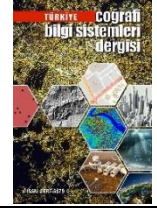




## Türkiye Coğrafi Bilgi Sistemleri Dergisi

<https://dergipark.org.tr/pub/tucbis>

e-ISSN 2687-5179



### Coğrafi Bilgi Sistemleri ile Havacılık Çalışması Analizleri; Kayseri Havalimanı Örneği

Hatice Tuğcu\*<sup>1</sup>, Metin Altan<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Eskişehir Teknik Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Uzaktan Algılama ve Coğrafi Bilgi Sistemleri Ana Bilim Dalı, Eskişehir, Türkiye

<sup>2</sup>Eskişehir Teknik Üniversitesi, Astrofizik Eğitim ve Araştırma Birimi, Eskişehir, Türkiye

#### ÖZ

#### Anahtar Kelimeler:

CBS  
Havalimanı  
Mânia Planı  
Havacılık

Ulaşım aracı olarak havayolunu tercih edenlerin sayısı gün geçtikçe artmakta ve buna bağlı olarak havalimanı sayısında artış gözlenmektedir. Kentlerde havalimanı yer seçimi büyük önem arz etmektedir. Çevresel ve kültürel açıdan birçok etken değerlendirilerek havalimanı yer seçimleri yapılmakta, ancak kent merkezine olan yakınlık birçok faydayı getirdiği gibi, uçuş emniyetine de olumsuz etkileri olmaktadır. Uçuş emniyetinin sağlanması için havalimanı çevresinde mânia planları kapsamında yükseklik kriterleri belirlenmiştir. İmar planı hazırlamaya yetkili kurumların yapı yüksekliklerinin mânia planı yükseklik kriterlerine uygun olması, ulusal ve uluslararası yönetmelikler kapsamında zorunlu hale getirilmiştir. Ancak mânia planları ve imar planları yüksekliklerinin uyumadığı durumlar söz konusu olmaktadır. Ülkemizde yükseklik uyumsuzluklarına yönelik uygulamalar gerçekleştirilerek probleme çözüm üretilmeye çalışılmaktadır. Bu çalışmada kentsel yükseklikler ile mânia planı arasındaki uyumsuzlukların giderilmesi aşamasındaki havacılık uygulama analizleri, CBS (Coğrafi Bilgi Sistemleri) yöntemleri ile yapılmıştır. Örnek uygulama saha çalışması olarak seçilen Kayseri kent merkezindeki yapılar için yükseklik modellemesi yapılarak, havalimanında konuşlu bulunan seyirüsefer cihazlarının yapı tahditli alanları ve uçuş prosedürleri mânia koruma yüzeyleri çizilerek, havacılık çalışması analizleri CBS teknikleri kullanılarak değerlendirilmiştir. Çalışmada yöntem olarak CBS tabanlı ArcGIS Pro ve Global Mapper programları sayısal arazi modeli üretme, kent yapı yükseklikleri modellemeye ve teknik çizimler için kullanılmıştır. Yapılan analizler neticesinde Kayseri Havalimanı çevresindeki yapılaşmaların bir kısmının doğal mânia üzerinde kaldığı tespit edilmiş ve uçuş emniyeti için detaylı havacılık analizleri yapılarak emniyet yönetimini sağlamak amacı ile risk analizi değerlendirilmiştir.

### Aeronautical Study Analysis with Geographical Information Systems; Kayseri Airport Example

#### Keywords:

GIS  
Airport  
Mânia Plan  
Aviation

#### ABSTRACT

The number of people who prefer the airline as a means of transportation is increasing day by day, and accordingly, an increase is observed in the number of airports. Airport location selection is of great importance in cities. Airport location selections are made by evaluating many environmental and cultural factors, but proximity to the city center brings many benefits, as well as having negative effects on flight safety. In order to ensure flight safety, height criteria have been determined within the scope of obstacle plans around the airport. It has been made mandatory within the scope of national and international regulations that the building heights of the institutions authorized to prepare the zoning plan comply with the obstacle plan height criteria. However, there are cases where the heights of the obstacle plans and the zoning plans do not match. In our country, it is tried to find a solution to the problem by carrying out applications for height conflicts. In this study, aviation application analyzes at the stage of resolving the conflicts between the urban heights and the obstacle plan were made with GIS (Geographical Information Systems) methods. Height modeling was made for the buildings in the city center of Kayseri, which was chosen as the sample application field study, the structure restricted areas of the navigation devices stationed at the airport and the flight procedures, obstacle protection surfaces were drawn, and the aviation study analyzes were evaluated using GIS techniques. As a method in the study, GIS-based ArcGIS Pro and Global Mapper programs were used for digital terrain model generation, city building elevation modeling and technical drawings. As a result of the analyzes made, it was determined that some of the constructions around Kayseri Airport remained on the natural obstacle, and detailed aviation analyzes were made for flight safety and risk analysis was evaluated in order to ensure safety management.

#### \* Sorumlu Yazar

(npartigoc@pau.edu.tr) ORCID ID 0009-0006-0946-6888  
(maltan@eskisehir.edu.tr) ORCID ID 0000-0002-5247-887X

#### Cite this article

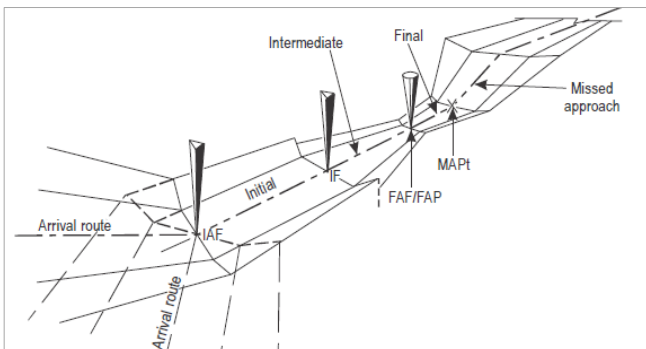
Tuğcu H & Altan M (2023). Coğrafi Bilgi Sistemleri ile Havacılık Çalışması Analizleri; Kayseri Havalimanı Örneği Türkiye Coğrafi Bilgi Sistemleri Dergisi, 5(1), 10-19.

## 1. GİRİŞ

Havalimanı yer seçimi yapılırken dikkate alınan en önemli parametre kent merkezine olan mesafedir. Havalimanı kente uzak konumlandırıldığında ulaşım ve altyapı gibi sorunlar ortaya çıkarken, yakın mesafede ise yapıların yükseklikleri, uçuş emniyeti açısından risk oluşturur. Günümüzde dikey mimari yapılaşmaları ön plana çıkmakta ve özellikle büyük şehirlerde yüksek katlı binaların sayısı artmaktadır. Şehirleşmelerin genellikle havaalanları yönüne doğru olduğu göz önüne alınırsa, hava seyrüseferlerinde emniyeti sağlamak açısından havaalanları çevresi, arazi topografyası, bu araziler üzerinde bulunan detay sınıfları, bu detayların yükseklikleri ve özellikleri açısından ayrı bir coğrafi analize tabi tutulması gereken özel bölgelerdir (Ulubay & Varol, 2013). Havalimanı çevresinde yüksek katlı yapılaşmayı önlemek için mânia planları uygulamaya alınır. Ancak, ülke sınırlarımız içindeki yüksek dikey topografik farkların oluşturduğu engebeli araziler, havalimanı mânia planlarında “doğal mânia” olarak adlandırılan bölgeleri oluşturur. Doğal mânialar, mânia planı yüksekliğini, arazi yükseklik koşulları ile (doğal olarak) ihlal etmektedir. Ülkemizde Sivil Havacılık Genel Müdürlüğü (SHGM) tarafından yayınlanan Havalimanı Emniyet Standartları Talimatı (SHT-HES) uygulama gereği, doğal mânialar üzerinde maksimum 6.5 m yapı yüksekliğine izin verilir (SHT-HES, 2016). Bu durum imar planı hazırlamaya yetkili kurumların doğal mânia alanlarındaki yapı yüksekliklerini kısıtlamaktadır. Doğal mânialar üzerinde yapılacak olan yapılaşmaların uçuş emniyetine olan etkisini değerlendirmek adına ulusal ve uluslararası çerçevede havacılık çalışmaları yapılır. Sadece doğal mânialar değil, mevcut durumda yapılmış olan ve mânia planını ihlal eden yapılar için de bu çalışmalar, uçuş emniyetini korumak için yapılmaktadır.

Havalimanı mânia planları, iç yatay, konik, yaklaşma/kalkış ve geçiş yüzeylerini içerir. Her yüzeyin belirli mesafe, genişlik ve eğim bilgileri farklı olup ICAO (International Civil Aviation Organization - Uluslararası Sivil Havacılık Teşkilatı) Annex 14 kitabında yer almaktadır (Annex 14, 2010). ICAO üyesi olması sebebi ile ülkemizdeki uygulamalarda da bu yayınlanmış kurallar geçerlidir.

Bir hava aracı uçuş sırasında birçok farklı irtifada bulunur (Şekil 1). Bir aletli yaklaşma usulü 5 ayrı kısımdan oluşur; geliş, ilk, ara, son ve pas geçme kısımlarıdır. Her safhanın mânia klerans değeri farklıdır ve detaylı mânia hesaplamaları yapılmaktadır.



Şekil 1. Hava aracının uçuş safhaları (DHMI, 2023)

Havalimanına yaklaşma, iniş, pas geçme, kalkış gibi birçok uçuş safhası bulunur ve her bir safha kendine özel irtifa ve klerans değerine sahiptir. Uluslararası uçuş prosedür kriterlerinin yayınlı olduğu ICAO Doc. 8168 Aircraft Operations Volume I - Flight Procedures kitabında, tüm uçuş sahalarının çizimleri ve mânia klerans bilgileri yayınlanmıştır (Aircraft Operations Doc.8168, 2020). SHT- HÇG (Havaalanları ve Çevresinde Yapılacak Havacılık Çalışması ve Gölgeleme Talimatı) kapsamında iniş ve kalkış yüzeylerinde havacılık çalışmalarına izin verilmemektedir (SHT-HÇG, 2020). Uçuşun en riskli bölgesi iniş kalkış esnası olması sebebi ile mânia planında yayınlanmış olan yükseklik değerlerine uyulmak zorunludur. Ancak, iç yatay ve konik yüzeylerde havacılık gölgeleme çalışmalarına izin verilir. Havacılık çalışmaları beş ayrı bölümden oluşur. Bunlar; mânia planı yükseklik kriterlerinin belirlenmesi, seyrüsefer cihazları yapı tahditli alanların analizi, uçuş prosedürleri analizi, uçak performans analizi ve risk değerlendirme analizidir.

### 1.1. Havacılıkta CBS'nin Kullanılması ve Literatür Özeti

Havacılık haritalarının oluşturulması, mânia planlarının çizilmesi, havalimanı analizlerinin yapılması, uçuşa engel teşkil edecek yapıların tespit edilmesi gibi hususlar havacılık sektöründe çok önemli bir yere sahiptir. Bu hususların devamlı olarak analizlerinin yapılması, haritaların güncellenmesi uçuş emniyetinin sağlanması açısından gereklidir. SAM'ın (Sayısal arazi modelleri) oluşturulması kent yapı yüksekliklerinin analizlerinin yapılması ve teknik uçuş usullerinin çizimi CBS (Coğrafi Bilgi Sistemleri) destekli programlar ile gerçekleştirmek mümkündür. Bu çalışmada CBS'nin havacılık analizleri gerçekleştirmede etkin bir araç olduğu ortaya koyulmaktadır.

Literatürde mânia planları çiziminin CBS kullanılarak gerçekleştirildiği çalışmalar vardır. Ulubay & Varol (2013) tarafından gerçekleştirilen çalışmada Adnan Menderes Havalimanı mânia yüzeyleri ve havalimanı çevresi arazi modeli oluşturularak city surf sanal küre programında görsel 3 boyutlu (3B) analizler yapılmıştır. Uzun & Sesli (2020) tarafından gerçekleştirilen çalışmada CBS programları ile mânia planı çizimi yapmış ve engel tespiti çalışmalarında bulunmuştur.

Yapılan literatür taraması sonucu CBS'nin mânia planları çizimleri ve engellerin tespiti için kullanıldığı görülmüştür. Ancak, tespit edilen engeller için uçuş emniyeti için yapılan havacılık çalışmaları teknik detayları ve analizleri ele alınmamıştır. Bu çalışmada mevcut mânia planı üzerinde kentsel yapılar ve sayısal arazi modellenerek havacılık analizlerinin CBS tabanlı yapılması literatüre katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

### 1.2. Kısaltmalar

- AIP: Aeronautical Information Publication (Havacılık Bilgi Yayını).
- ARCGIS PRO: Esri Firması tarafında geliştirilen CBS Yazılımı.

- BRA: Building Restricted Areas (Yapı Tahditli Alanlar).
- CG: Ağırlık Merkezi, Uçağın hem havada hem de yerde istikrarını etkileyen denge noktasıdır.
- DHMİ: Devle Hava Meydanları İşletmesi.
- DME: Distance Measuring Equipment (Mesafe Ölçme Cihazı).
- GP: Glide Path (Süzülüş Eğimi-Yolu).
- IAC: Instrument Approach Charth (Aletli Yaklaşma Haritası).
- ICAO DOC 8168: Procedures for Air Navigation Services, Aircraft Operations (Hava Seyrüsefer Hizmetleri, Uçak Operasyonlarına İlişkin Prosedürler).
- ICAO ANNEX 1 : Volume I - Aerodrome Design and Operations (Cilt 1- Havaalanları Tasarımı ve İşletimi).
- ICAO EURO DOC 015: European Guidance Material On Managing Building Restricted Areas (İnşaat Kısıtlı Alanların Yönetimine İlişkin Avrupa Rehberlik Materyali).
- ILS: Instrument Approach Charth (Aletli Yaklaşma Haritası) (ILS, 2013).
- ILS CAT I: 60 m'den alçak olmayan bir karar yüksekliği veya en az 800 m bir görüş mesafesi veya en az 550 m bir pist görüş mesafesine sahip hassas aletli yaklaşma.
- LLZ /LOC: Localizer (Seyrüsefer cihazı).
- LTAU: Kayseri Havalimanı ICAO Kodu.
- MOC: Minimum Obstacle Clearance (Minimum Engel Açıklığı).
- NDB: Non-directional beacon (Seyrüsefer cihazı).
- OAS: Obstacle Assessment Surface (Mânia Değerlendirme Yüzeyleri).
- RWY: Runway (Pist).
- SHT- 150/5300: Havaalanları Çevresindeki Doğal Mânialar Üzerinde Yapılaşma Talimatı (SHT- 150/5300, 2021).
- SHT- OPS: Uçuş Operasyonlarına Yönelik Usul ve Esaslar Talimatı (SHT-OPS, 2020).
- SHT-HÇG: Havaalanları ve Çevresinde Yapılacak Havacılık Çalışması ve Gölgeleme Talimatı.
- SHT-HES: Havalimanı Emniyet Standartları Talimatı.
- SHT-SMS/HAD: Havaalanlarında Emniyet Yönetim Sisteminin Uygulanmasına İlişkin Talimat.
- TACAN: Tactical Air Navigation (Askeri Seyrüsefer Cihazı).
- VOR: VHF Omni-directional Radio Range (Seyrüsefer cihazı).

## 2. YÖNTEM

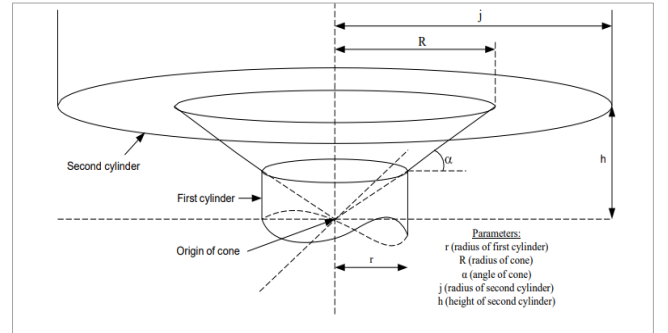
### 2.1. Sayısal Platform ve Yazılım Uygulamaları

Bu makale kapsamında üretilen dinamik değişkenli, ölçekli, koordinatlı, projeksiyon tanımlı, ilişkisel veri tabanı etkileşimli sayısal harita ArcGIS PRO ile üretilmiş ve sayısal analizler Global Mapper yazılımı ile gerçekleştirilmiştir. ArcGIS, mekânsal topolojik işlem

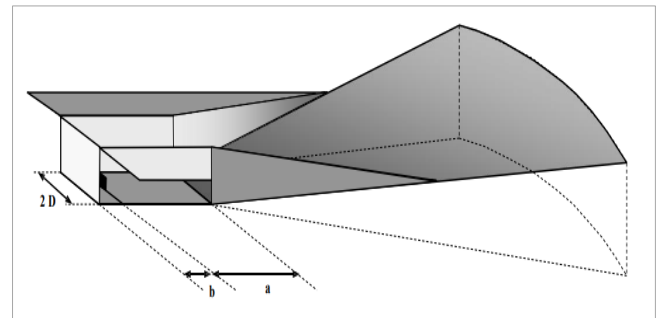
adımları, görüntü üzerine yönetim, işleme, analiz, modelleme ve paylaşım, gerçek zamanlı saha ve laboratuvar çalışmalarını kolaylaştıran ve eş zamanlı teknolojik güncelleme destekli işlevsel ve zengin CBS teknikleri içerikli bir yazılımdır (ESRI, 2023).

### 2.2. Uygulama İşlem Adımlarının Temel Prensipleri

Öncelikli olarak, imar planı yükseklikleri ile mânia planı yüksekliklerinin uyuşmadığı alanlara yönelik sapma (ihlal) yükseklikleri belirlenir. Mânia planını ihlal eden yüksekliklerin havalimanındaki seyrüsefer cihazlarına olan etkileri değerlendirilir. Farklı etki alanlarına sahip olan her bir cihazın ICAO Euro Doc.015 (European Guidance Material On Managing Building Restricted Areas - İnşaat Kısıtlı Alanların Yönetimine İlişkin Avrupa Rehberlik Materyali) kapsamında belirlenen yapı tahdit yüzeyleri bulunur. Yaklaşma sistemleri, en temelde hassas ve hassas olmayan yaklaşma olmak üzere iki başlıkta incelenebilir. Hassas olmayan yaklaşma; yanal yönlendirmenin kullanıldığı fakat dikey yönlendirme bulunmayan bir aletli yaklaşma ve iniş sistemleridir. Bu yaklaşma sistemi VOR veya NDB gibi cihazlarla sağlanır (Kaba & Ürgün, 2019). Çok yönlü yayın yapabilen VOR, NDB, TACAN cihazları ile yönlendirilmiş cihazlar olan ILS LZZ, GP çizim kriterleri farklıdır (Şekil 2, 3).

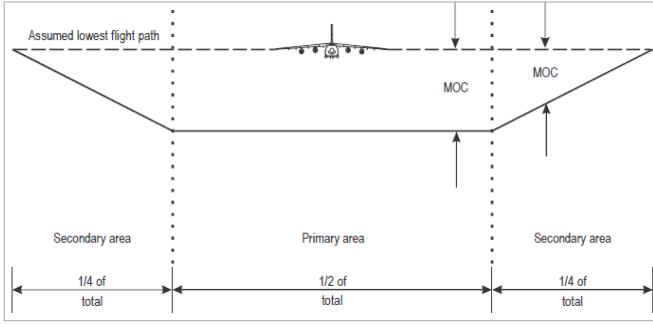


Şekil 2. Çok yönlü yayın yapan cihaz tahdit yüzeyleri (ICAO Euro doc.015, 2015)



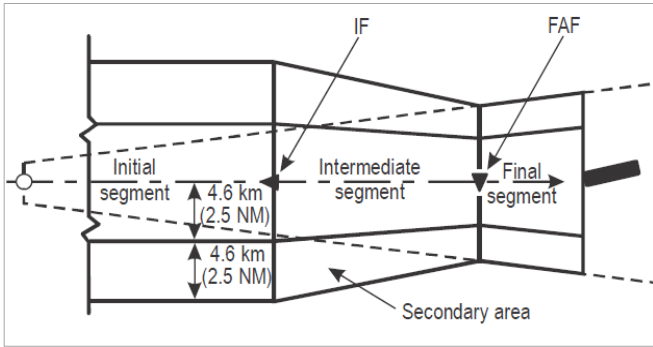
Şekil 3. Yönlendirilmiş yayın yapan cihaz tahdit yüzeyleri (ICAO Euro doc.015, 2015)

Havalimanları için yayınlanmış olan uçuş prosedürlerinin mânia koruma yüzeyleri bulunur. Mâniaların bu yüzeylerin içinde kalması durumunda gerekli klerans değerlerini (MOC) sağlamalıdır (Şekil 4).

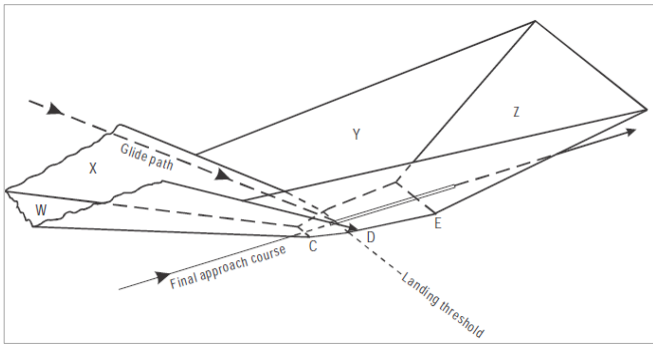


**Şekil 4.** Hava aracının MOC değeri gösterimi. (Aircraft Operations Doc.8168, 2020).

Hassas ve hassas olmayan uçuş usullerine ait mânia koruma yüzeyleri ve klerans değerleri farklılık göstermektedir (Şekil 5, 6). Mâniaların gerekli klerans değerlerini sağlamadığı durumda uçuş emniyeti açısından mânialara yıkım kararı alınabilir veya gerekli yüksekliklere indirilmesine yönelik yaptırım uygulanır.

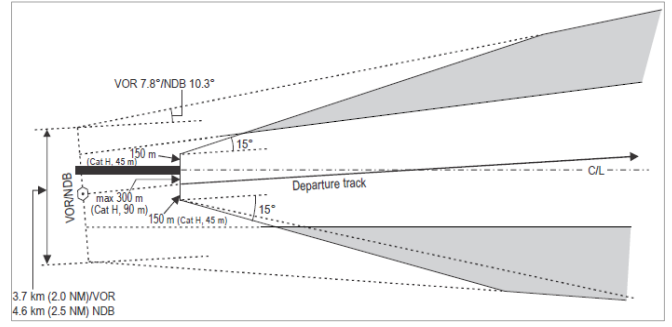


**Şekil 5.** Hassas olmayan yaklaşma mânia koruma yüzeyi çizim kriterleri örneği (Aircraft Operations Doc.8168, 2020).



**Şekil 6.** Hassas yaklaşma mânia koruma yüzeyi çizim kriterleri örneği (Aircraft Operations Doc.8168, 2020).

Havalimanına yaklaşan bir uçak iniş yapmaktan vazgeçtiyse, prosedürlerde yayınlanan MAP noktasından itibaren pas geçme usulünü uygular ve tekrardan tırmanmaya başlar. Kalkış esnasında ise yayınlı tırmanma gradyanını (CG) sağlayarak belirlenen irtifalarda tırmanış yapar. Kalkış prosedürlerindeki mânia koruma yüzeyleri cihazın konumuna veya kalkış yönlendirmesine göre değişmektedir (Şekil 7).



**Şekil 7.** Kalkış prosedürü mânia koruma yüzeyi örneği (Aircraft Operations Doc.8168, 2014).

Hava aracının uçuş esnasında tek motorunu kaybetmesi halinde yayınlanmış prosedürleri uygulayamaz, irtifa kaybeder ve mevcut yolundan sapar. Bu durumlarda mânialara çarpmaması için performans analizleri havacılık çalışmalarına dâhil edilmiştir. Hem iniş hem de kalkış esnasında, kuş çarpması, motor arızası gibi sebeplerden dolayı, uçak tek motorunu kaybedebilir. Bu durumlar için belirlenen yüzeyler ve mânia kleransları havacılık çalışmalarında yer alır.

Uygulamanın son aşaması risk değerlendirme analizlerini içerir. Her bir analiz bölümü için bir risk belirlenir ve o riskin gerçekleşme ihtimali ve sonucunda yaşanabilecek olumsuz durumlar için risk analizi yapılır. Havacılık çalışmaları kapsamında, havalimanı çevresinde bulunan mâniaların uçuş emniyetine etkisi belirlenmiş olur.

### 2.3. CBS Teknikleri Uygulama Destekli Analiz ve Modelleme Çalışmaları: Kayseri Örneği

Bu çalışmada Kayseri Havalimanı (LTAU) çevresindeki yapıların yükseklik modellemesi yapılarak havacılık çalışması analizleri süreçlerine dahil edilmiştir.

Kayseri havalimanı pist irtifası 1055.5 m'dir. Mânia planı çizim kriterleri kapsamında pist irtifasından 45 m yüksekte konik yüzey kotu başlar ve her 200 m'de %5 eğim ile 10 m yükselir. İç yatay yüzeyin kotu 1101 m olarak belirlenmiş olup konik yüzeyin bitiminde 1201 m'ye ulaşır. Ancak havalimanının kuzeyinde iç yatay yüzeyin bir kısmı ile konik yüzeyin bir kısmının arazi kotu, mânia planı kotundan daha yüksek olması sebebi ile doğal mânia olarak kabul edilmiştir (Şekil 8). Hem sivil hem de askeri kullanıma açık bir meydan olan Kayseri Havalimanına ait mânia planları, yönetmelik ve yasal zorunluluk gereği SHGM tarafından çizilerek ilgili kurumlara gönderilmiştir.



**Şekil 8.** Kayseri havalimanı mânia planı ve doğal mânia alanları.

Doğal mâniâlar ile ilgili olarak SHGM tarafından yayınlanan Havalimanları Çevresindeki Doğal Mâniâlar Üzerinde Yapılaşma Talimatı (SHT-150/5300) iç yatay ve konik yüzeyde 6.5 m yükseklik kısıtlaması bulunur. Bu bölgede yapılacak her 6.5 m'yi geçen yapılaşma için uçuş emniyetleri kapsamında havacılık çalışması yapılması

gereklidir. Uçuş emniyetinin sağlanmasında kentsel yapıların etkisi CBS teknikleri ile gerçekleştirilen analiz ve modelleme çalışmaları sonucunda belirlenmiştir. Kayseri ilindeki havalimanı merkezde 38°46'13" N ve 35°29'43" E koordinatında bulunmaktadır (Şekil 9).



Şekil 9. Kayseri Havalimanı konumu

Kayseri kent merkezindeki yapıların yükseklik modelleri ArcGIS PRO ortamında gerçekleştirilmiştir. Global Mapper programında, SRTM kesme yöntemi ile SYM (Sayısal Yükseklik Modeli) oluşturulmuştur (Şekil 10).



Şekil 10. Çalışma alanı SRTM verisi.

Kayseri kent merkezine ait hâlihazır haritada bulunan yapı yükseklikleri, SAY (Sayısal Arazi Yüzeyi) modeli üzerine QGIS ortamında eklenmiştir ve yapıların deniz seviyesi maksimum yüksekliklere (MSL) ulaştırılmıştır (Şekil 11, 12).



Şekil 11. Kayseri kent merkezindeki yapıların yükseklik modellemesi.



Şekil 12. Yükseklik modellemesi tematik görünümü.

#### 2.4. Seyrüsefer Cihazları Yapı Tahditli Alanların Değerlendirilmesi

Kayseri havalimanında VOR/DME, NDB, LLZ, GP, DME, TACAN ve RADAR seyrüsefer cihazları bulunur. Her cihazın çalışma prensibi ve mâniâ koruma yüzeyleri farklıdır. Uçağa sinyal ileten cihazlar olması nedeni ile, çevresel yapıların yansıma yüzeyleri ve yükseklikleri performansı olumsuz etkileyebilir. Cihazın bulunduğu konumdan 3 km'lik alana kadar 1 derecelik açı ile BRA yüksekliği artmakta ve 52 m'ye ulaşmaktadır. Havacılık çalışmalarında, yüksekliği 1 derecenin üstünde kalan yapılar cihazın sinyalini etkileme olasılığı nedeniyle sinyal analizi yapılır. Bu nedenle VOR cihazı ve LLZ cihazı CBS teknikleri kullanarak Global Mapper programında çizilmiştir ve Google Earth programında kentsel yapılar ile birlikte görüntülenerek değerlendirilmiştir.

VOR cihazı 38°46'32.3" N ve 35°31'19.0" E koordinatlarda bulunur ve BRA yüzeyi 3 km'lik alanı kapsar. Kent merkezindeki birçok yapı VOR BRA içinde kalmaktadır (Şekil 13). Bu alan içinde yeni yapılaşma öngörüldüğü durumlarda, DHMİ'ye görüş sorulması zorunludur.



Şekil 13. VOR BRA yüzeyi ve yapılaşma dokusu.

LLZ cihazı 384600.0N 0352832.0E koordinatında bulunur ve tek yönlü yayın yapar. LLZ BRA içinde de birçok yapılaşma yer almaktadır (Şekil 14).

Havalimanı içinde, hangar binası, tesis veya seyrüsefer cihazı kurulumu ve benzeri yeni yapılacak yapılar, eğer BRA yüksekliklerini sağlamıyorsa, sinyal analizi yapılması gerekecektir.



Şekil 14. LLZ25 BRA yüzeyi ve yapılar

## 2.5. Uçuş Prosedürlerinin Değerlendirilmesi

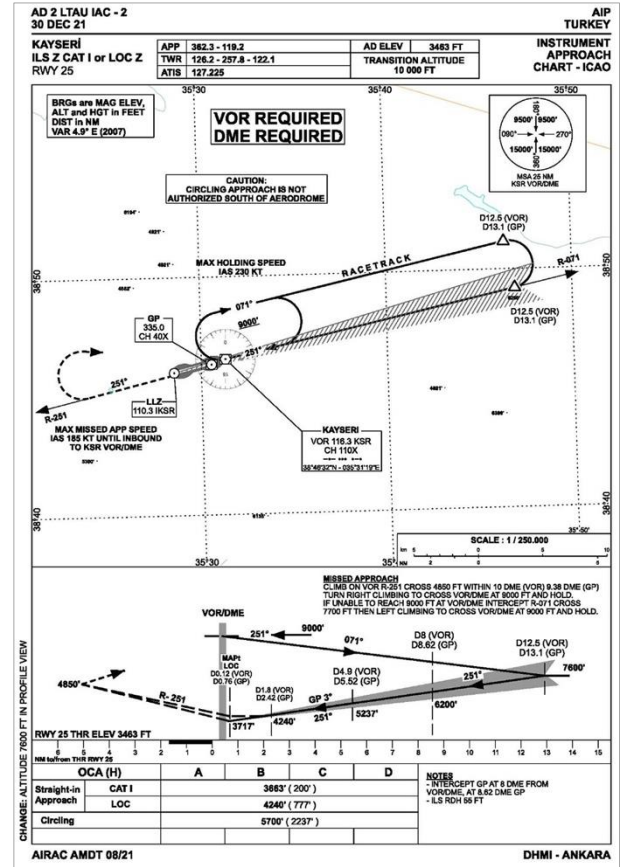
Uçuş usulleri IFR (Instrument Flight Rules-Aletli Uçuş Kuralları) ve VFR (Visual Flight Rules-Görerek Uçuş Kuralları) olarak ikiye ayrılır. Uçuş prosedürleri analizleri; mevcut ve/veya yapılması planlanan mâniaların uçuş prosedürlerine olan etkisi, ICAO ile belirlenen kriterler doğrultusunda, sertifikalı, uzman personel tarafından değerlendirilmekte ve sayısal analizler iki aşamada tamamlanmaktadır.

Aşama 1 - Ön Değerlendirme Analizleri: İnşa edilmesi planlanan yapıların, Annex 14 ve ICAO kriterleri ile tanımlanan uçuş prosedürleri yüzeylerini ihlal etmeyecek maksimum yüksekliklerini belirlemek amacıyla yapılan çalışmadır.

Aşama 2 - Detaylı Analizler: Ön değerlendirme raporu, planlanan inşaatların uçuş prosedürleri yüzeylerini ihlal ettiğini ortaya koyması durumunda, minimum alçalma irtifalarının, tırmanış ve alçalış eğimlerinin, uçuş rotalarının veya hava sahası kullanım usullerinin yeniden belirlenmesi çalışmaları ihtiyacı ortaya çıkacaktır (Segar Havacılık, 2018).

Devlet Hava Meydan İşletmeleri Genel Müdürlüğü (DHMI) tarafından her havalimanı için uçuş prosedürleri AIP (havacılık bilgi ürünleri) sisteminde yayınlanır. Kayseri havalimanı için yayınlanmış 11 tane aletli alçalma planı prosedürü, 8 tane kalkış prosedürü bulunmaktadır. Çalışma kapsamında iki adet aletli yaklaşma prosedürleri mâniya koruma yüzeyleri çizilerek,

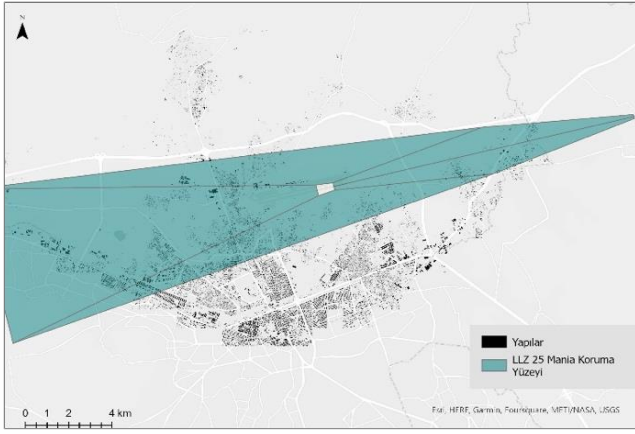
havalimanı çevresindeki yapıların bu yüzeylere olan etkisi değerlendirilmiştir (IAC-2: Instrument Approach Chart ILS Z CAT I or LOC Z RWY 25) (Şekil 15) ve mâniya koruma yüzeyleri çizilmiştir (IAC-5: Instrument Approach Chart VOR Z RWY 07) (Şekil 16).



Şekil 15. ILZ Z CAT I or LOC Z RWY 25 yayınlı uçuş prosedürü

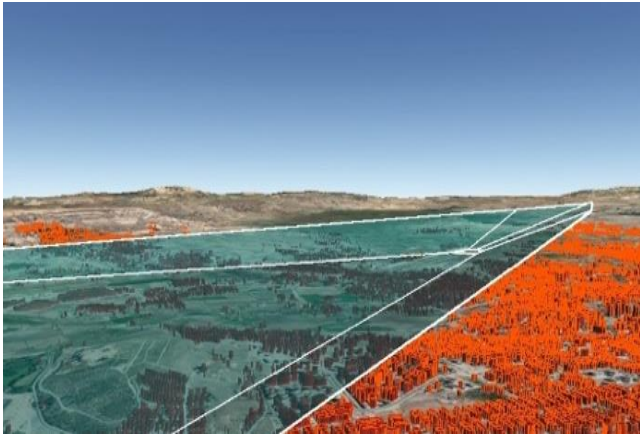
ILS sistemi, yatay ve düşey olarak uçağa kılavuzluk görevi yaparak, uçağın piste otomatik olarak inmesini sağlar. Özellikle bulut tavanının düşük, görüşün kısıtlı olduğu sisli, yağmurlu ve karlı havalarda emniyetli; görüş mesafesinin yüksek olduğu durumlarda ise emniyetin yanı sıra konforlu bir yaklaşma ve iniş yapılmasına imkân sağlar (DHMI, 2023).

Bir yaklaşma prosedürünün mâniya koruma yüzeyleri, geliş ve pas geçme safhalarından oluşmaktadır. ICAO 8168 tarafından ILS sistemleri yaklaşma usulleri için verilen kriterler Şekil 6'da gösterilmiştir. Global Mapper programında ilk önce ILS LLZ cihazı koordinatları belirlendikten sonra, belirlenen kriterler kapsamında ilgili çizimleri programın COGO aracı ile yapılmıştır. Line olarak çizilen yüzeyler polygon haline getirilmiştir ve her bir alanın (X, W, Y, Z) kendine özgü belirlenmiş olan yükseklik değerleri girilmiştir. Yapılan çizim ArcGIS Pro programında kentsel yapılar katmanı ile birlikte analiz ve modelleme çalışmalarına altlık oluşturacak formatta hazırlanmıştır (Şekil 16).



Şekil 16. ILZ RWY 25 Mânia koruma yüzeyi ve kentsel yapılar

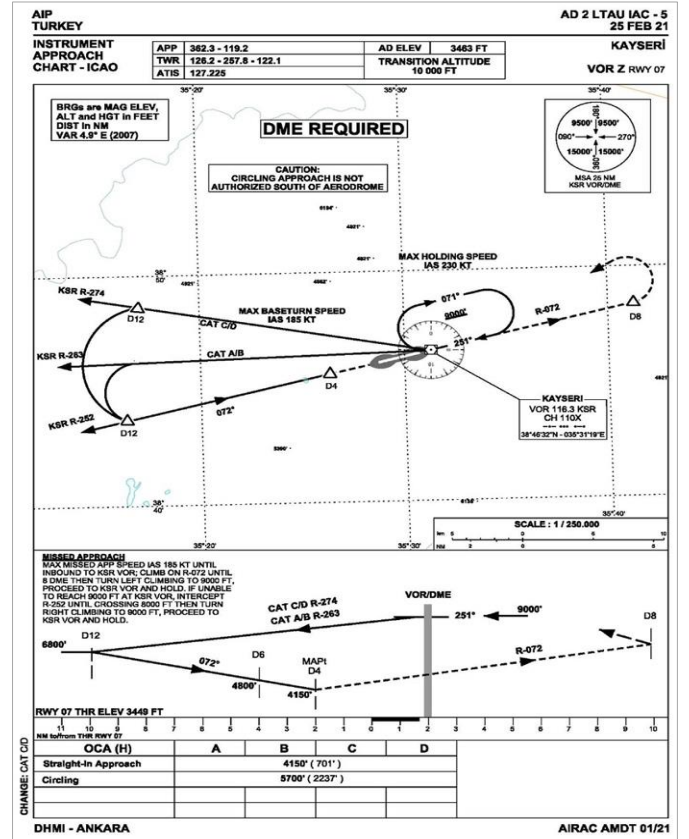
Mânia koruma yüzeyi 3 boyutlu hale getirilmiştir. ILS yüzeyinde X,Y ve Z yüzeyi mânia kleransı 300 m'ye kadar çıkmaktadır. Kayseri kent merkezi topoğrafik açıdan düz bir zemin üzerine kurulmuştur, fakat kuzeyinde dağlık araziler yer almaktadır. ILS OAS (obstacle assessment surface) yüzeyi hassas ve dar bir yüzeydir. Yüzeyin küçük olması ve merkezi düz bir arazide olması sebebi ile mânialar OAS yüzeyini ihlal etmemektedir (Şekil 17).



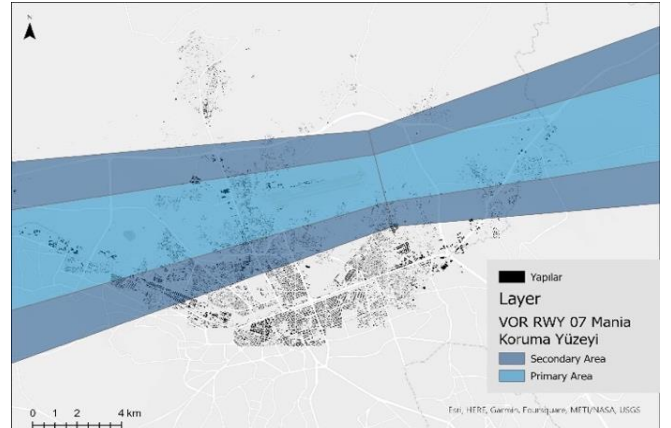
Şekil 17. ILZ RWY 25 OAS ve kentsel yapıların 3 boyutlu görünümü

Bir diğer Aletli uygulama, IAC-5 (Instrument Approach Chart VOR Z RWY 07)'dir (Şekil 18). VOR cihazı kullanarak yaklaşma yapan bir uçağın izleyeceği prosedür yayınlanmıştır. VOR cihazı uçağa radyal bilgisi vererek cihaza yönlendirmeyi sağlar böylelikle uçak havalimanında bulunan cihaza doğru yönlenecek iniş uygulamasını tamamlar.

VOR cihazına göre uygulanan alçalma planlarının mânia koruma yüzeyleri birincil ve ikincil alan olarak ikiye ayrılır. Birincil alan mânia kleransı yaklaşma esnasında 75 m iken, ikincil alanda bu klerans değeri cihaza olan mesafe değerine göre hesaplama yapılarak bulunur ve giderek artan bir klerans değerine göre modellenir (Şekil 4). Çalışma kapsamında mânia koruma yüzeyi Global Mapper programında çizilmiştir ve ArcGIS Pro programında yapılar ile birlikte değerlendirilmiştir (Şekil 19).

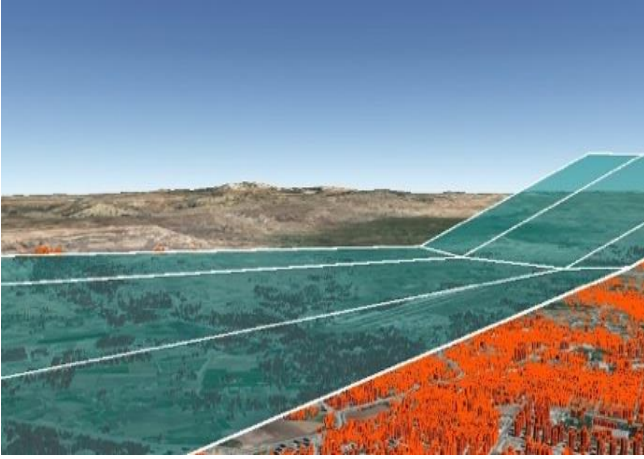


Şekil 18. VOR Z RWY 07 yayınlı uçuş prosedürü



Şekil 19. VOR RWY 07 Mânia koruma yüzeyi ve kentsel yapılar.

Çizilen VOR RWY 07 alçalma planının mânia koruma yüzeyleri üç boyutlu hale getirilerek kentsel yapıların yüzeyi ihlal edip etmediği tespit edilmiştir. Kırmızı ile gösterilen kentsel yapılar mânia koruma yüzeyini delmediği belirlenmiştir (Şekil 20). Öncelikle mânia planı yüksekliğini aşan her mânianın sonrasında uçuş prosedürleri, mânia koruma yüzeyini ihlal edip etmediğine bağlı olarak belirlenen uçuş güvenliği kapsamında CBS teknikleri kullanılarak kontrol edilmiştir.

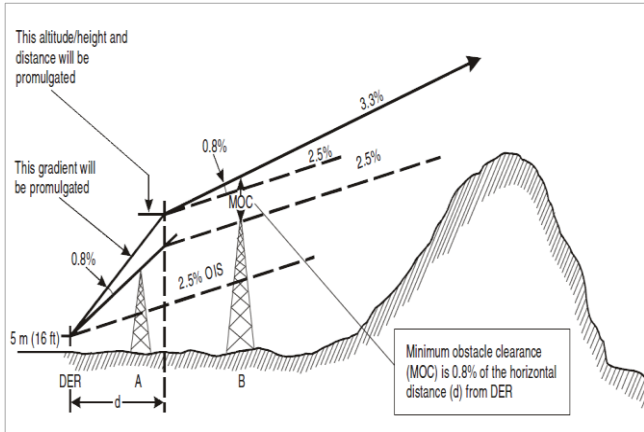


Şekil 20. VOR RWY 07 Mânia koruma yüzeyi ve kentsel yapıların 3 boyutlu görünümü.

## 2.6. Uçak Performans Analizleri

Bir hava aracı uçuş esnasında motor arızası ve motor kaybı yaşayabilir. Motor kaybı yaşaması durumunda performans kaybı olabilir ve normalde uygulaması gereken alçalma planı yüzeyleri dışına çıkabilir veya irtifa kaybedebilir. Bu durumlarda mevcut mâniyalara çarpma riski artmış olur. Motor arızası veya motor kabı genellikle iniş ve kalkış yüzeylerinde meydana gelir. Bu yüzeylerde bulunan mâniyalar risk teşkil etmemektedir. Ancak yapılan performans analizleri ile risk seviyeleri belirlenir ve uçuş emniyeti için uygun yüksekliklere çekilmesi gerekir.

Bir uçak normal kalkış esnasında %3,3'lük CG ile tırmanır, ancak motor kaybı söz konusu olduğunda %2,4 tırmanma performansına düşer (Şekil 21).



Şekil 21. Kalkış esnasında normal şartlardaki tırmanma değerleri (Aircraft Operations Doc.8168, 2014)

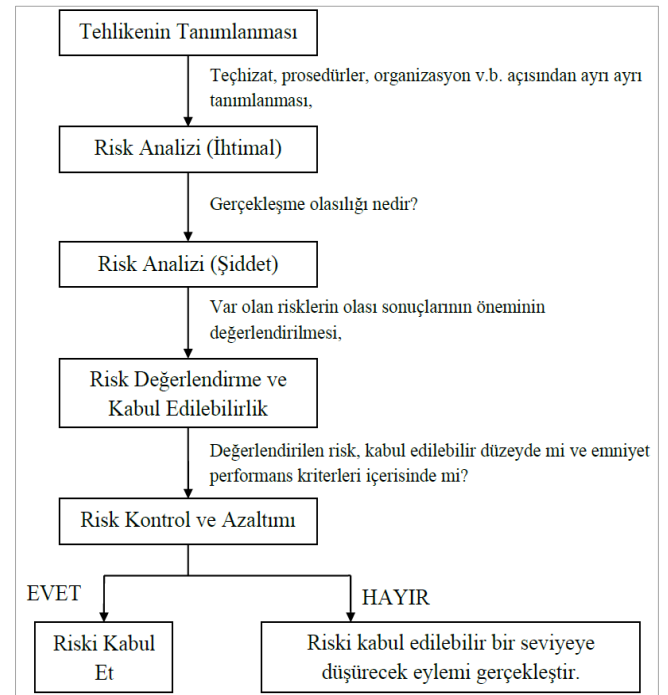
Havacılık çalışmalarında uçak performans analizlerinde bir havalimanına yayınlı tüm usuller iniş, kalkış veya pas geçme kapsamında değerlendirilir ve ayrıca senaryolar üretilir, örneğin; "uçanın kalkış anında 15 derece baş değiştirmesi". Bu senaryolar ile daha büyük alanlar taranarak risk en aza indirilmeye çalışılır. Çalışma kapsamında hem senaryo yüzeyi hem de performans analizi mâniya koruma yüzeyi belirlenmiştir ve etki alanları ortaya konulmuştur (Şekil 22).



Şekil 22. Uçak performans alanları

## 2.7. Risk Analizi

Havacılık çalışmalarının temel amacı, planlanan veya mevcut yapılaşmaların uçuş için risklerini belirlemek ve bu riskleri en aza indirerek emniyetli uçuşlar sağlamaktır. Doğrudan ya da dolaylı olarak, hava aracı faaliyetleri (operasyonları) ile ilgili ortaya çıkacak istenmeyen olayları yaratma potansiyeli taşıyan her türlü faktör (durum, koşul, eylem gibi) potansiyel tehlike olarak adlandırılır (Gerede, 2018). Emniyet analizleri SHGM tarafından yayınlanan "Havalimanlarında Emniyet Yönetim Sisteminin Uygulanmasına İlişkin Talimat (SHT-SMS/HAD) kapsamında yürütülür (SHT-SMS/HAD, 2008) ve belirlenen tehlikenin ihtimali ve şiddeti ortaya koyulur (Şekil 23). Eğer ihtimal sıklığı fazla ve şiddetinin seviyesi yüksek ise, riskin ortadan kaldırılması için önlemler alınır (örneğin; mâniyanın yıkım kararı veya belirli bir kısmının yıkım kararı) (Şekil 24).



Şekil 23. Emniyet risk yönetim süreci akış şeması.



Olasılık	Etkinin Derecesi				
	Felaket	Tehlikeli	Büyük	Küçük	İhmal edilebilir
Sık sık	5A Kabul edilemez	5B Kabul edilemez	5C Kabul edilemez	5D Gözden geçirme	5E Gözden geçirme
Ara sıra	4A Kabul edilemez	4B Kabul edilemez	4C Gözden geçirme	4D Gözden geçirme	4E Gözden geçirme
Nadiren	3A Kabul edilemez	3B Gözden geçirme	3C Gözden geçirme	3D Gözden geçirme	3E Kabul edilebilir
Çok az	2A Gözden geçirme	2B Gözden geçirme	2C Gözden geçirme	2D Kabul edilebilir	2E Kabul edilebilir
Hemen hemen hiç	1A Gözden geçirme	1B Kabul edilebilir	1C Kabul edilebilir	1D Kabul edilebilir	1E Kabul edilebilir

Şekil 24. Risk değerlendirme matrisi

### 3. SONUÇ ve ÖNERİLER

Kayseri havalimanı üzerinden örnekleme yaparak, topoğrafik açıdan olumsuz şartların etkilerini ve gerekli uygulamaları incelenen bu makale çalışmasının temel amacı, konumsal ilişkiler içerikli saha bileşenleri açısından öngörülen risklerin azaltılmasına yönelik farkındalık oluşturmaktır. Bu çerçevede özellikle dikey yapılaşmadan kaynaklı yükseklik fazlalığı tespit edilmiştir. Özellikle yönetmelikte yer alan 6.5 m ve üzeri yükseklik değerlerinin tespit edilmesine istinaden, havalimanı dinamiklerinde riskler oluşacağı öngörülmüştür.

Kayseri Havalimanının kent merkezine çok yakın (4km) olması, farklı yüksekliklerdeki mekanlardan kaynaklanan problemlerin kıyaslanabilmesini sağlamıştır. Çalışma sahasındaki yapıların havalimanı uçuş emniyetine olan olumsuz etkileri sayısal ortamda konumsal ilişkileri göz önünde tutularak CBS teknikleri desteği ile havacılık çalışmaları çerçevesinde modellenmiştir. Model üzerinde topoğrafik açıdan gerçekleştirilen mikrozonlama sonucunda belirlenen eğim ve baki haritaları sınıflandırılarak yön ve eğim poligonları, mânia planı kriterleri ile eşleştirilerek incelenmiştir ve havalimanının kuzeyinin doğal mânia olduğu sonucuna varılmıştır.

Ayrıca, makale çalışması sürecinde, havalimanında bulunan tüm cihazların teknik analizlerini ve uçuş usulleri analiz sonuçları incelenmiştir. S/S cihazı analizleri için VOR ve LLZ BRA analizleri, uçuş prosedürleri analizleri için IAC 2 ve IAC 5 alçalma planları ve uçak performans analizleri için 15 derece baş değiştirme senaryo ve öngörü çalışmaları yapılarak Kayseri kent merkezi ve havalimanı yakın çevresinde mevcut durum değerlendirilmiştir.

Uçak performans uzmanları tarafından müdahale edilerek analiz edilmesi zorunlu olan motor kaybı durumları için senaryo bazında kurgu yapılarak yayınlanmış prosedürler değerlendirilmiştir.

ICAO dokümanları, DHMİ AIP yayınları veri olarak kullanılıp çalışmada hedefleri odaklı yorumlanarak raster ve vektör tabanlı çizimler yapılmıştır ve veri tabanı etkileşimli sayısal haritaya katman olarak tanımlanmıştır. Katmanlar arası konumsal ilişkileri göz önünde bulundurularak, birçok farklı CBS işlem

adımlarının ve analiz ve modelleme sonuçları çözüm odaklı kullanılması, çalışmanın birçok aşamasında, sayısal haritamıza oluşturulacak ek katmanları ölçekli, koordinatlı, projeksiyon tanımlı olarak elde etmemizi sağlamıştır. Saha gerçekleri açısından optimum verim ile sonuca gidilerek gerçekçi yorumlara zemin hazırlayan bir platform olarak CBS tekniklerinin havacılık çalışmalarında etkin ve güvenle kullanılması gerektiği, somut sonuçlar ile ispatlanmıştır. Havacılık çalışmalarına konu olacak ve çok farklı süreçlerde profesyonel uygulamalarda anlık olarak ortaya çıkabilecek problemlerin kısa sürede tespit edilerek kalıcı çözüm üretilebilmesi açısından CBS tekniklerinin daha kapsamlı olarak saha ve laboratuvar çalışmalarının aşamalarında kullanılması gerektiği öngörüyor ve öneriyoruz.

### Yazarların Katkısı

**Yazar1:** Kavramsallaştırma, Metodoloji, Görselleştirme, Analiz ve Modelleme. **Yazar2:** İnceleme, Düzenleme, Doğrulama.

### Çıkar Çatışması Beyanı

Yazarlar arasında herhangi bir çıkar çatışması bulunmamaktadır.

### Araştırma ve Yayın Etiği Beyanı

Yapılan çalışmada araştırma ve yayın etiğine uyulmuştur.

### KAYNAKÇA

- Aircraft Operations Doc.8168 (2020). Aircraft Operations (Seventh edition). *International Civil Aviation Organization*.
- Annex 14 (2010). Annex-14 - Havaalanları, Cilt 1 Havaalanı Tasarımı ve İşletimi, [Erişim Tarihi: 05.03.2023], [https://web.shgm.gov.tr/documents/sivilhavacilik/files/pdf/kurumsal/yayinlar/Annex\\_14\\_Cilt-1\\_2.Baski-Kasim2010.pdf](https://web.shgm.gov.tr/documents/sivilhavacilik/files/pdf/kurumsal/yayinlar/Annex_14_Cilt-1_2.Baski-Kasim2010.pdf)
- DHMI (2023). Devlet Hava Meydanları İşletmesi Genel Müdürlüğü (DHMİ), Ankara. [Erişim Tarihi: 03.03.2023], <https://www.dhmi.gov.tr/Sayfalar/ElektronikHizmetleri/TeknikBilgiler/SeyruseferHizmetleri/ILS.aspx>
- ESRI (2023). ESRI [Erişim Tarihi: 10.03.2023], <https://www.esri.com.tr>
- Gerede (2018). Havacılıkta Emniyet Yönetimi, Teoriden Uygulamaya Geleneksel ve Yeni Nesil Yaklaşımlar. *Pegem Akademi*, ISBN 978-605-241-224-4.
- ICAO Doc 8168 (2020). Aircraft Operations (Seventh Edition). *International Civil Aviation Organization*.
- ICAO Euro Doc 015 (2015). European Guidance Material on Managing Building Restricted Areas (Third Edition). *International Civil Aviation Organization*
- ILS (2013). ILS (Aletli İniş Sistemi) Localizer Kritik ve Hassas Sahalarının İdaresine İlişkin Avrupa Ara Kılavuzu, [Erişim Tarihi: 16.03.2023], <https://web.shgm.gov.tr/tr/kurumsal-yayinlar/4343-ils-aletli-inis-sistemi-localizer-kritik->

[ve-hassas-sahalarinin-idaresine-iliskin-avrupa-ara-kilavuzu](#)

Kaba F & Ürgün S (2019). Bir hassas yaklaşma prosedürü olarak ILS'in (Instrument Landing System) önemi ve uçuş gecikme maliyetlerine etkisi. *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, (15), 333-342. <https://doi.org/10.31590/ejosat.515682>

Segar Havacılık (2018). <https://segaraviation.com/page/6-ucus-prosedur-analizleri.html>, [Erişim Tarihi: 03.12.2023].

Sivil Havacılık Genel Müdürlüğü (2008). SHT- SMS/HAD Havaalanlarında Emniyet Yönetim Sisteminin Uygulanmasına İlişkin Talimat, [Erişim Tarihi: 15.03.2023], <https://web.shgm.gov.tr/tr/genel-uygurular/1658-havaalanlarinda-emniyet-yonetim-sisteminin-uygulanmasina-iliskin-talimat-sht-sms-had-yayimlanmistir>

Sivil Havacılık Genel Müdürlüğü (2016). SHT-HES (Havalimanları Emniyet Standartları Talimatı, [Erişim Tarihi: 15.03.2023], <https://web.shgm.gov.tr/tr/genel-uygurular/5185-havaalani-emniyet-standartlari-talimati-sht-hes-yayimlanmistir>

Sivil Havacılık Genel Müdürlüğü (2020). SHT-HÇG Havaalanları ve Çevresinde Yapılacak Havacılık Çalışması Ve Gölgeleme Talimatı, [Erişim Tarihi:

15.03.2023],

<https://web.shgm.gov.tr/tr/mevzuat/6885-havaalanlari-ve-cevresinde-yapilacak-havacilik-calismasi-ve-golgeleme-talimati-sht-hcg-yururluktan-kaldirilmistir>

Sivil Havacılık Genel Müdürlüğü (2020). SHT-OPS Uçuş Operasyonlarına Yönelik Usul ve Esaslar Talimatı [Erişim Tarihi: 15.03.2023],

<https://web.shgm.gov.tr/tr/mevzuat/6440-ucus-operasyonlarina-yonelik-usul-ve-esaslar-talimati-sht-ops-revize-edilmistir>

Sivil Havacılık Genel Müdürlüğü (2021). SHT- 150/5300 Havaalanları Çevresindeki Doğal Mâniolar Üzerinde Yapılaşma Talimatı, [Erişim Tarihi: 15.03.2023],

<https://web.shgm.gov.tr/tr/mevzuat/6521-havaalanlari-cevresindeki-dogal-manialar-uzerinde-yapilasma-talimati-sht-150-5300-yayimlanmistir>

Ulubay A & Varol M B (2013). Havaalanları etrafında emniyetli sahaların oluşturulması ve sunulması. *Havacılık ve Uzay Teknolojileri Dergisi*, 6(1), 113-122.

Uzun Ö F & Sesli F A Creation and Analysis of Obstacle Plans with Geographic Information System: Samsun Çarşamba Airport Example. *Black Sea Journal of Engineering and Science*, 3(3), 98-102. <https://doi.org/10.34248/bsengineering.746948>



© Author(s) 2023.

This work is distributed under <https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>