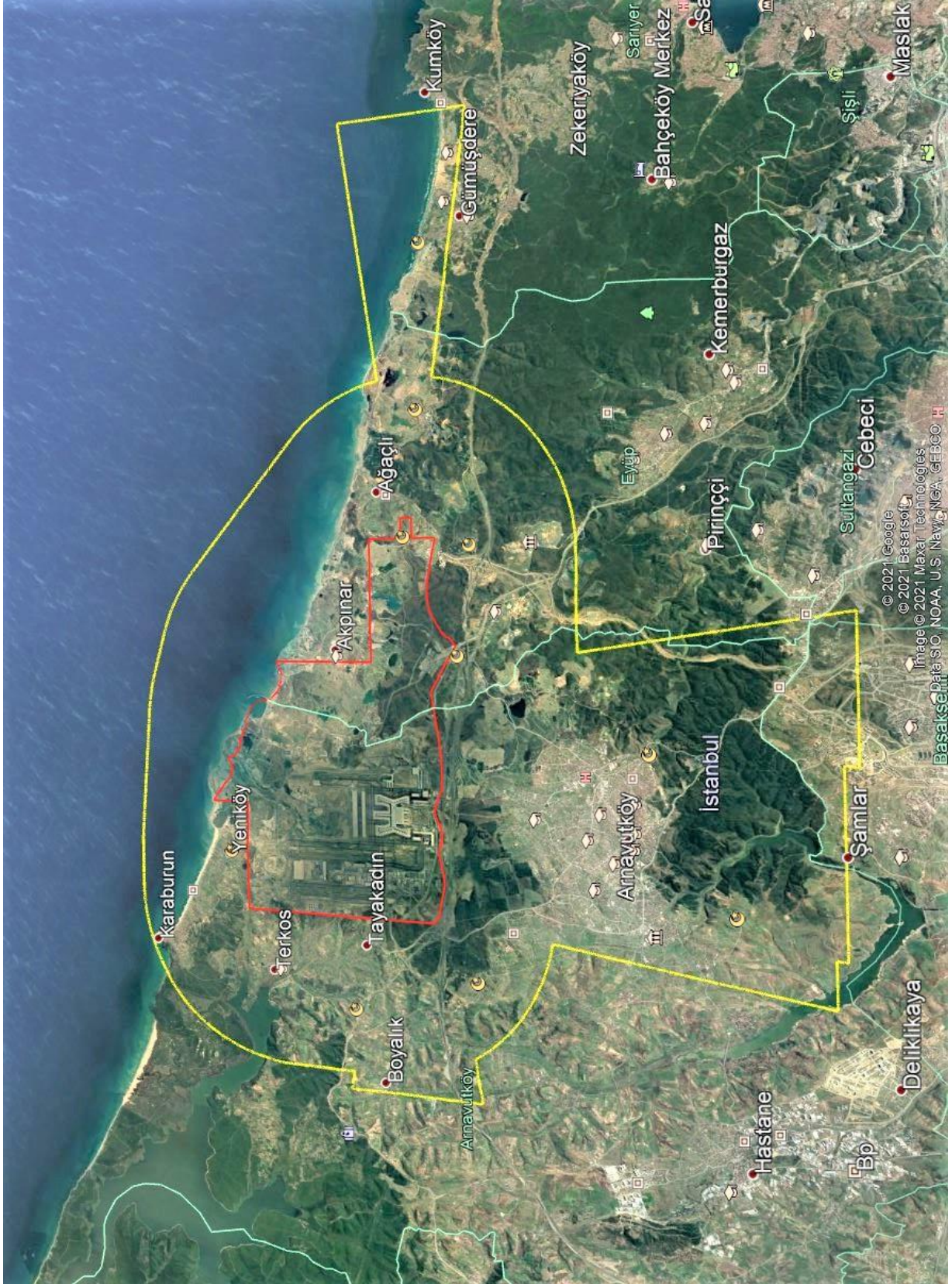
Yapımı 4 fazda planlanmış olan İstanbul Havalimanı, 76 milyon metrekarelik bir inşaat alanına sahiptir. Faz 1A yaklaşık 16.5 milyon metrekarelik bir alan üzerine inşa edilmiş olup sadece terminal binası 1.4 milyon metrekare alan üzerine inşa edilmiştir.



**Şekil 5.1 :** İstanbul Havalimanı

İstanbul Havalimanı projesinde mevcut ve ilerleyen fazlarda yapımı planlanan pistlere ait Mania Tahdit Alanlarını kapsayan, aşağıdaki şekilde sarı sınırla gösterilen 463 km<sup>2</sup>'lik alan uygulamadaki proje alanımızdır. Kırmızıyla gösterilen 76 km<sup>2</sup>'lik sınır ise havalimanı kamu sınırını göstermektedir (Şekil 5.2).

Bu çalışmadaki uygulama projesiyle, uygulama verisinin tamamı 3B olarak simüle edilmiş ve tüm mania analizleri 3B olarak gerçekleştirilmiştir. Hazırlanan bu 3B veri tabanı sayesinde, İstanbul Havalimanı için CBS tabanlı bir veri seti oluşturularak ilerleyen fazlarda yapımı planlanan AMDB projesi için 3B bir altlık oluşturulmuştur.



Şekil 5.2 : İstanbul Havalimanı Mania Sınırı

## 5.2 Veri Tabanının Hazırlanması

Havalimanlarında emniyetli sahaların oluşturulması proje bazlı bir iş olmayıp, süre gelen yapılaşmalar nedeniyle dinamik kontroller ve devamlı verilerin güncelliğini gerektiren bir iştir. Bu sebeple bu projede de İstanbul Havalimanı projesinde 3. Pistin yapımına başlanmasıyla güncellenme ihtiyacı doğan havalimanı AIP'sindeki mania çalışmalarlarında kullanılmak üzere hazırlanan veriler altlık olarak kullanılmıştır.

Bölüm 4 Veri ve Yöntem kısmında kullanılan verilerin oluşturulması aşamasından detaylıca bahsedilmiş olup, ICAO tarafından yayınlanan tüm dokümanlar dikkate alınarak asgari hassasiyetler ve ölçüm yöntemleri kararlaştırılmıştır.

Bu bölümde ise çalışmada analiz ve hesaplamaların yapılması ve sonuç ürünlerinin elde edilmesi amacıyla oluşturulan veri setlerinden bahsedilecektir. Bunlar:

- Verilerin 3B simülasyonu ve
- Mania Tahdit Yüzeylerinin hazırlanmasıdır.

### 5.2.1 Verilerin 3B simülasyonu

Verilerin 3B simülasyonu aşamasında, mania analizlerinde kullanılan verinin dijital modelinin oluşturulması ve yükseklik içeren tüm detaylara altimetrik bilgilerin atanması amaçlanmaktadır. Vektörel haritalarda elde edilen veriler aşağıdaki maddeler halinde sunulmuştur:

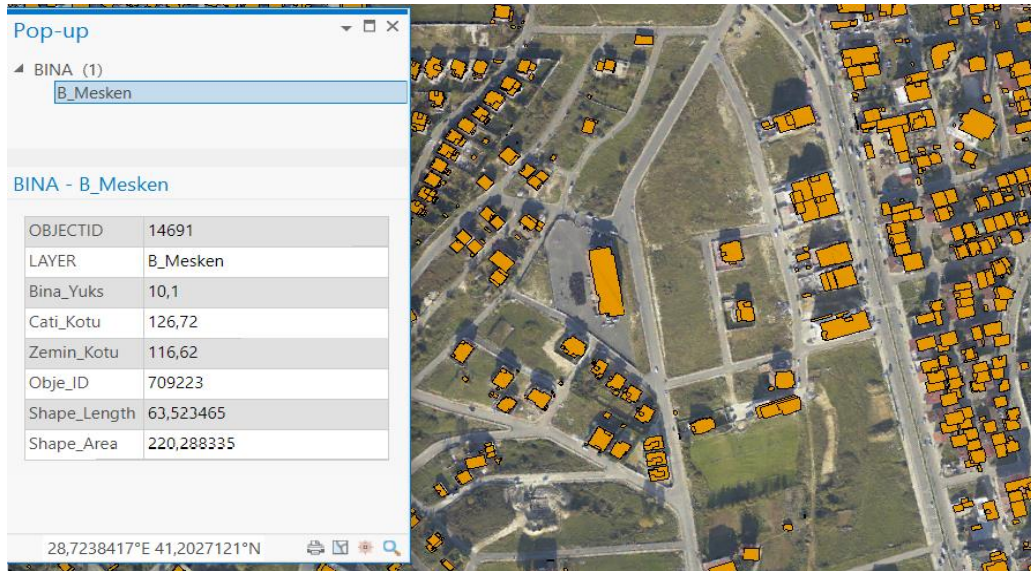
- Binalar,
- Sınırlar,
- Arazi bitki örtüsü
- Yol ve patikalar,
- Hidrografik bilgiler,
- Nakil hatları ve haberleşme tesisleri,
- Eş yükseklik eğrileri,
- Sembollerle ifade edilen veriler (Ağaç, Trafo, Telefon direği vb.),
- Şevler,
- Kot Noktaları

Şekil 5.3' de yukarıdaki veri sınıflarının gösterildiği proje alanından bir örnek gösterilmiştir.



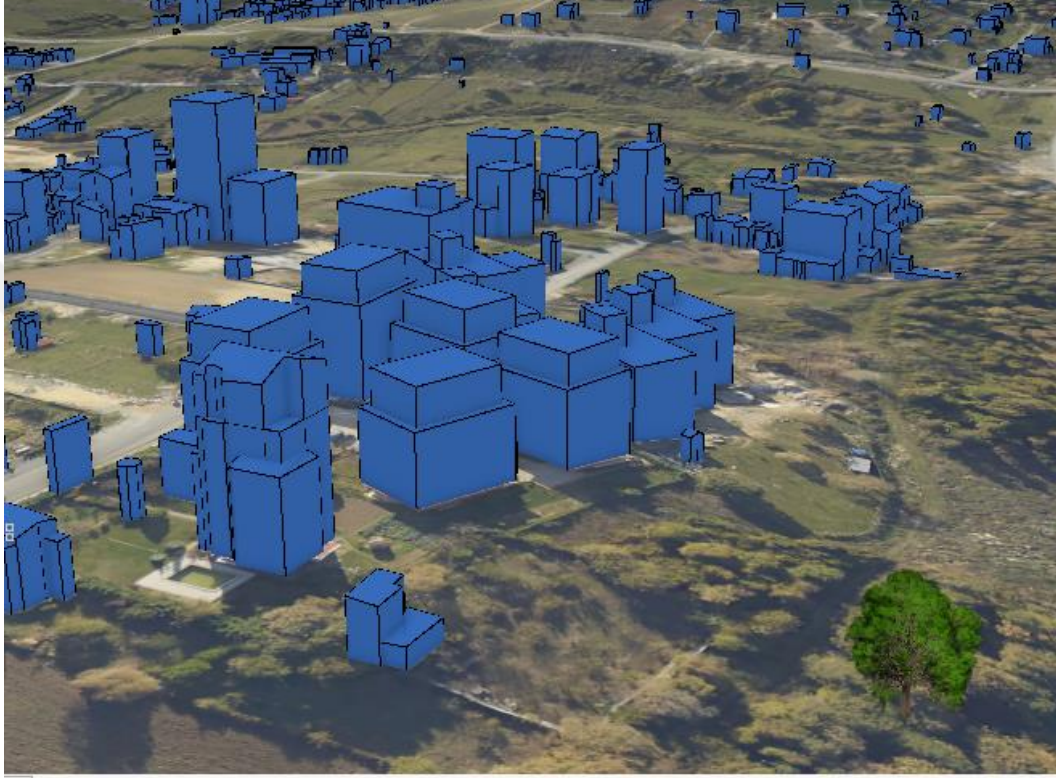
Şekil 5.3 : Proje sahasına ait vektörel altlık harita.

Vektörel verinin yazılımda 3B olarak simüle edilebilmesi için nesneye ait yükseklik bilgisinin olması gerekir. Bölüm 4'te detaylıca açıklandığı gibi yukarıdaki tüm nesnelere ait yükseklik verisi bulunmaktadır. Aşağıda Şekil 5.4' de bina poligonlarına ait veriler sunulmaktadır.



Şekil 5.4 : Bina katmanı.

Sonraki aşamada, uygulama hedeflerine göre çeşitli ayrıntı düzeyleriyle temsil edilen yükseklik içeren tüm katmanların modellenmesidir. Bu aşamada uygulama boyunca kullanılan Arcgis Pro yazılımının global sahne moduna geçilerek ve 3B görselleştirme teknikleriyle bina, ağaç ve yükseklik içeren tüm detayların altimetrik bilgisi atanarak simüle edilmiştir. Şekil 3.5’ de 3B olarak görselleştirilen bina ve ağaç katmanı ile ilgili örnek gösterilmiştir.



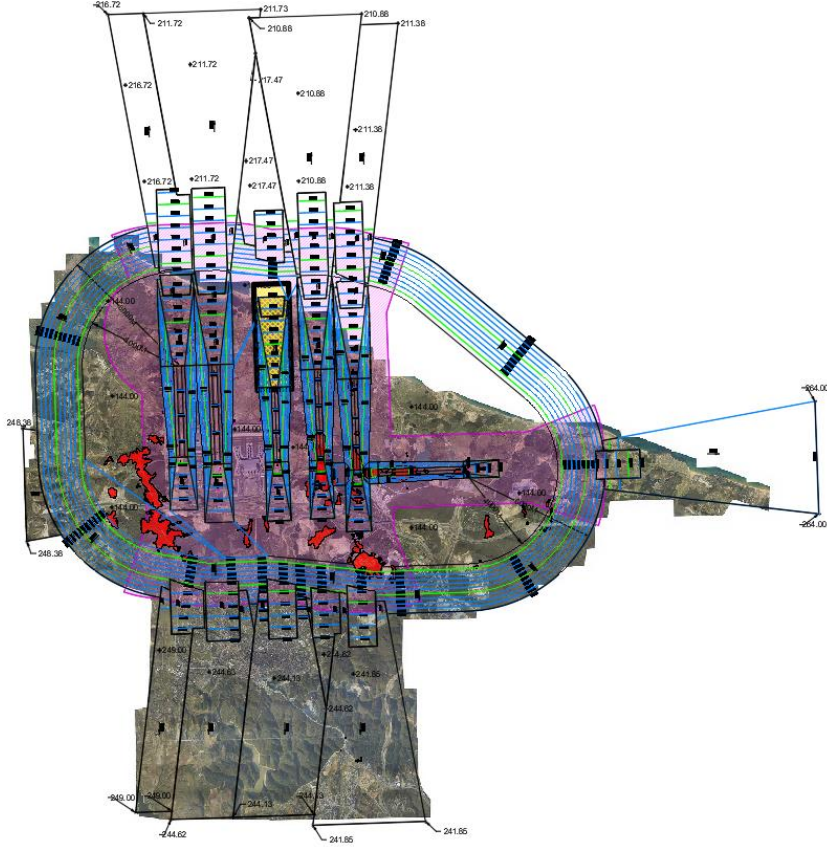
Şekil 5.5 : 3B bina ve ağaç katmanı.

### 5.2.2 Mania Tahdit Yüzeylerinin hazırlanması

Mania Tahdit Yüzeyleri parametreleri ICAO tarafından belirlenen yüzeylerdir. 3.3.2. Mania Tahdit Yüzeyleri bölümünde tahdit yüzeylerinin oluşturulmasıyla ilgili detaylar ve ilgili standartlardan detaylı olarak bahsedilmiştir. Yüzeyin her bölgedeki eğim dereceleri tanımlı olduğundan yüzey üzerindeki her noktadaki yüksekliğin matematiksel olarak hesaplanması mümkündür.

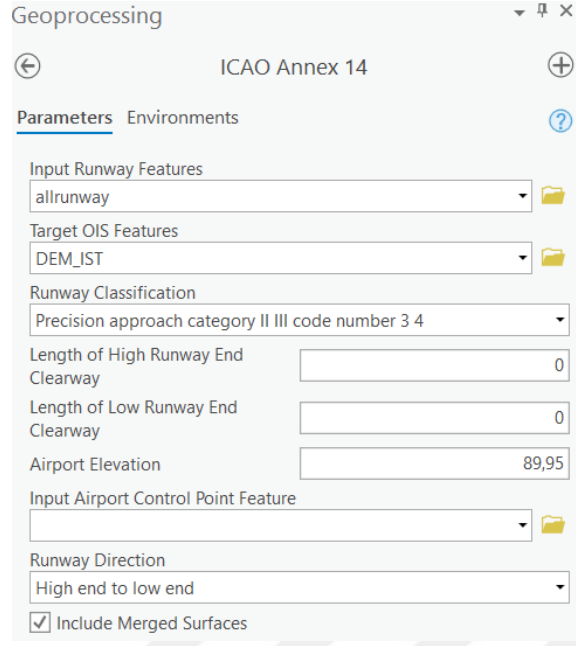
İstanbul Havalimanı'nın Sivil Havacılık Genel Müdürlüğü onaylı mania planı ve yüzeyi bulunmaktadır (Şekil 5.6). İstanbul Havalimanı mania yüzeyi diğer fazlardan oluşacak revizyonlardan ve master planda oluşacak pist eksenlerindeki yataydaki ve düşeydeki oluşacak revizyonlardan dolayı değişecektir. Bu çalışma ile sürekli

kontrolleri ve revizyonları gerçekleştirilen bu veri 3B olarak simüle edilmiş, hazırlanan bu 3B veri tabanı sayesinde analiz, sorgulama ve hesaplama gibi birçok işlemin bilgisayar ortamında çok kısa zamanlarda yapılmasını ve havalimanı işletmesi gibi büyük bir organizasyonda birçok departmanda eşzamanlı olarak farklı faaliyetlerde kullanılabilmesine olanak sağlanmıştır.



**Şekil 5.6 :** İstanbul Havalimanı mania planı.

Analizlerin 3B olarak gerçekleştirilmesi için daha önce Sivil Havacılık Genel Müdürlüğü' nün onayına sunmak üzere hazırlanan 2B mania planındaki Mania Tahdit Yüzeyleri 3B olarak simüle edilmiştir. Bu bölümde ise Arcgis Pro yazılımının Aviation eklentisi kullanılarak İstanbul Havalimanındaki mevcut (3 ana, 2 yardımcı pist) ve ilerleyen fazlarda yapılması planlanan pistlerin özellikleri kullanılarak Mania Tahdit Yüzeyleri oluşturulmuştur. Mania yüzeylerinin topoğrafya ile tek ilişkili olduğu alan pist başından sonuna kadar uzanan pist orta noktası çizgisidir. Mania Tahdit Yüzeylerinin oluşturulması için programa pist orta noktası çizgileri, pistlerin kategorileri ve pist kullanım yön bilgileri girilmektedir (Şekil 5.7).



Şekil 5.7 : MTY oluşturulması için program girdileri.

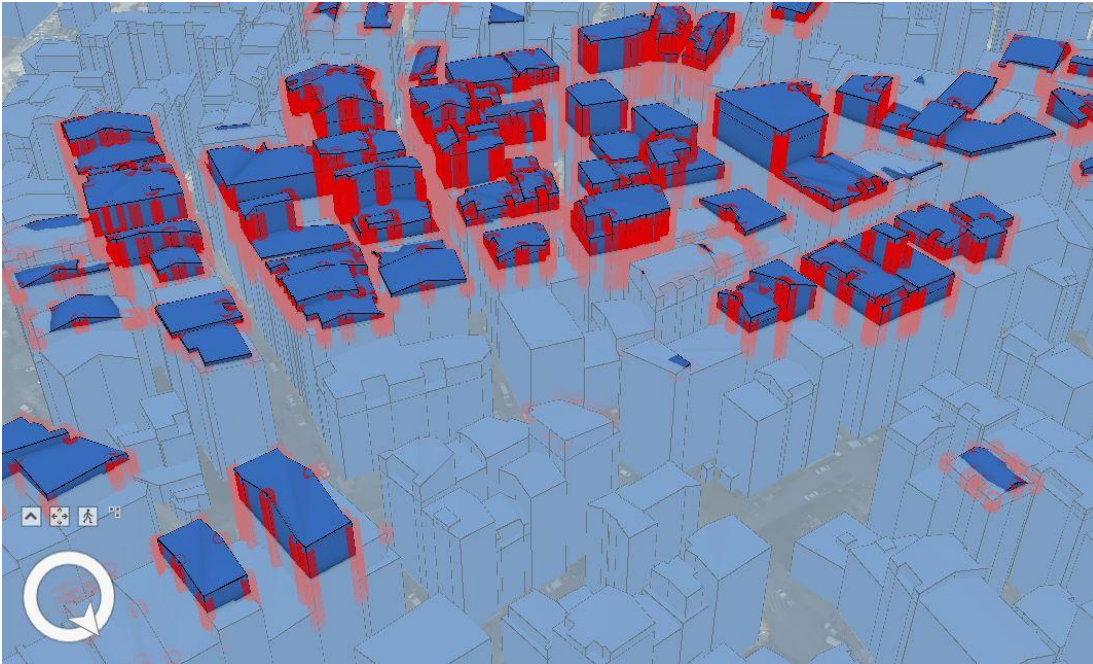


Şekil 5.8 : Oluşturulan 3B mania tahdit yüzeyi.

### 5.3 Analiz

Hazırlanan veri tabanı ile havalimanı ve çevresi 3B olarak simüle edilmiştir. ICAO Ek-14 standartlarına göre oluşturulan 3B Mania Tahdit Yüzeyi Arcgis Pro' nun Aviation eklentisindeki "Analyze Runway Obctacle" toolu kullanılarak yükseklik içeren her veri grubu (bina, ağaç, pist armatürleri vb.) için analiz edilmiştir.

Arcgis Pro'ya aktarılan arazi modeli, havaalanı mania yüzeyleri, ortofotolar ile yükseklik ve konum bilgileri toplanan bina, ağaç, yaklaşma ışıkları, elektrik direkleri, enerji nakil hatları ve benzeri engeller görselleştirilmiştir. İstanbul Havalimanı ve çevresindeki gerçek durum simüle edilerek kullanıcılara 3B analiz teknikleriyle görselleştirme imkanı sağlanmıştır. Şekil 5.9' da İstanbul Havalimanı'na ait Mania Tahdit Yüzeyini ihlal ederek 3B binaların genel durumu gösterilmektedir. Yüzeylerin mania tahdit alanının ihlal eden kısımları yapılan 3B analiz sonucunda kırmızıyla gösterilmiştir. Şekil 5.9' da gösterildiği gibi Mania Tahdit Yüzeyini ihlal eden, uçuş güvenliği için tehlike oluşturabilecek ve meydan otoriteleri tarafından dikkate alınması gereken binalar göze çarpmaktadır.



**Şekil 5.9 :** Mania tahdit yüzeyini ihlal eden binalar.

Yapılan bu çalışmanın CBS ortamında gerçekleştirilmesi, yapılacak işlemleri, sorgulamaları ve analizleri kolaylaştırmaktadır.

#### 5.4 Sonuç ve Değerlendirmeler

Emniyetli sahaların kontrolü ve korunması için havalimanları ilgili otoriteler tarafından belirlenen kurallara tabidir. Bu çalışmada güvenli hava sahalarının oluşturulması amacıyla ICAO tarafından yayınlanan Ek-14 kriterleri kullanılarak 3 boyutlu olarak görselleştirilen manialar ve Mania Tahdit Yüzeyleri hakkında bilgiler verilmiştir. Bu kapsamda yapılan uygulama çalışması ile İstanbul Havalimanı çevresinde engel teşkil edebilecek her türlü yapay ve doğal yapıların üç boyutlu mania haritalarının hazırlanması aşamaları anlatılmıştır.

İstanbul Havalimanı'ndaki maniaların analizlerinde kullanılan tüm verilerin hazırlanması aşamasında, ICAO ve SHGM tarafından yayınlanan uluslararası ve ulusal tüm dokümanlar dikkate alınarak asgari hassasiyetler ve ölçüm yöntemleri belirlenmiştir. İstanbul Havalimanı'nda tüm fazlar tamamlandığında yapımı tamamlanmış olacak 6 pist baz alınarak hazırlanan mania alanlarını içeren 463 km<sup>2</sup>'lik alanda öznitelik verileri işlenerek bilgisayar ortamında 3B olarak simüle edilmiştir. Yüksekliği olan tüm nesnelere öznitelik bilgileri ile birlikte Arcgis-Pro uygulamasında oluşturulan veritabanına işlenmiş, 3B analiz teknikleri kullanılarak Mania Tahdit Yüzeyini ihlal eden bölgeler tespit edilmiştir.

İstanbul Havalimanı'nda yapılan uygulama çalışması ile 3B olarak görselleştirilen veriler yardımıyla havalimanları etrafındaki emniyetli sahaların korunmasının önemi ve mevcut durumun yansıtılmasını sağlayarak bölgede alınması gereken önlemlerle ilgili farkındalık oluşturulması sağlanmıştır. CBS ortamında 3B görselleştirme teknikleri kullanılarak mevzuatta kullanılan 2B mania haritalarının daha anlaşılır hale getirilmesi sağlanmıştır. Bu sayede bölgedeki temel problemlerden biri olan kontrolsüz yapılaşmanın önüne geçmek için yine CBS ortamındaki analiz teknikleri kullanılarak gelecekte de yapılabilecek birçok risk analizi sayesinde potansiyel riskli mania bölgelerinin belirlenerek yetkili kurumların bilgilendirmesine olanak sağlayacaktır.

Emniyetli hava sahalarının korunmasında karşılaşılan zorluklardan bir diğeri ise, havalimanı mania haritalarının hazırlanması Sivil Havacılık Genel Müdürlüğü'nün sorumluluğundayken, bu mania planlarının uygulanması imar planı hazırlama yetkisine sahip; başta valilikler ve belediyeler olmak üzere ilgili tüm kurum ve kuruluşların yetkisindedir. Hazırlayıcı ve uygulayıcıdaki bu farklılıklar kurumlar arası

iletişimde bilgi kaybına, bu kayıplar da alınacak önlemler konusunda problemlere neden olmaktadır. Uygulamadaki tüm çalışmanın CBS ortamında gerçekleştirilmesi, bu kurumlardan gelecek talepler doğrultusunda yapılacak tüm işlemler için hızlı sorgulama imkanı sağlayarak kurumlar arası iletişime katkı sağlayacağı düşünülmektedir. Ayrıca tüm analizlerin 3B olarak gerçekleştirilmesi kritik mania olarak belirlenecek yapıların gerçeği yansıtan görünümleri sayesinde daha kolay anlaşılabilir hale gelmesine ve hızlı aksiyon alınmasına katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

Ayrıca mevcut verilerin CBS ortamına aktarılması sonucunda analiz, sorgulama ve hesaplama gibi birçok işlemin bilgisayar ortamında çok kısa zamanlarda yapılmasını ve İstanbul Havalimanı işletmesi gibi büyük bir organizasyonda birçok departmanda eşzamanlı olarak farklı faaliyetlerde kullanılabilmesine olanak sağlamıştır. Bu uygulama kentsel kullanıcılar ve yöneticiler için bir araç olarak hizmet vermenin yanı sıra, havaalanı koruma bölgesinde bulunan mevcut ve gelecekteki binaların kontrolüne ve denetimine izin verdiği için hava sahası mevzuatından sorumlu makamlara da hizmet edeceği düşünülmektedir. İniş prosedürlerini değiştirme veya iptal etme, pist uzunluğunu azaltma, işletilmesine izin verilen uçakların boyutunu etkileme ve hatta havalimanı operasyonlarını devre dışı bırakma gibi durumlarda riski en aza indirerek, maniaların müdahalesine imkan sağlar ve havalimanları daha güvenli hale gelir. Bunun yanı sıra, engellerden dolayı havalimanlarına getirilen kısıtlamalar ne kadar küçükse, hizmet verdikleri bölgelerin kalkınmasına ve ekonomisine ve nüfusun güvenliğine katkıda bulunan havalimanlarının daha büyük işletme kapasitesi ve havaalanı genişletme olasılığı da o kadar yüksektir. Yapılan CBS'nin uygulanması ile, bu çalışmanın amacı olan diğer sonuçların yanı sıra büyüme istatistiklerini elde etmemize, potansiyel olarak tehlikeli unsurları belirlememize ve önleyici kararlar alınmasına olanak sağlayacağı düşünülmektedir.

Bu çalışma esnasında hazırlanan uygulama çalışması ile, İstanbul Havalimanı İşletmesi için gelecekte yapılması planlanan AMDB sistemi için önemli bir altlık oluşturulmuştur. Oluşturulan veri tabanı sayesinde; gelecekteki ihtiyaçlar doğrultusunda uygun verilerle birleştirilerek havalimanı otoritesi için de güvenli hava sahalarının kontrolünün yanı sıra birçok potansiyel probleme çözüm sağlayabileceği düşünülmektedir.

## KAYNAKLAR

- Ayeni, A. O., Musah, A., Udofia, S. K.** (2018) Assessment of Potential Aerodrome Obstacles on Flight Safety Operations Using GIS: A Case of Murtala Mohammed International Airport, Lagos-Nigeria. *Journal of Geographic Information System*, 2151-1969, 2.
- Dost, R. vd.** National Aerospace Laboratory, ESRI User Conference, “Designing a WebGIS architecture for aviation impact assesment”, 12-16 Temmuz 2010, San Diego, ABD
- Falavigna, G. P., Iescheck, A. L., Souza, S. F.,** “3D modeling to identify and quantify obstacles in aerodrome protection zone”, *Bulletin of Geodetic Sciences*. 26(2): e2020006, 2020.
- Graham, D., Vidal, S., Steele, J.** (2005) Twenty-Fifth Annual ESRI User Conference, “FAA Airport Surveying”, San Diego, CA, ABD
- HAD/T-19.** (2012), Arazi Kullanımı ve Çevre Kontrolü, Bölüm.1-2,1-3, Sivil Havacılık Genel Müdürlüğü Yayınları.
- International Civil Aviation Organization.** (2016). *Annex-14, Aerodrome Design and Operations*. Montreal: International Civil Aviation Organization.
- International Civil Aviation Organization.** (2005a). *Annex 15, the Convention on Civil Aviation*. Montreal: International Civil Aviation Organization.
- İGA.** (2020), İGA Havalimanları İşletmesi A.Ş., Mania Kontrol Prosedürü, İGA.APS.MPM02-Rev01, 25.09.2020.
- İGA.** (2019), İGA Havalimanları İşletmesi A.Ş., Planlama ve Strateji Departmanı, İstanbul Havalimanı Mânia Planı Civil3D çizimi,12.04.2020.
- Mescioğlu.** (2019), Mescioğlu Müh. Ve Müşavirlik A.Ş, İstanbul Havalimanı Mania Verileri Teknik Rapor, 2019, Ankara.
- Robinson, D. D.** (2009), GIS for Airports – Electronic Terrain and Obstacle Data Model, University of Redlands, Coğrafi Bilgi Sistemleri Yüksek Lisans Tezi, Eylül 2009.
- Santos, F. A. B., Müller, C.** (2014) Sistema de Informações Geográficas no apoio ao gerenciamento de obstáculos à Superfície de Segmento Visual. *Boletim de Ciências Geodésicas*, 20(3), pp.504-525.
- SHT-E.08/ 2018-1.** (2018), Mâniaların Kontrolü, Devlet Hava Meydanları İşletmesi Yayınları, Havacılık Eğitim Dairesi Başkanlığı İşletme Eğitim Planlama Ve Uygulama Müdürlüğü
- SHT-150 / 5300.** (1993), Havaalanları Çevresindeki Doğal Mânialar Üzerinde Yapılaşma Kuralları, T.C. Ulaştırma Bakanlığı Sivil Havacılık Genel Müdürlüğü, Havacılık Talimatı, Eylül 1993, İkinci Bölüm.

- SHT-HES** (2018), Havaalanı Emniyet Standartları Talimatı, T.C. Ulaştırma Bakanlığı Sivil Havacılık Genel Müdürlüğü, Havacılık Talimatı, Kasım 2018.
- SHT-E.08/ 2018-1.** (2018), Mâniaların Kontrolü, Devlet Hava Meydanları İşletmesi Yayınları, Havacılık Eğitim Dairesi Başkanlığı İşletme Eğitim Planlama Ve Uygulama Müdürlüğü, Mayıs 2018.
- SPG Media.** (2006). *On the Ground or in the Air: GIS for Aviation - ESRI.* Airport-Technology.
- Worboys, F. M.,** (1995). GIS: A Computing Perspective. Keele,UK: Taylor & Francis e-Library.
- Ulubay, A., Varol, B. V.** (2013). Havaalanları Etrafında Emniyetli Sahaların Oluşturulması ve Sunulması. *Havacılık ve Uzay Teknolojileri Dergisi*, Cilt 6 Sayı 1 (113-122).
- Ulubay, A.,** (1999). Uçakların İniş ve Kalkışlarını Tehlikeye Düşüren Objelerin Belirlenmesine Yönelik Simülasyon Modeli ve Yüzey Analiz Teknikleri. İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Jeodezi ve Fotogrametri Anabilimdalı Doktora Tezi, Kasım 1999.
- United States Air Force.** (2009). *Determine AHAS Risk.* Retrieved June 11, 2009, from United States Avian Hazard Advisory System: <http://www.usahas.com/>
- Url-1<** <http://www.airport-technology.com/features/feature760/>> erişim tarihi: 01.01.2021
- Url-2<** <https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0229378>>, erişim tarihi: 13.12.2020. (örnek mania planı)
- Url-3<** [http://www.cleansky.eu/index.php?arbo\\_id=83&set\\_language=en](http://www.cleansky.eu/index.php?arbo_id=83&set_language=en)>, erişim tarihi: 02.01.2020
- Url-4<** <https://www.airport-technology.com/features/feature760/>>, erişim tarihi: 05.01.2020
- Url-5<** [http://www.cleansky.eu/index.php?arbo\\_id=83&set\\_language=en](http://www.cleansky.eu/index.php?arbo_id=83&set_language=en)>, erişim tarihi: 05.01.2020
- Url-6<** <https://www.aviationturkey.com/en/content/icao-75-yilini-kutluyor-166>>, erişim tarihi: 20.04.2020
- Url-7<** <https://www.mugla.bel.tr/duyuru/mugla-dalaman-askeri-havalimaninin-mania-plani>>, erişim tarihi: 20.05.2020

## **EKLER**

**EK A:** Havacılıkla İlgili Tanımlar ve Temel Kavramlar

**EK B:** Kaldırılmayan Maniaların Yayınlanması

**EK C:** 3706 Sayılı Havalimanı Çevresindeki Doğal Manialar Üzerindeki Yapılaşma Kuralları Talimatı (SHT-150/5300)





## **EK-A: Havacılıkla İlgili Tanımlar ve Temel Kavramlar**

**Havaalanı:** Uçakların iniş, kalkış ve yüzey hareketleri tamamı için özel olarak yapılmış ve uçuşla ilgili her türlü hizmetin sağlandığı yapıların oluşturduğu alandır (Şekil A.1).



**Şekil A.1:** İstanbul Havalimanı.

**Apron:** Bir havaalanı üzerinde uçakların iniş ve kalkış haricinde yerde kaldıkları sürecin tamamında kullandıkları belirli alandır.

**PAT Sahası:** Pist, apron ve taksi yollarının baş harflerinden üretilen PAT sahaları; operasyonlar esnasında kullanılan araçların park ve hareket etmeleri için oluşturulan tüm sahalaradır.

**İşaretleme:** Havaalanında uçakların tüm hareket bölgesinde pilotların yönlendirmelerinde kullanılan işaret ve semboller bütününe denir.

**İşaretleyici:** Kaldırılması mümkün olmayan mania alanlarını görünür kılmak için mania olan nesnenin üzerinde konumlandırılan cisim veya renlendirici işaretlemelerdir.

**Pist:** Hava taşıtlarının iniş ve kalkışları için özel olarak oluşturulan dikdörtgen şeklinde oluşturulmuş alandır.

**Aletsiz Pist:** Görerek yaklaşma prosedürlerini uygulayan uçakların operasyonları için kullanılan pistlerdir.

**Aletli Pist:** Uçak operasyonlarında aletli yaklaşma prosedürlerinin uygulandığı pistlerdir. Kendi içinde 4 kategoriye ayrılır. Bunlar:

- Hassas Olmayan Yaklaşma Pisti: Direkt yaklaşma için uygun görüş mesafesi yeterli düzeyde olan, görsel ve görsel olmayan yardımcılarının istikamet bilgisi sağlayabildiği aletli pist.
- Hassas Yaklaşma Pisti, Kategori-1: İniş operasyonlarında görüş uzaklığının minimum 800m, karar irtifasının en az 60m. ve pist görüş uzaklığının minimum 550m olduğu görsel ve görsel olmayan yardımcılarının kullanıldığı pisttir.
- Hassas Yaklaşma Pisti, Kategori-2: İniş operasyonlarında görüş uzaklığının minimum 300m, karar irtifasının minimum 30m, olduğu görsel ve görsel olmayan yardımcılarının kullanıldığı pisttir.
- Hassas Yaklaşma Pisti, Kategori-3: İniş operasyonlarında karar irtifasının 30m'nin altında veya hiç bulunmadığı ancak pist yüzeyinin sonuna kadar ışıklandırıldığı ve görsel yardımcılarının hizmet verdiği pisttir (Şekil A.2) (HAD/T-28,2016).



**Şekil A.2:** Hassas yaklaşma pisti, Kategori-3.

**Pist Referans Noktası:** Aksi belirtilmediği durumlarda pistin orta noktası.

**Durma Uzantısı (Stopway):** Hava aracının kalkışa başladıktan sonra vazgeçmesi durumunda, hava aracının durdurulabilmesi için kalkış istikametinde ve pist bitiminde oluşturulan dikdörtgen şeklinde oluşturulmuş bölgedir.

**ILS:** “Aletli İniş Sistemi”

**VOR:** Hava araçlarında kullanılan kısa menzilli bir radto navigasyon sistemi olup, alıcı ünitesi olan uçağın konumunun belirlenmesini ve iletilen radyo sinyalleri sayesinde rotada kalmasını sağlayan seyrüsefer cihazı.

**PANS-OPS:** Hava seyrüsefer servisleri için yaklaşma prosedürleri.



## **EK-B:** Kaldırılmayan Maniaların Yayınlanması

Kaldırılmayan maniaların işaretlenmesi ve ışıklandırılmasıyla ilgili detaylar ICAO Annex-14 dokümanının 6. Bölümünde detaylı bir şekilde anlatılmıştır. Buna göre aşağıda verilen hususlar dışındaki her durumda işaretleme ve ışıklandırma yapılmak zorundadır. Bu hususlar:

- a) Mania olarak belirlenen objenin başka bir mania ile gölgelemesi yapılabiliyorsa işaretleme ve ışıklandırmasına gerek yoktur.
- b) Tip-A manialarında engelin yüksekliği 150 metrenin üzerinde değilse ve ışıklandırması yapıldıysa işaretleme yapılmasına gerek yoktur.
- c) Mania olarak belirlenen obje gün ışığında mania ışıklarıyla ışıklandırıldıysa, işaretleme yapılmasına gerek yoktur.
- d) Eğer mania olarak belirlenen obje fener gibi ışık veren bir nesneyse ve yapılan kontroller neticesinde fenerin yaydığı ışığın yeterli olduğu kanaatine varıldıysa ek bir ışıklandırma yapılmasına gerek yoktur (SHT-E.08/ 2018-1, 2018).

**Sabit Cisimler:** Mania olarak belirlenen ve işaretlenmesi tespit edilen tüm sabit cisimlerin yeterince göze çarpan bir rengi olmadığı takdirde renklendirilmesi gerekmektedir. Renklendirme işlemine elverişli olmayan cisimlerde ise tepesine işaret veya bayrak konarak işaretlenmesi Şekil B.1’de gösterildiği gibi yapılır (SHT-E.08/ 2018-1, 2018).



**Şekil B.1:** Sabit cisimler (SHT-E.08/ 2018-1, 2018).

**Hareketli Cisim:** Mania olarak belirlenen ve işaretlenmesi tespit edilen tüm hareketli cisimler boyanarak veya tepesine bayrak konarak işaretlenecektir. İşaretleme için

objenin özelliğine göre ve göze çarpan bir renk seçimi yapılır(SHT-E.08/ 2018-1, 2018). (Şekil B.2).



**Şekil B.2:** Hareketli cisim(SHT-E.08/ 2018-1, 2018).

**Bayraklar ile İşaretleme:** Mania olarak belirlenen ve işaretlenmesi tespit edilen tüm hareketli ve sabit cisimlerin işaretlenmesi en üstüne bayrak konularak yapılır. Eğer aynı bölgede birden fazla engel tespit edildiyse en 15 metre arayla bayrakla işaretlenmesi yapılır (Şekil B.3).



**Şekil B.3:** Bayrak ile işaretleme örneği(SHT-E.08/ 2018-1, 2018).

**İşaretleyicilerle İşaretleme:** Mania olarak belirlenen ve işaretlenmesi tespit edilen büyük yüzeylerde, cismin şeklini tüm açılardan ortaya koyacak şekilde, yerden minimum 300 metre, havadan ise minimum 1000m uzaklıktan görünebilecek şekilde işaretleyiciler kullanılarak işaretlenmesi yapılmalıdır (Şekil B.4).



**Şekil B.4:** İşaretleyicilerle işaretleme örneği (SHT-E.08/ 2018-1, 2018).

**Işıklandırma:** Mania olarak belirlenen ve işaretlenmesi tespit edilen çoğunlukla yüksek ve objelerin yoğunlukta olduğu alanlarda Şekil B.5’ te gösterildiği gibi cisimlerin en yüksek noktalarını kapsayacak şekilde ışıklandırılarak işaretlemesi yapılır (Şekil B.5).



**Şekil B.5:** Işıklandırma örneği (SHT-E.08/ 2018-1, 2018).

**EK-C: 3706 Sayılı Havalimanı Çevresindeki Doğal Manialar Üzerindeki Yapılaşma Kuralları Talimatı (SHT-150/5300)**

Bu talimat ülkemiz sınırları içindeki havalimanı ve heliportlar çevresinde hava araçların emniyetle uçuş yapabilmelerine imkan verecek şekilde manialardan arındırılmış sahalara belirleyerek korumak ve meydanların kullanılmaz hale gelmesini önlemek amacıyla doğal mâniyeler üzerinde oluşturulacak yapılaşma ile ilgili olarak esas ve kriterleri belirlemektir.

Talimata göre yaklaşma ve kalkış düzlemi üstünde pistin uzunluğuna ve yaklaşma pisti sınıflandırılmasına göre, yaklaşma ve kalkış tırmanış düzlemlerinin pist şerit saha sonundan veya başlangıcından itibaren, aşağıdaki tabloda belirtilen uzunluklara kadar olan bölümlerindeki doğal mania teşkil eden bölgede hiçbir yapılaşmaya müsaade edilmeyecektir.

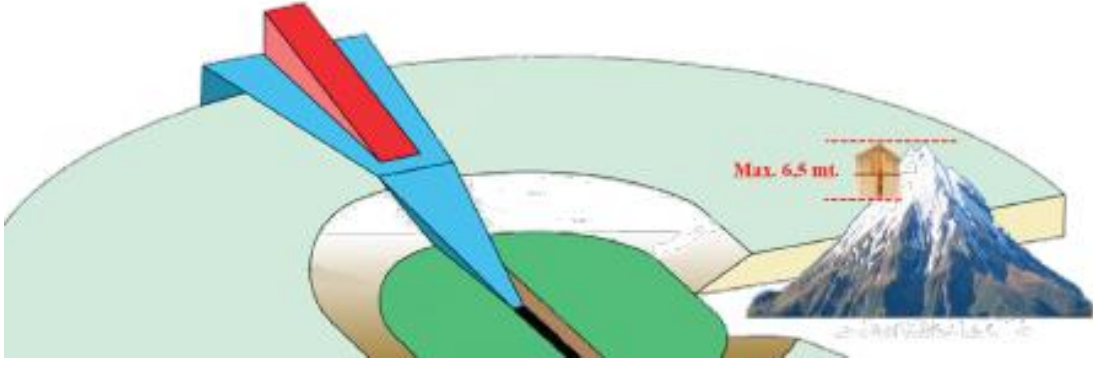
Yaklaşma ve kalkış tırmanış düzlemlerinin aşağıdaki tabloda belirtilen uzunluklardan sonraki bölümlerinde kalan doğal manianın tepe noktası kotundan aşağıya doğru 15 metre irtifaya kadar hiçbir yapılaşmaya müsaade edilmeyecektir. Diğer kısımlarda 1 (bir) katlı (max. H=3.50 metre) bina yapılabilir (Çizelge C.1).

<b>PİST UZUNLUĞU</b>				
<b>Yaklaşma Pisti Sınıflandırılması</b>	<b>800 metreden küçük</b>	<b>800 ile 1200</b>	<b>1200 ile 1800</b>	<b>1800 metreden büyük</b>
<b>Aletsiz</b>	1600 m	2500 m	3000 m	3000 m
<b>Hassas Yaklaşmasız</b>	2500 m	2500 m	3000 m	3000 m
<b>Hassas Yaklaşmalı</b>	3000 m	3000 m	3000 m	3000 m

**Çizelge C.1:** (SHT-E.08/ 2018-1, 2018).

Geçiş Düzlemi Yüzeyi üzerinde, seyrüsefer amaçlı maniaların dışında hiçbir yeni yapılaşmaya müsaade edilmez.

İç yatay ve konik düzlem üzerindeki yapıların en üst noktasındaki kotunun doğal manianın tepe noktası kotundan yüksek olmamak şartıyla maksimum 6,5 metre yapılaşmaya müsaade edilir (Şekil C.1).



**Şekil C.1:** İç yatay ve konik yüzeyler yapılaşma sınırı (SHT-E.08/ 2018-1, 2018).



## ÖZGEÇMİŞ

**Ad-Soyad** : Aylin Bayrak



### ÖĞRENİM DURUMU:

- **Lisans** : 2015, İstanbul Teknik Üniversitesi, İnşaat Fakültesi, Geomatik Mühendisliği

### MESLEKİ DENEYİM:

- Teknik Ofis Mühendisi, Yükselen İnşaat, 2015-2017
- BIM Sorumlusu, İGA İşletme, 2017-...

### DİĞER YAYINLAR VE SUNUMLAR:

- **Lisans Tasarım Projesi**, Yavuz Sultan Selim Köprüsü ve Kuzey Marmara Çevre Yolunun Güzergâh Boyunca Oluşturacağı Arazi Değişimlerinin CBS ve Uzaktan Algılama Yardımıyla Analizi, 2014.
- **TMMOB 4. Coğrafi Bilgi Sistemleri Kongresi**, Yavuz Sultan Selim Köprüsü ve Kuzey Marmara Çevre Yolunun Güzergâh Boyunca Oluşturacağı Arazi Değişimlerinin CBS ve Uzaktan Algılama Yardımıyla Analizi Bildirisi, 2013.