

## ILS - ALETLİ İNİŞ SİSTEMİ

Y.L.Öğr.Osman BAĞCI<sup>1</sup>

Öğ.Göv.HalukDEMİRTAŞ<sup>2</sup>

Doç.Dr.Satılmış ÜRGÜN<sup>3</sup>

DHMI Kocaeli Cengiz

Kocaeli Üniversitesi, Kocaeli

Kocaeli Üniversitesi, Kocaeli

Topel Havalimanı, Kocaeli

### ÖZET

*Aletli iniş sistemi olarak tanımlanan ILS, yatay ve dikey olarak uçağa kılavuzluk görevi yaparak, uçağın piste otomatik olarak yaklaşma ve inişini sağlayan yer tabanlı ICAO standartlarında tesis edilmiş seyrüsefer yardımcı cihazıdır. ILS Sistemi Localizer, Glide Path ve Marker serisinden (Dış marker ve Orta Marker, özel durumlarda da İç Marker) oluşmaktadır. Bu çalışmada, Kocaeli Cengiz Topel Havalimanında Kasım 2011 ile Şubat 2016 arasında gerçekleşen tarifeli uçak trafiklerinde kötü hava şartlarından kaynaklı olarak yaşanan iptal, divert (yönelme) ve rötalar incelenmiştir. ILS sistemi kurulmadan öncesi ve sonrası incelenerek sayısal olarak karşılaştırılma yapılmış olup ILS sisteminin havalimanlarında kötü hava şartlarında havacılık yönetimi içerisinde de havacılık sektörü için prestij, emniyet açısından önemi açıklanmaya çalışılmıştır.*

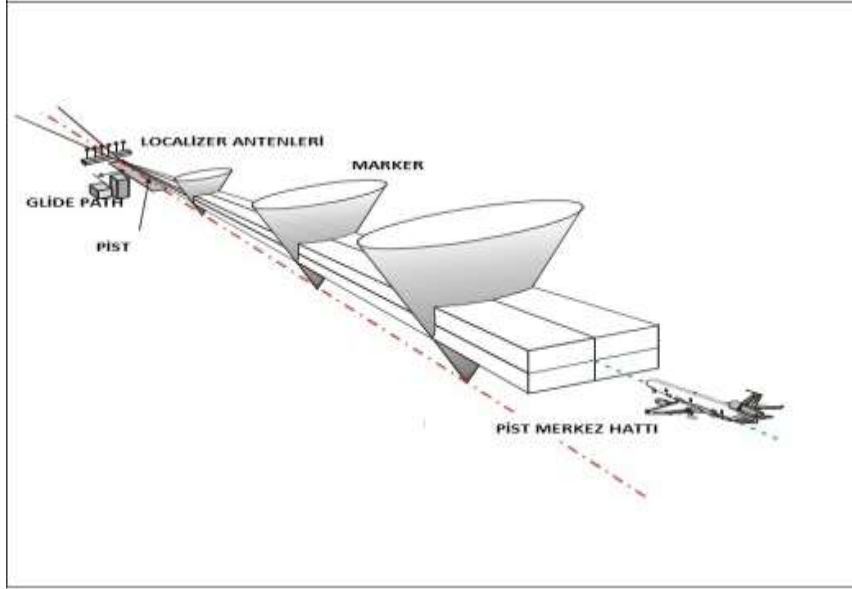
### GİRİŞ

Aletli iniş sistemi olarak tanımlanan ILS, pist başına yerleştirilmiş vericiler vasıtasıyla yatay ve dikey olarak uçağa kılavuzluk görevi yaparak, uçağın piste otomatik olarak yaklaşma ve inişini sağlayan yer tabanlı ICAO standartlarında tesis edilmiş seyrüsefer yardımcı cihazıdır. İlk testleri 1929 yılında A.B.D. başlamış ve ilk olarak 1938 yılında A.B.D’ de kullanılmıştır. [Mola 2010][1] Ayrıca 1949 yılında ilk kez ICAO tarafından kullanımı tavsiye edilmiştir. [2] ILS Sistemi Localizer, Glide Path ve Marker serisinden (Dış marker ve Orta Marker, özel durumlarda da İç Marker) oluşur. [3](Şekil 1)

<sup>1</sup>Y.L. Öğrencisi, E-posta: osman.bagci@dhmi.gov.tr

<sup>2</sup>Öğretim Görevlisi,Havacılık ve Uzay Bilimleri Fak.,E-posta: haluk.demirtas@kocaeli.edu.tr

<sup>3</sup>Doç.Dr. Havacılık ve Uzay Bilimleri Fak. E-posta: urgun@kocaeli.edu.tr



Şekil 1: ILS sistemi

### ILS'in Avantajları

ILS sistemi; tesis edilmiş olan havalimanına yaklaşmakta olan uçaklar için konforlu ve emniyetli iniş sağlarlar. Hava şartlarının olumsuz, sisli, yağmurlu, kar yağışlı ve görüş alanının kısıtlı olduğu zamanlarda güvenli bir iniş için pilota yardımcı olan bir seyrüsefer sistemidir.

ILS sistemin yayın performansının sürekli ve düzenli aralıklarla ICAO standartları ve kuralları dâhilinde kontrol ediliyor olması yaşanabilecek olumsuzlukların önüne geçer ve emniyeti artırır.

### ILS'in Dezavantajları

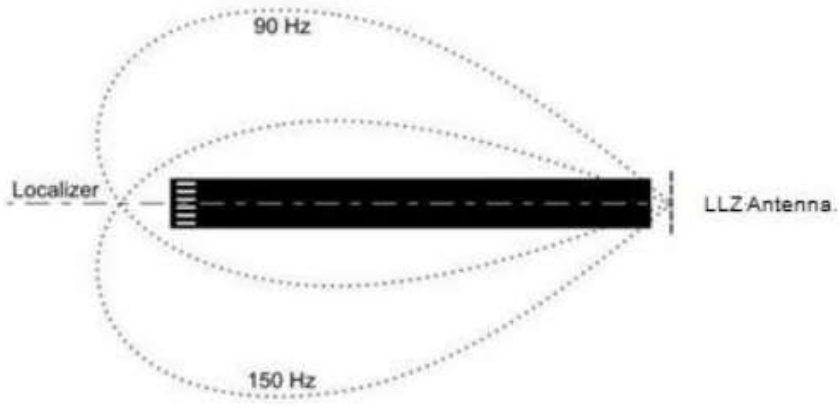
ILS sistemi; için en önemli dezavantaj istenilen her havalimanına tesis edilemiyor olmasıdır. Sistemin bir havalimanına tesis edilebilmesi için coğrafik şartların; sistemin yayın performansını etkilemeyecek bozmayacak şekilde olması gerekir. Glide path BFA (beam forming area - sinyal oluşum bölgesi) düzeltilmiş araziye ihtiyaç duymaktadır.

### ILS Çalışma Prensibi

ILS sistemi; AM bandında (108–112 MHz.) frekans aralığında; tahsis edilmiş 40 kanal olarak çalışan bir sistemdir. Sistemin yayın frekansı AM olmasına rağmen FM bandında yayın yapan radyo istasyonlarının yayınları zaman zaman etkileşim oluşturmakta bu da ILS sisteminin yayın performansını etkilemektedir.

**Localizer:**Havaya yayılan elektronik sinyaller vasıtasıyla uçağın pist merkez hattı doğrultusunda yaklaşmasını ve tam olarak karşılamasını sağlar. Localizer, VHF bandında, 108–112 MHz frekans aralığında çalışır, yatay bir rehber düzlem oluşturarak pilotun yaklaşık 25NM (48Km.) mesafede sağ/sol yaklaşma rotasını seçmesine olanak verir.

Taşıyıcı çıkış gücü 5–15 Watt mertebelerindedir. Anten yayınları iki paten meydana getirecek şekildedir. Anten radyasyon yayın paterni, rehber düzlemde 90 Hz ve 150 Hz' lik modülasyon frekansları için tamamen aynı genlikte oluşur. (Şekil 2)



Şekil 2: Localizer yayın paterni

Localizer cihazını kullanarak inmekte olan uçağın solunda 90 Hz' lik modülasyon sinyali, sağında 150 Hz 'lik modülasyon sinyali üstün olacaktır. Bu iki patenin birbirlerini kestikleri kısmında (pist merkez hattı doğrultusunda) bir rota meydana gelir. Buna pist merkez hattı (CL / center line) ya da localizer rotası denir. Bu rota içerisinde uçan bir uçak pist doğrultusunda yaklaşır ve uzaklaşır.

Dış Marker istikametine doğru pist üzerinden geçerek uzanan rotaya FRONT COURSE ve tam tersi istikametine doğru uzanan rotaya BACK COURSE denir. [4] Localizer vericileri 25 mile kadar güvenilir olarak sinyal yayınlamaktadır. Localizer rotası kullanım açısı (course width) 2-6 derece ve pist merkez hattına göre %50 si sağda ve %50 si soldadır.

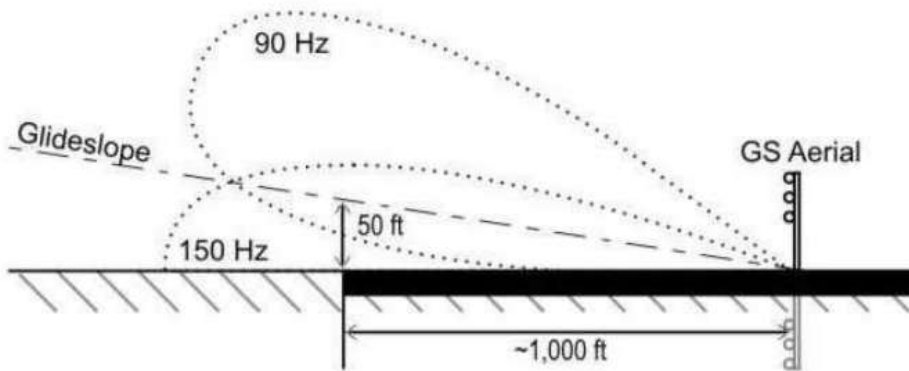
ILS' in tanıma işaretleri Localizer antenlerinden yayınlanırlar. İlk önce bir (I) harfini takiben 3 harfli morsa kodu şeklinde olup dakikada yedi harftir. (ICNG gibi) Localizer antenlerinden ses yayını da yapılabilir, talimat ve malumatlar pilota iletilebilir.

Localizer anteni merkez hattı uzantısı üzerine, pist sonundan itibaren 300 metre ileriye yerleştirilir. Localizer vericisi anten çevresine konumlandırılan shelter'ın içerisinde monte edilir.

Glide Path:Localizer ile eşlenik çalışır ve düşey düzlemde iniş açısı için kılavuzluk sağlar. UHF bandında (329–335 MHz.) çalışır. Glide path, açısına bağlı olarak piste göre belirli bir yüksekliğe sahiptir.

Glide path antenleri localizerda olduğu gibi altlı ve üstlü olmak üzere iki adet yayın paterni meydana getirir. Anten radyasyon paterni dünya yüzeyi ile etkileşim sonucu oluşur ve glide path düzleminin aşağısında 150 Hz modülasyon, yukarısında 90 Hz modülasyon sinyali üstündür.

(Şekil 3)



Şekil 3: Glide path yayın paterni

Glide path düzleminde, her iki modülasyon sinyali de aynı genliğe sahiptir. Bu iki patenin birbirlerini kestikleri yerlerde bir rota daha meydana gelir. Her glide path vericisi beraber çalıştıkları localizer frekansları ile eşleştirilmiştir. Pilot localizer' a bağlandığında glide path'de otomatik olarak devreye girer.

İnmekte olan uçağın yaklaşma düzlemini gösteren huzme, rehber düzlemin dikey rotası ile yatay glide path düzleminin kesişmesi ile şekillendirilir.

Glide path anteni pist merkez hattından ortalama 120 m.(Sağ veya Sola) mesafeye yerleştirilir. glide path için referans yüksekliği, pist eşiğinde yukarıya doğru ortalama 15 m ( $\pm 3m$ ) olarak tespit edilmiştir.

Glide path anten direği ve pist eşik arasındaki (286–344 m) uzaklık bölgesel koşullara bağlı olan süzülüş açısından ve eşik üzerindeki 15 m yükseklikten hesaplanır. Glide path vericisi anten çevresinde kurulu bulunan shelter içerisine yerleştirilir.

Marker Beacon:Pist merkez hattı boyunca tesis edilen marker'ler, ILS yaklaşması yapan uçaklara yaklaşma yolu üzerinde işaret vererek pilotun pist başına ne kadar mesafede olduğunu bildirir.

ILS Sisteminde genellikle iki, özel durumlarda ise üç marker istasyonu bulunur. Bu vericiler, aynı taşıyıcı frekansta (75 Mhz.) yukarıya doğru dikey sinyal yayınlanır. Sürekli olarak değişen mors kodunda anahtarlanmış sinyaller ve farklı modülasyon frekansları tarafından biçimlendirilir.

Dış marker taşıyıcı frekansı 400 Hz ile modüle edilmiş ve kısa çizgi (- - )anahtarlmalıdır.

Orta marker taşıyıcı frekansı 1300 Hz ile modüle edilmiş ve kısa çizgi-nokta (- . - .)anahtarlmalıdır.

İç marker taşıyıcı frekansı 3000 Hz ile modüle edilmiş ve nokta ( . . .)anahtarlmalıdır.

Her bir marker huzmesi bir ortak anten huzmesi üzerinden dikey olarak yukarıya doğru 75 MHz taşıyıcı frekansı üzerinden özel bir kodda alınır.

Coğrafi koşullar veya diğer sebeplerle marker tesis edilememesi halinde; Glide path cihazı ile birlikte pist başına mesafe konusunda bilgi sağlamak üzere DME cihazı tesis edilebilir.

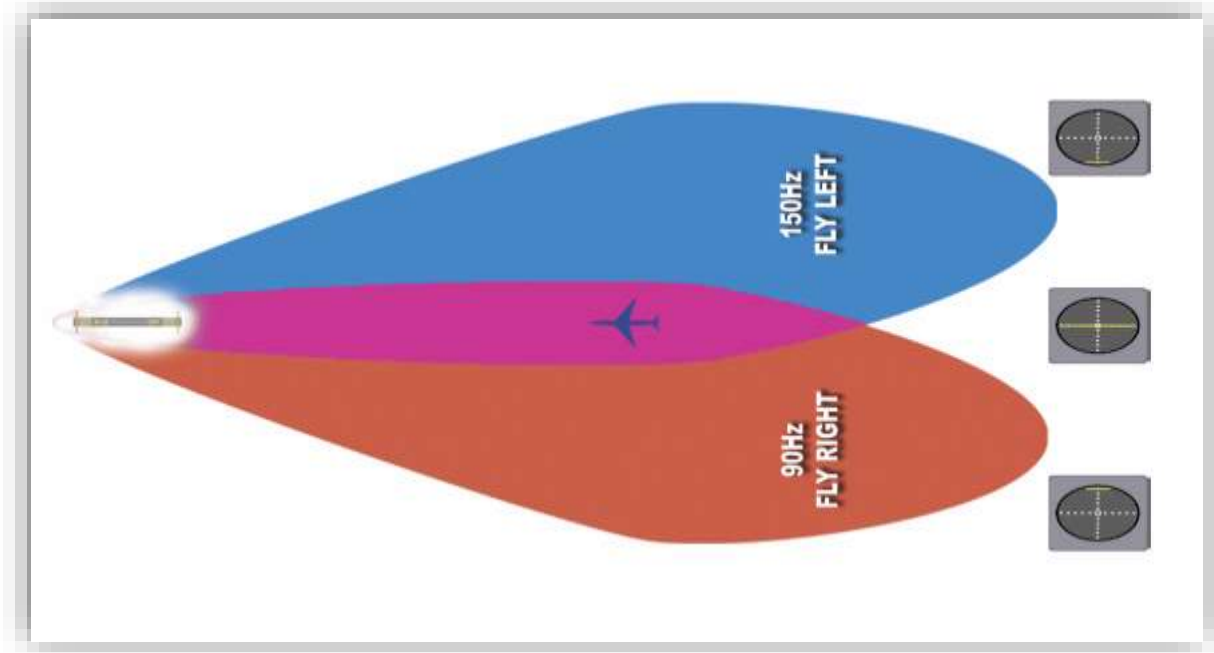
İç Marker ( Inner Marker -IM):Pist başından 75m ile 450m arasında en uygun 400 m mesafeye tesis edilir.

Orta Marker (Middle Marker-MM):Pist başından 900 m ile 1200m arasında en uygun 1050m mesafeye tesis edilir. İnışte olan uçağın pilotuna önemli bir karar noktası olan bu mesafede bulunduğunu ikaz eder.

Dış Marker (Outer Marker-OM):Pist başına Orta markerden daha uzakta, iniş hazırlıklarının yapılması için gerekli pist başından 6500m ile 11100m arasında uygun değer 7500m' de özel bir mesafeye tesis edilir ve inişe başlayan uçağın pilotuna bu mesafede olduğunu ikaz eder. Yaklaşma kontrol noktaları sağlamak için kılavuzluk sağlarlar. VHF bandında (75 MHZ.) çalışır.[5]

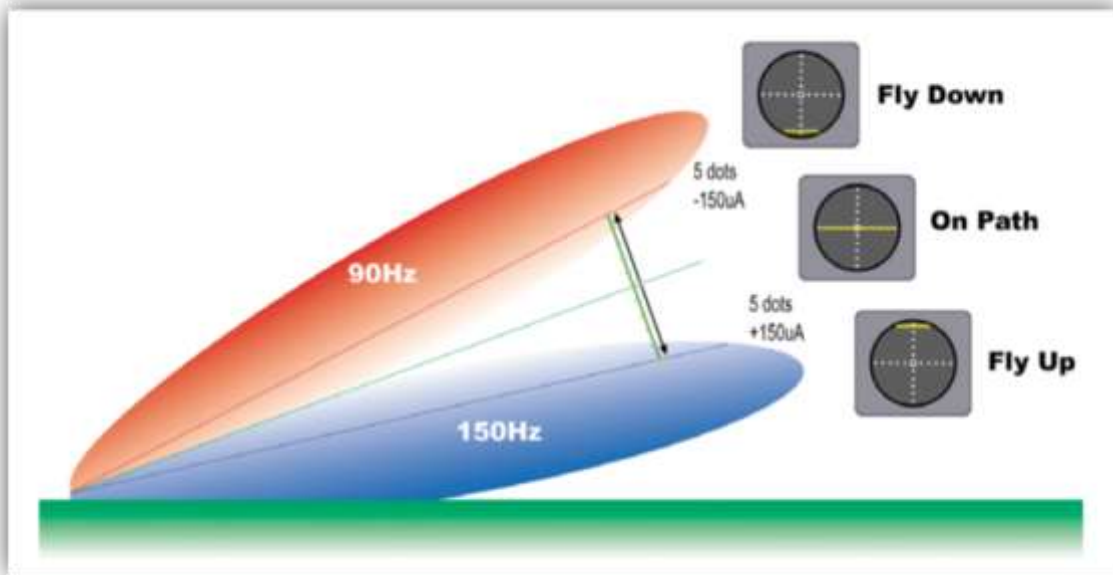
### **ILS Sisteminin Operasyonel Kullanımı**

ILS prosedürü son yaklaşımda başlar. Uçak pilotun el kitabında belirtilen belirli bir yükseklikte ve uzaklıktaki uçuş seviyesinde localizer rotasını keser. Bu noktada uçak glide path açısının altındadır. Bu pilota inişe başlamadan önce uçağı localizer üzerine düzgün olarak yerleştirebilme imkânı sağlar. Localizer rotası üzerine tam olarak yerleşmesi için localizer indikatörüne göre sağa/ sola uçarak localizer rotası üzerine tam olarak yerleşir. (Şekil 4)



Şekil 4: Localizer teorisi

Pilot glide path göstergesinde tam skala FLY-UP okuduğu süre boyunca sabit irtifada uçmaya devam eder. Uçak glide path sektörü ile kesiştiğinde gösterge alt uçtan yukarı merkeze doğru hareket etmeye başlar ve pilot glide path açısıyla aynı olmak için gerekli güç ve diğer ayarları yapar. (Şekil 5)



Şekil 5: Glide path teorisi

Glide path in merkezine varırken 75 MHz'lik dış markerin görsel ve işitsel ikazını alır. Havalimanı için belirlenen yaklaşma kullanıldığı için glide path ile dış markerin kesiştiği yerde düzlemi doğru irtifadadır. Eğer pilot yayınlanmış değerlerden herhangi bir sapma görürse, alçalma başlamadan önce bunun sebebinin yanlış set edilmiş altimetreden mi yoksa sistemin bazı parçalarının arızalı olmasının mı olduğunu tayin etmelidir. Normal bir kesişme ile pilot kilit elemanların doğru olarak çalıştığından emin olur ve emniyetli bir şekilde inmeye başlar. Bu noktada hatta daha önce pilot

tarafından kontrol edilmesi gereken en önemli husus localizer'den yayınlanan tanıtma kodunun (IDENT) dinlenmesidir.

Dış markerden sonraki alçalmada localizer ve glide path indikatörlerinin merkezde tutulması gereklidir. Alçalma esnasında eğer yaklaşma CAT-I minimasına göre yapılıyorsa, pilot karar yüksekliğine ulaştığına yaklaşma ışıklarının en az bir elemanını, pist ışıklarını veya işaretlerini görmelidir. Eğer bu karar yüksekliğine varıldığında yeterli görüş mesafesi yoksa pilot yaklaşıma son verip pas geçme (missed-approach) prosedürünü uygular. Bu genellikle hava seyrüsefer fix'ine doğru tırmanma şeklinde olur. Bu fix ATC üniteleri tarafından pilota bildirilir. İnişin son parçası teker koymadan (touch down) başlar ve uçağın taksi yoluna girmesiyle son bulur.

### ILS Kategori Kavramı

ILS sistemi tesis edilmiş bir meydana ILS sinyal performansı ICAO, Annex 10 kriterleri içinde belirlenmiş olan (CATI – CATII – CATIII A-B-C) olarak değerlendirilerek servise verilmesi söz konusu iken ILS sinyal performansı ile meydan kategorisi değerlendirilemez. ILS sisteminin uygun yaklaşma ve pist ışıklandırma cihazları ile desteklenmesi de esastır.

ICAO Annex 14 işletme kriterlerinde belirlenen meydan işletme kategori şartlarının yerine getirilmiş olması zorunluluğu mevcuttur. Tesis edilen diğer sistemler, araç ve gereçler meydanın kategorisini belirlerler.

Örnek: Meydanda bulunan itfaiye araçları, hava durumunun pilota otomatik olarak bildirilmesini sağlayan AWOS –ATIS sistemleri, pist merkez hattının ve pist kenar ışıklarının tesisi, taksi yollarının ışıklandırılması, meydan da bulunan sağlık kuruluşu vb. meydan kategorisini fiziksel yapı olarak belirler.

Operasyonel olarak minimumun belirlenmesi hava şartları ve görüş ile doğrudan belirleyicidir. Aşağıda hava şartlarına görüşe bağımlı olarak RUNWAY OPERATION MINIMALARI verilmiştir. [6] (Çizelge 6)

ILS Kategori	Pist Görüşü (metre)	Normal Görüş (metre)	Karar Yüksekliği (feet/metre)
CAT-I	800m.>RWY>550m.	800m.>	200'/60m.
CAT-II	RWY>350m.		100'/30m.
CAT-III a	RWY>200m.		100'/30m.
CAT-III b	200m.>RWY>50m.		50'/15m.
CAT-III c	Pist Görüşü Yok		Karar Yüksekliği Yok

Çizelge 6:ILS kategorileri [6]

### KOCAELİ CENGİZ TOPEL HAVALİMANI UYGULAMASI

Kocaeli Cengiz Topel Havalimanı Askeri/Sivil statüde olup 2990 metre uzunluğunda ve 30 metre genişliğinde 27 ve 09 pistleri bulunmaktadır. Her bir pist kullanım durumuna göre uçakların inişine kolaylık sağlayacak cihazlarla donatılmıştır. [7]

Bu cihazlarda ve ILS sisteminin de bir parçası olan, uçakların yatay düzlemde pist merkez hattına oturmasını sağlayan localizer 2014 Haziran ayında ve uçakların düşeyde doğru süzülme açısıyla

inişini gerçekleştirmesini sağlayan glide path ise 2015 Eylül ayında hizmete verilmiştir. ILS kurulmadan önce VOR/DME yaklaşmasında görüş minimaları yaklaşma ışıklandırma sistemi ile birlikte 4300 metre iken localizer devreye girdikten sonra bu mesafe yaklaşma ışıklandırma sistemi ile birlikte 1800 metreye en sonunda glide path'in hizmete alınması, ILS sisteminin tam olarak hizmete verilmesi ile birlikte 800 metreye inmiştir.

Bu cihazların kurulmasının amacı, kötü hava koşullarında dahi uçakların sorunsuz bir şekilde inişini sağlamaktır. Bu amacın gerçekleşmemesi bütün havalimanları için geçerli olan iptal, divert (yönelme) ve rötaların yaşanmasına neden olmaktadır.

Bu kavramları açıklayacak olursak;

**İptal:**Uçuşun hiç gerçekleşmemesidir.

**Divert (Yönelme):**Planlanan uçuşun, iniş havalimanına gerçekleşmesini engel teşkil eden sebeplerden dolayı başka bir havalimanına yönlendirilmesidir.

**Rötar:**Uçuşa engel durumların ortadan kaldırılıncaya kadar planlanan uçuşun gerçekleşmemesidir.

Söz konusu olaylara kalkış ve iniş havalimanındaki kötü hava koşulları etkili olmakta birlikte hava yolu şirketlerinin müdahale edemeyeceği ancak havalimanı yönetiminin kararlarıyla kötü hava şartlarında uçuşlardaki iptal, divert (yönelme) ve rötaları azaltmak seyrüsefer yardımcı cihazı olan ILS kurulumu ile sağlanmaktadır.

Kötü hava şartlarından kasıt; yoğun kar yağışı, sis v.b. olup bu gibi durumlarda görüş mesafesi belirtilen limitlerin altına düşmektedir. Havalimanının doğusunda Sapanca Gölü, batısında İzmit Körfezi, güneyinde ise Kartepe dağı bulunmaktadır. Havalimanının yaklaşma ve pas geçme yolları bu bölgeler olmasından dolayı yaşanan iptal ve divertlerin büyük çoğunluğu sis'ten kaynaklanmıştır. Bu koşullarda gerçekleşen uçuşlarda pilot pisti göremeyerek pas geçmek zorunda kalmakta ve kötü hava şartlarının düzelmemesi sonucunda pas geçen uçak inişi gerçekleştiremeyerek başka havalimanlarına yönlendirilmektedir. Uçuş hazırlığında olan uçaklar için ise bu gibi kötü hava şartlarında rötar ve iptallere neden olmaktadır.

## **Sis**

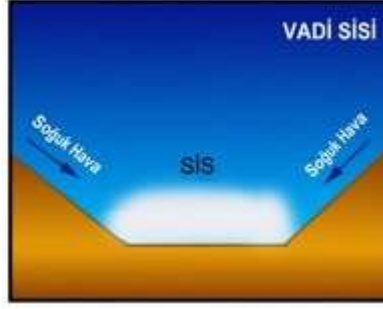
Sis yeryüzündeki yatay görüş mesafesini 1 km'nin altına düşüren bir meteorolojik bir olaydır. Sis, bir alçak seviye bulutu olan Stratus bulutunun yerde veya yere yakın seviyede oluşması olarak bilinir. Sis, su buharının yoğunlaşması veya donarak kristelleşmesi sonucu ortaya oluşan çok küçük su damlacıkları veya buz kristallerinden meydana gelmiştir. Sis çeşitlerine Radyasyon Sisi, Adveksiyon Sisi, Duman Sisi (Smog), Tepe (Vadi ) Sisini örnek verebilir.[8] Havalimanı bölgesinde genellikle radyasyon ve tepe (vadi) sisleri görülmektedir.

**Radyasyon sisi:**Genellikle kış mevsiminde yerin havadan daha hızlı soğumasıyla oluşur. (Şekil 7)



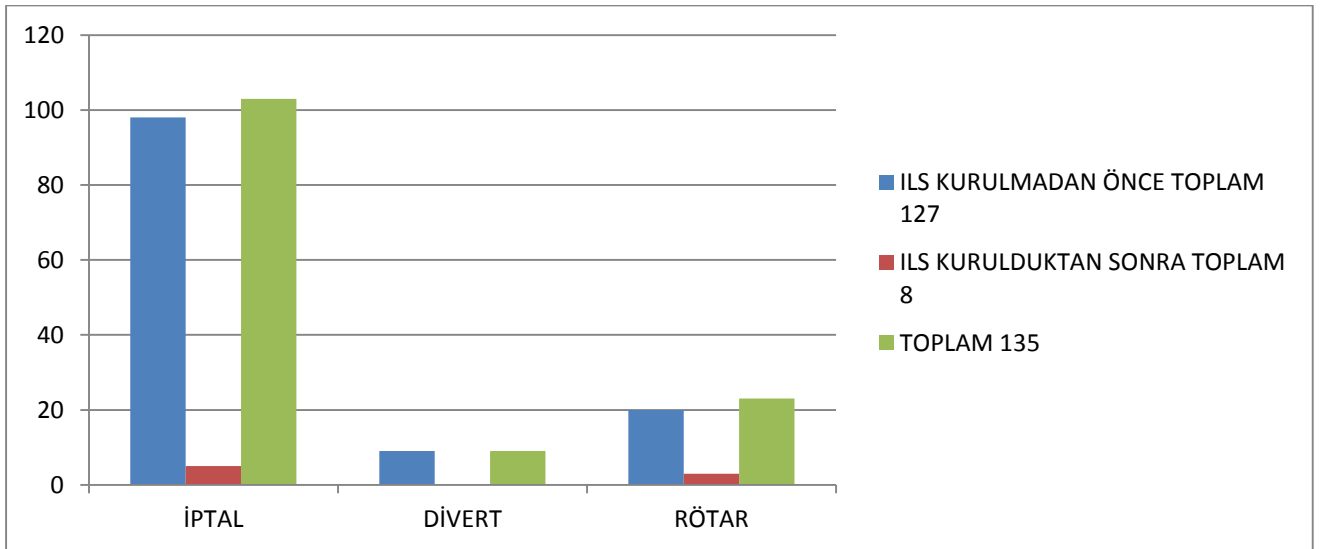
Şekil 7:Radyasyon sisi

Tepe (Vadi) sisi: Soğuk havanın ani yükselme ve çökmesiyle oluşur. (Şekil 8)



Şekil 8:Vadi sisi

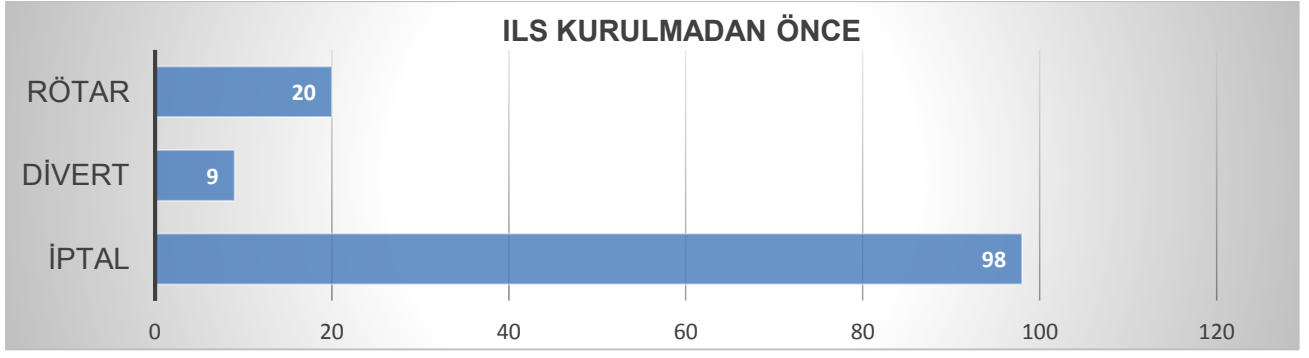
Kocaeli Cengiz Topel Havalimanında kurulumu yapılmış olan ILS (Aletli İniş Sistemi) öncesi ve sonrasında kötü hava şartlarından dolayı yaşanan toplamda 135 uçuş iptal, divert (yönelme) ve rötar gerçekleştirilmiş ve aşağıdaki tabloda verilmiştir. [9] (Şekil 9)



Şekil 9:Toplam iptal, divert (yönelme) ve rötar

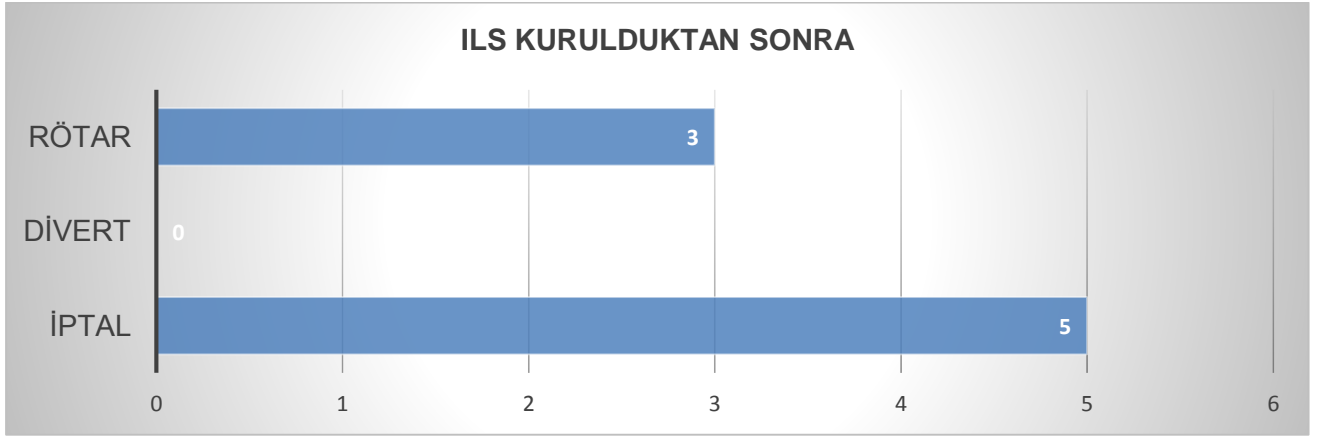
İLS (Aletli İniş Sistemi) kurulmadan önce gerçekleşen toplam iptal, divert (yönelme) ve rötarlerin sayısı 127 dir. Bunların 98 tanesi doğrudan uçuş gerçekleşmeden kötü hava şartlarından uçuş iptali, 20 tanesi uçuşlarda rötar ve 9 tanesi de ani değişen kötü hava şartlarından dolayı divert (yönelme) olarak gerçekleşmiştir. (Şekil 10)





Şekil 10:ILS kurulmadan önceki iptal, divert (yönelme) ve rötär

ILS (Aletli İniş Sistemi) kurulduktan sonra gerçekleşen toplam iptal, divert (yönelme) ve rötärlerin sayısı 8 dir. Bunların 5 tanesi doğrudan uçuş gerçekleşmeden kötü hava şartlarından uçuş iptali, 3 tanesi uçuşlarda rötär olmakla birlikte hiç divert (yönelme) gerçekleşmemiştir.(Şekil 11)



Şekil 11:ILS kurulduktan sonra iptal, divert (yönelme) ve rötär

## SONUÇ

Sonuç olarak ILS sisteminin Kocaeli Cengiz Topel Havalimanında yaşanan kötü hava şartlarında ne kadar önemli olduğu yaşanan iptal, divert (yönelme) ve rötärlerin ILS sistemi kurulmadan öncesi ve sonrası incelenerek sayısal olarak karşılaştırılarak ortaya konulmuştur. Kötü hava şartlarından dolayı gerçekleşen toplam iptal, divert (yönelme) ve rötärler sayısı 127 iken ILS sistemi kurulduktan sonra bu sayı 8 olmuştur. Havaçılık sektöründe ve havaçılık yönetiminde ILS sisteminin önemi sadece güvenli uçuşları sağlamakla kalmayıp, aynı zamanda maddi kayıplar ve yolcu şikâyetlerinin de önüne geçilmesini sağlayarak saygınlık kayıplarını da önlediği anlaşılmıştır.

## Kaynaklar

- [1] Mola R., September 2010 "History of Aircraft Landing Aids". centennialofflight.net. Retrieved28
- [2] June 2006. Annex 10 Aeronautical Telecommunications Volume Radio Navigation Aids, ICAO, s. (X)
- [3] British Airways Engineering Training BCAR Section L to JAR-66 B2 Licence Conversion Modules SC 13.4.9 Instrument Landing System
- [4] Web site:[http://everything.explained.today/Instrument\\_landing\\_system/](http://everything.explained.today/Instrument_landing_system/)

- [5] 2013/1.Baskı. Hava Trafik Emniyeti Elektronik Personeli (ATSEP) Seyrüsefer Yeterlilik Eğitimi Dökümanı, s.110-114
- [6] July 2010. Annex 6 Operation Aircraft Part 1, ICAO, Chapter 1
- [7] Web site: [www.dhmi.gov.tr/havalanlari.aspx](http://www.dhmi.gov.tr/havalanlari.aspx)
- [8] Web site: <http://www.mgm.gov.tr/genel/sss.aspx?s=sisnedir>
- [9] Web site: <http://www.dhmi.gov.tr/istatistik.aspx>