

Helikopterlerde Uçuş Karakteristikleri

Ercan Caner, Sun Savunma Net, 01 Ocak 2020



Helikopterler uçuşulması büyük miktarda dikkat ve konsantrasyon gerektiren hava araçlarıdır. Her yöne uçabilirler. Helikopterin irtifa alıp vermesi için kollektif adı verilen kumanda kullanılır. Kollektif kumanda ile aynı zamanda gaz koluna da kumanda edilir. Kollektif kumandayı aşağı-yukarı doğru hareket ettirmek ana rotor pervanelerinin hücum açısını değiştirir. Pervanelerin hücum açısı arttığında pervane dönü oranını sabit tutmak için daha fazla motor gücü gerekir, bu da gaz kolunun açılması ile yapılır.

Diğer elinizle, helikopteri her yöne hareket ettirmeye yarayan sayıklık olarak adlandırılan kumanda kullanılır. Son olarak kuyruk rotor pedalları ise kuyruk rotor pervanelerinin hücum açısını kontrol maksadıyla kullanılırlar. Uçuşun farklı safhalarında farklı güç seviyelerine ve ana rotor pervane hücum açlarına gerek duyulduğundan üretilen tork etkisi de değişkendir. Tork etkisi, ana rotor pervaneleri örneğin saat istikametinde dönerken helikopteri saat istikametinin tersi yönünde döndürmek isteyen kuvvettir. Kollektif hareketleri ile ana rotor pervanelerinin hücum açısına bağlı olarak değişken olan bu tork etkisini yenmek için pilot, ayakları ile kuyruk rotor pervane hücum açılarını değiştirir.

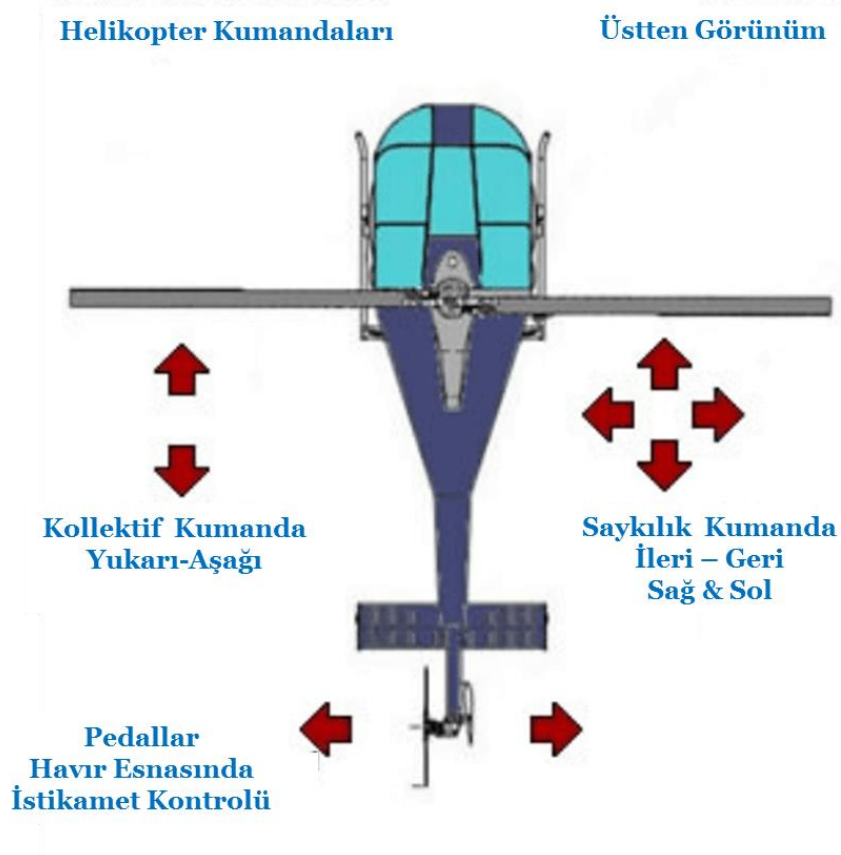
Helikopterlerde normal olarak havır yapmak için gereken güç ileri uçuş için gereken güçten daha fazladır. Ana rotor pallerinin açısının yükselmesi rotor kaldırma

kuvvetinin artmasına neden olur; bununla birlikte ana rotorun dakikadaki devir adedini de (RPM-Rotation Per Minute) sabit tutabilmek için daha yüksek bir güç gerekir. İleri uçuş; aynı anda geçiş kaldırıcı kuvvet ve irtifa kazanmak maksadıyla; saykılığı ileri iterek ve kollektif yukarı tatbik edilerek başlatılır. Geçiş kaldırıcı hızın artmasıyla daha fazla hacimde hava ana rotor içinden geçer ve ilave rotor kaldırma kuvveti oluşturur; sonuç olarak gereken güç daha azalır.



Kollektif - gaz kolu, saykılık ve kuyruk rotor pedalları

Daha fazla ileri hız, saykılık kumandanın daha ileri hareket ettirilerek rotor diskinin öne yatırılması ve helikopter gövdesinin rotor diski ile hizalandığı anda helikopterin burun aşağı duruma gelmesi suretiyle elde edilir.

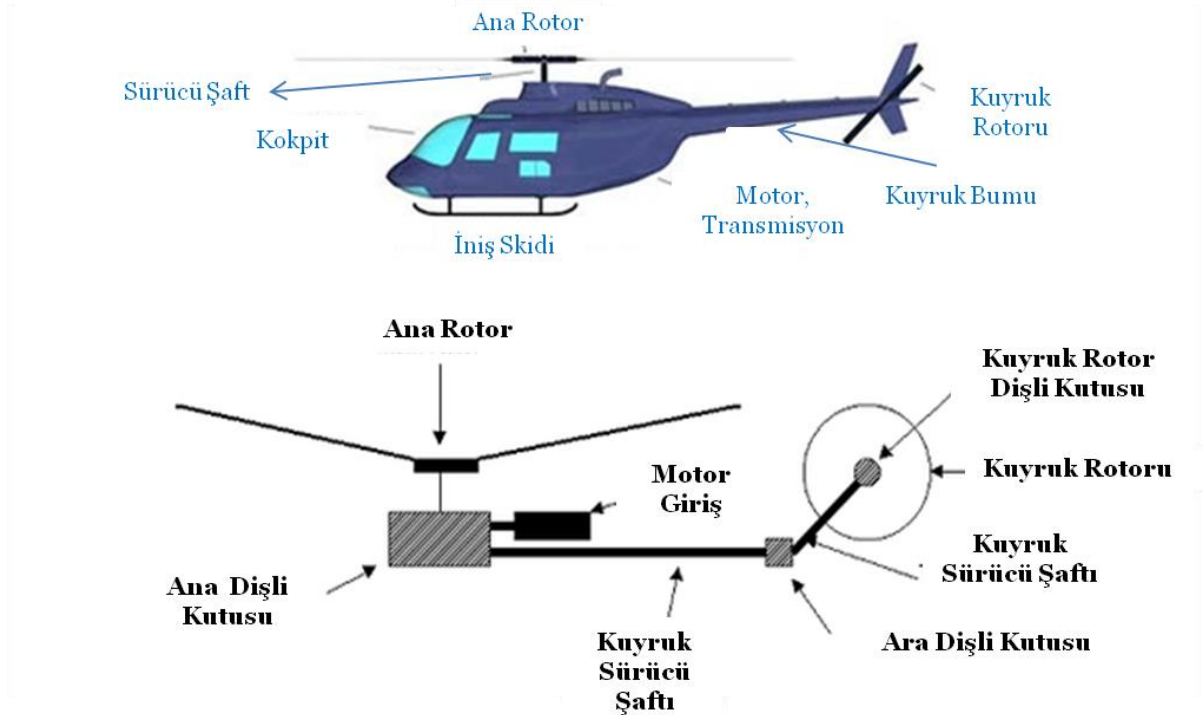


Bu şartlarda rotor tarafından oluşturulan kaldırıcı gücün çoğu ileri hızı artırmak maksadıyla kullanılır. Bu nedenle; rotor kaldırma gücünün dikey bileşeninin arzu edilen irtifayı muhafaza edebilmesi için motor gücünün artırılması gerekecektir.

Gerileyen Pal Stolu

İleri uçuşta gerileyen pal stolu, helikopterin ulaşabileceği ileri hızı sınırlandırmakta, hava aracı gövdesi üzerine binen gerilimleri artırmakta ve çeşitli komponentlerin uçuş ömürlerini azaltmaktadır.

Gerileyen pal, hava akışına göre hızı, helikopter ileri hızından dönüsel hızdaki düşme çıkarıldığından stol olmaya eğilimlidir. Gerileyen palin göreceli hızı azaldığında, ilerleyen pal ile eşit kaldırıcı güç oluşturabilmek ve stabil bir uçuşu sürdürmek maksadıyla hücum açısı artmak zorundadır. İleri hız arttığında gerileyen pal stol olmaya başlar, bu da kaldırma gücü kaybına ve sürüklenme kuvvetinin artmasına neden olur.



Helikopter & Ana & Kuyruk Rotor & Güç Aktarma Sistemleri

İlerleyen pal ise aynı anda, gerileyen pale göre göreceli olarak daha fazla ileri hıza ve düşük hücum açısına sahip olduğundan stol olması söz konusu değildir.

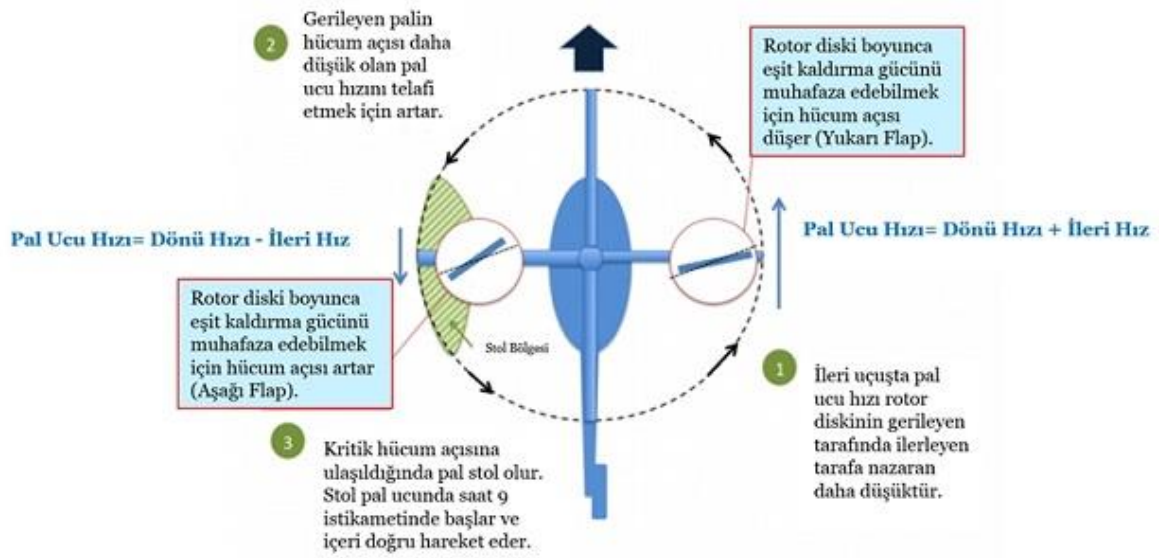
Gerileyen pal stolu, palin dış uçlarında, helikopter burnunun yaklaşık olarak 70 ile 130 derece aralığındaki (saat istikametinin aksi yönünde dönen rotor sistemleri için) sahada başlar ve yüksek hava hızı, helikopter gros ağırlığı, yoğunluk irtifası, uygulanan güç ve düşük rotor RPM'i gibi faktörlerden etkilenir.

Ayrıca keskin manevralar, ileri hızlanma, türbülans ve yük faktöründe artışa neden olan diğer bütün faktörler de pal stolunun meydana gelebileceği normal şartlarda helikopterin stol olacağı ileri hızını azalttıklarından, bir palin stol olmasına neden olabilirler.

Helikopterin bu şartlarda muhafaza edilmesi ve gerileyen pal stolunun pal boyunca ilerlemesine izin verilmesi durumunda bir kontrol kaybı meydana gelir ve helikopter burun yukarı ve sola doğru yuvarlanma eğilimi gösterir.

Burun yukarı durumunun düzeltilmesi için uygulanacak ileri saykılık kumanda tatbiki etkisizdir ve palin hücum açısını daha da artırdığından stol durumunu daha da kötüleştirir. Yukarıda bahsedilen şartlardan kurtulmak maksadıyla aşağıda sıralanan manevralar tekli veya birleşik olarak uygulanmalıdır:

- Kollektif hatvesi azaltılır.
- Manevranın keskinliği azaltılır.
- Tedrici olarak hava hızı azaltılır.
- Rotor RPM'i artırılır.
- Uygunsa daha düşük irtifaya alçalma yapılır.



Gerileyen Pal Stolumun Oluşumu

Sıkışma Etkisi

Rotorlarda en yüksek hız ilerleyen pal ucunda elde edilir. İlerleyen palin Mach sayısının “kritik Mach sayısına” ulaşması veya aşması durumunda o palde sıkışma fenomeni meydana gelir.

Sıkışmanın ana etkisi geri sürüklemedeki artış ve aerodinamik merkezin palin hücum kenarının ilerisine doğru yer değiştirmesidir. Sıkışma etkisi helikopterlerde aşırı sarsıntı ve rotor RPM'nin muhafaza edilmesi maksadıyla daha fazla güç gereksinimi olarak hissedilir. Sıkışma fenomeni daha çok; yüksek hava hızı, yüksek rotor RPM'i, yüksek irtifa, düşük hava sıcaklığı ve türbülans şartlarında görülür.

Sıkışma etkisi helikopterleri yavaşlatan diğer bir faktördür. Göreceli olarak, ses hızına yaklaşan yüksek hava hızlarında hava akışının karakteri değişir ve sıkışma fenomeninin dikkate alınması gerekir. Helikopterin kendisi asla ses hızına yakın hızlara erişemez, fakat ana rotor pallerinin hızı kesin olarak ses hızına yaklaşır ve ilerleyen palin hızı sıkışma problemlerine neden olur. 150 Knotsüratte ileri doğru uçmakta olan tipik bir türbinli motorun ilerleyen pal ucunun hızı yaklaşık olarak saniyede 295 metredir ve bu hız, deniz seviyesindeki değeri 340 metre/saniye olan ses

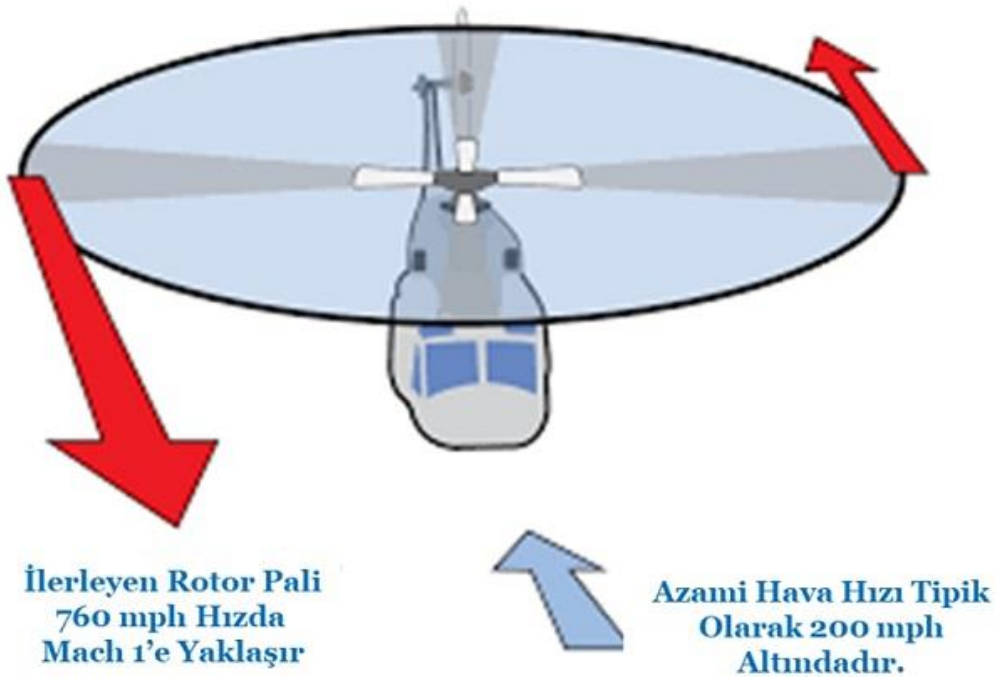
hızına oldukça yakındır. Bunun anlamı da sıkışma fenomeninin devreye girmesi, yani aynı kaldırma gücü için daha fazla güç gereksinimi ve artan sarsıntı ve gürültüyle birlikte şok dalgalarının oluşabilmesidir.

Özetlemek gerekirse, helikopter belirli bir ileri hızın üzerine çıktığında, gerileyen pal nasıl azalan hava hızı nedeniyle problemlere maruz kalıyor ise ilerleyen pal de çok yüksek olan hava hızı nedeniyle problemlere maruz kalmaktadır. İşte bu nedenle süper hızlı helikopterler imal etmek mümkün değildir ve belki de asla mümkün olmayacaktır.

Sıkışma Etkisine Neden Olan Şartlar

Sıkışma etkileri daha yüksek kaldırma katsayılarında (daha yüksek pal hücum açılarında)ve daha yüksek Mach sayılarında daha şiddetli olduğundan aşağıdaki çalışma şartları sıkışma fenomeninin meydana gelmesi açısından olumsuz şartlardır:

1. Yüksek hava hızı,
2. Yüksek rotor RPM'i,
3. Yüksek gros ağırlık,
4. Yüksek yoğunluk irtifası,
5. Düşük sıcaklık- Ses hızı, mutlak sıcaklığın karekökü ile orantılıdır. Bu nedenle sonik sürat, sonik hızın daha düşük olduğu düşük hava sıcaklıklarda daha kolay elde edilir.
6. Türbülanslı hava- Keskin rüzgâr darbeleri anlık olarak pallerin hücum açısını yükseltirken kritik Mach sayısını pal üzerinde sıkışma etkilerinin karşılaşılabileceği noktaya düşürürler.



İlerleyen ve Gerileyen Pallerdeki Hızlar

Sıkışma etkileri pal hücum açısı azaltıldığında ortadan kaybolacaktır. Gerileyen pal stolü ve sıkışma fenomenindeki kritik şartların benzerliği dikkatlerden kaçmamalıdır, fakat aralarındaki temel fark da asla gözden kaçırılmamalıdır. Sıkışma fenomeni YÜKSEK RPM, gerileyen pal stolü ise DÜŞÜK RPM değerlerinde meydana gelir. RPM kontrolü hariç her iki aerodinamik problemde de kurtarma tekniği birbirinin aynısıdır.

Düzeltilici İşlemler

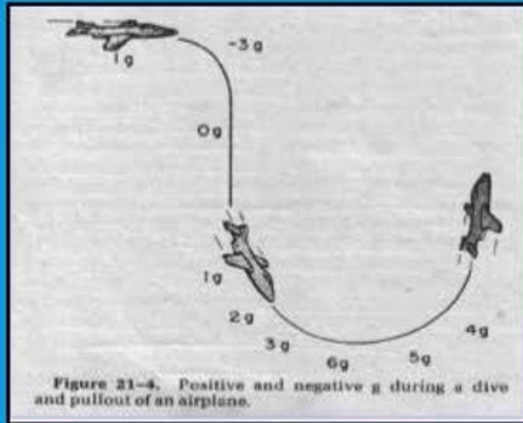
Düzeltilici işlemler hücum açısını veya hava akışı hızını düşürerek acil durumdan kurtulmaya yardım eden faaliyetlerdir. Sıkışma fenomeni ve gerileyen pal stolü kritik durumlarında benzerlikler vardır, fakat sıkışma fenomeni yüksek rotor RPM değerlerinde, gerileyen pal stolü ise düşük rotor RPM değerlerinde meydana gelmektedir. RPM kontrolü hariç her iki aerodinamik acil durum için de aynıdır. Sıkışma etkilerinden kurtarma tekniği aşağıdakileri kapsamaktadır:

- Mümkün ise pal hücum açısı kollektif aşağı doğru bastırılarak azaltılır,
- Rotor RPM'i düşürülür,
- Manevranın keskinliği azaltılır,
- Hava hızı düşürülür.

Uçuş Kumandaları Geri Besleme Kuvvetleri

Kollektif ve saykılık üzerindeki geri besleme kuvvetleri, keskin manevralar nedeniyle uçuş kumandaları üzerine binen yüksek yüklerden kaynaklanmaktadır. Bazı durumlarda bu yükler servo akçüatörlerin etkinliğini aşacak kadar büyük olabilirler ve bu nedenle de kontrol kol ve çubukları üzerinde bir geri besleme kuvveti oluştururlar. Pilot bu geri beslemeleri uçuş kumandalarında, manevraya başladıktan sonra yoğun bir salınım olarak hissedecektir. Bu tip tepkimeler normal olarak manevranın zorluk derecesine göre değişmektedir. Kumandalarda bu tip bir tepkime hissedildiğinde pilot derhal manevranın şiddetini azaltmalıdır.

MERKEZKAÇ İVMELER



Hava aracı düz uçuşta: +1 G

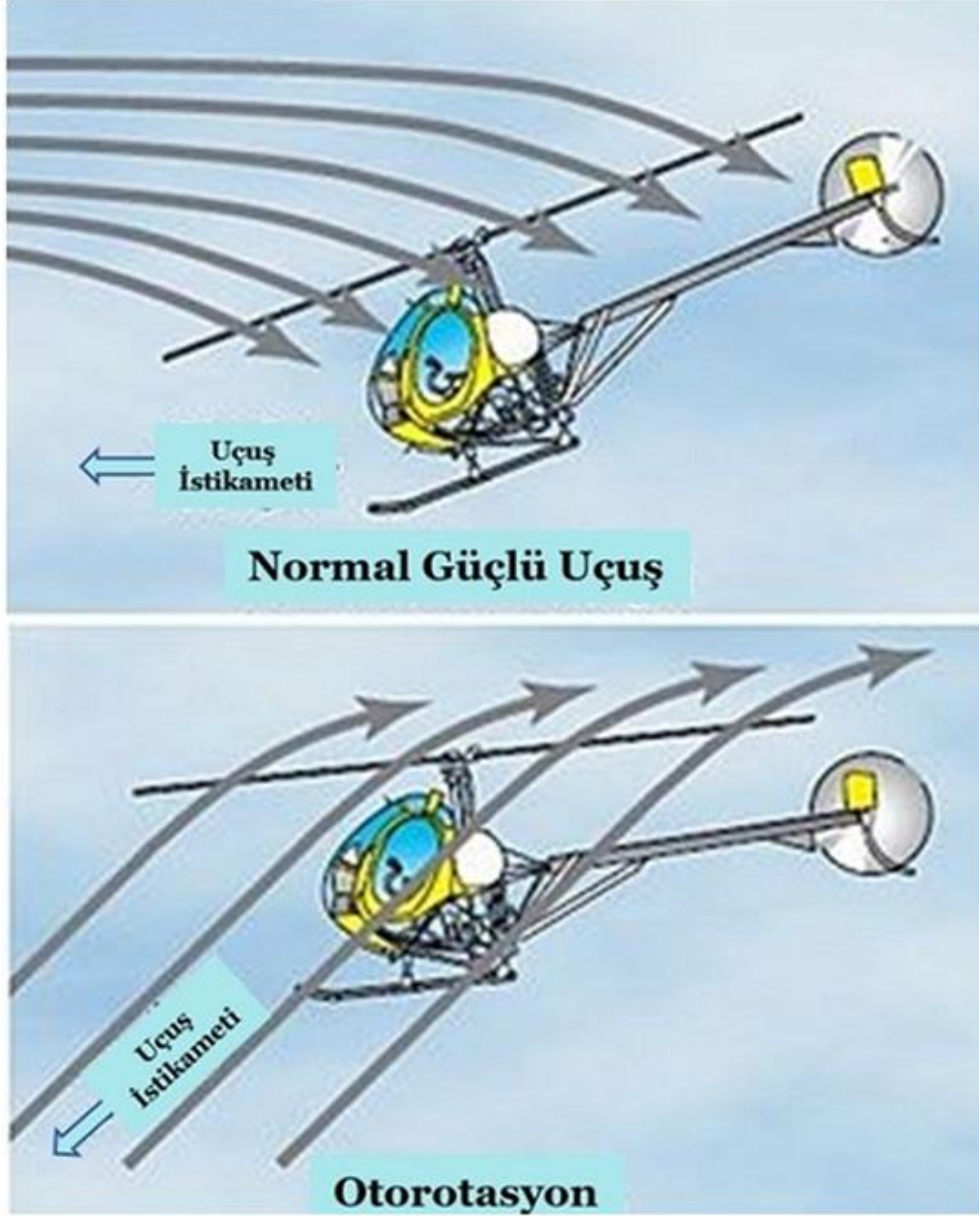
Hava aracı dalışta: Negatif G Kuvveti

Hava aracı dalıştan çıkışta: Pozitif G Kuvveti

Hava Aracına Etki Eden “G” Kuvvetleri

Negatif “G” İvmelenmeleri

İlımlı yüksek hava hızlarında ani saykılık ileri hareketi uygulandığında helikopter kolaylıkla negatif “G” hızlanmasına maruz kalabilir. Bu tür durumlarda helikopter, stabilizasyon donanımının devre dışı kaldığı bütün durumlarda artan bir sağa devrilme eğilimi gösterir. Bu devrilme eğiliminin oluşumu; gros ağırlık, kanat yük pozisyonları, hava hızı ve olası kayıştan etkilenir.



Normal güçlü uçuş ve otorotasyon esnasında, helikopter ana rotor sisteminin içinden geçen hava akışının yönleri

Azami gros ağırlık, ağırlık merkezi pozisyonu ve rotor RPM’indeki değişimler devrilme karakteristiklerini etkiler.

Sağa devrilme eğilimi bütün normal hava hızı aralıklarında meydana gelir ve şiddeti, negatif yük faktörlerinin artışı ile giderek artar. Helikopter burnunun süratle aşağı

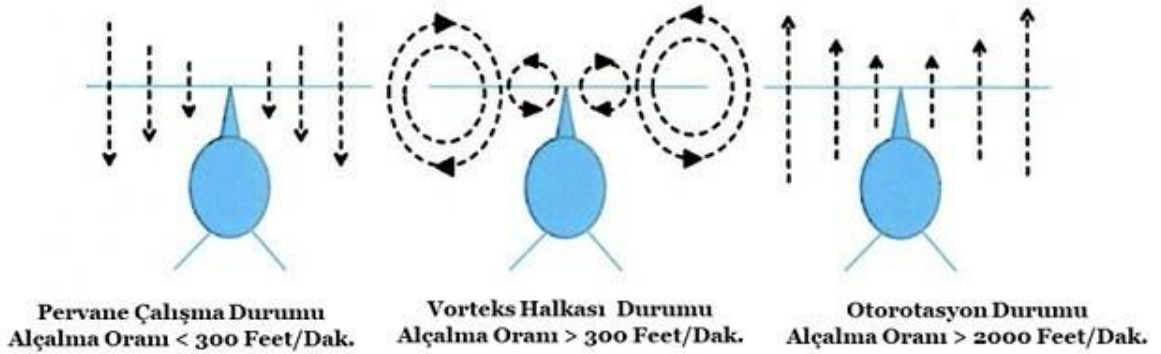
verilmesini gerektiren durumlarda pilotun, saykılık kumandanın ileri hareketinde görülen yatay durum değişikliklerini izlemesi çok önemlidir. Saykılık kontrol çubuğu aşırı yunuslama ve yalpalamadan kaçınacak şekilde hareket ettirilmelidir.

Otorotasyon Karakteristikleri

Otorotasyon ana rotor sisteminin motor gücü yerine kısmi rüzgâr tarafından döndürüldüğü uçuş durumudur. Otorotasyon, helikopterin her iki motor arızasında emniyetli bir şekilde iniş yapabilmesini veya pilotun hızlı bir alçalma tesis edebilmesini sağlayan araçtır. Otorotasyon esnasında irtifa potansiyel enerji olarak kullanılır ve alçalma ve yere temas esnasında kinetik enerjiye dönüştürülür. Otorotasyon esnasında helikopter alçalırken hava akışı rotor diskine aşağıdan girmektedir.

Normal Rotor Hızı: Normal rotor hızı pilotun yeterli kontrol etkinliğini sürdürmesini sağlar. Düşük RPM (düşük hız) kumanda girdileriyle orantılı olarak tepki kaybına neden olur. Yüksek RPM (aşırı hız) ise rotor sistemine yapısal zararlar verebilir. Artan alçalma oranı rotor hızının normal çalışma aralığı dışında olmasından kaynaklanacaktır.

Rotor Ataleti: Rotor ataleti, rotorun dönü hızını muhafaza etme eğiliminde olan bir karakteristiğidir. Bu etkinlik RPM düşmesiyle birlikte azalır. Normal rotor RPM'i pilota, otorotasyon inişi esnasında çöküş oranını durdurmakta kullanabileceği normal kollektif tepkilerini sağlamaktadır.



Pilot Tekniği: Verilen bilgilerden kolaylıkla görülebileceği gibi pilot tekniği, motor arızasının meydana geldiği andaki gerçek hava hızı ve gros ağırlık şartlarıyla uyumlu olarak değiştirilmelidir.

Otorotasyona Giriş ve İniş Karakteristikleri

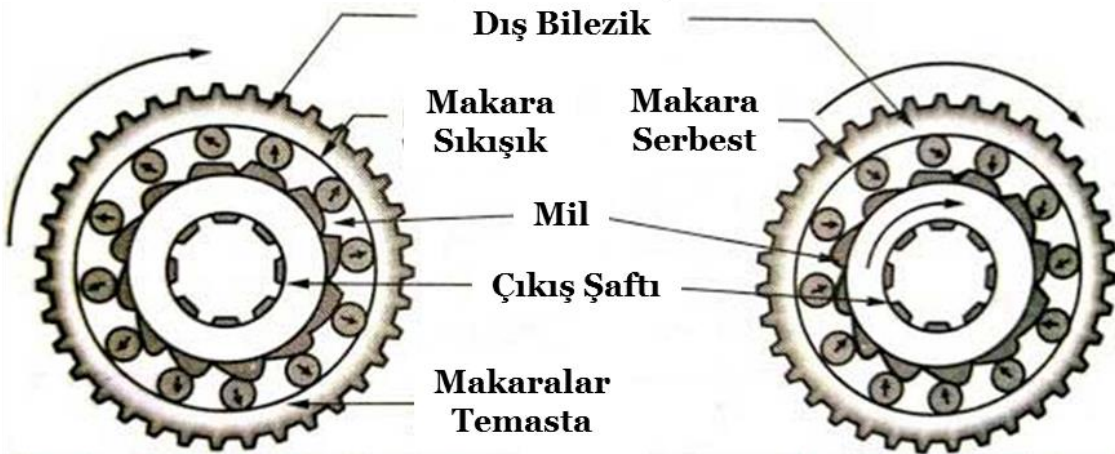
Emniyetli bir otorotasyon inişi, yoğunluk irtifası, helikopter ağırlığı, iniş için uygun bir alana yakınlık ve rüzgârın yönü ile şiddeti gibi değişkenlere bağlıdır. Otorotasyon alçalması esnasında rotor hızı; ağırlık, irtifa, uygulanan yük faktörü ve işari hava hızı gibi sayısız parametrelerin değişmesi nedeniyle limitlerin üzerine çıkılabilir.



Motor ve Rotor Takometre Göstergeleri

Motor arıza yaptığında (motor dönü hızı ana rotor dönü hızının altına düştüğünde) helikopterde bulunan serbest bırakma düzeneği devreye girer ve ana rotor pallerinin motorun yavaşlatıcı etkisinden kurtularak serbestçe dönmesini sağlar. Aslında serbest bırakma düzeneği, motorun dakikadaki devir adedi (ERPM – Engine Rotation Per Minute), rotorun dakikadaki devir adedinden (RRPM – Rotor Rotation Per Minute) düşük olduğu bütün durumlarda devreye girerek ayırım işlemini gerçekleştirmektedir.

Üretici firmalar, her bir helikopter tipi için asgari ve azami RRPM değerini belirlerler. Normal RRPM aralığı, helikopter gösterge panelinde bulunan Motor/Rotor RPM göstergesinde YEŞİL bir yay ile dikkat edilmesi gereken sahalara SARI, aşılması gereken değerler ise KIRMIZI renkle gösterilirler.



Serbest Bırakma Sistemi Devrede Serbest Bırakma Sistemi Devre Dışı

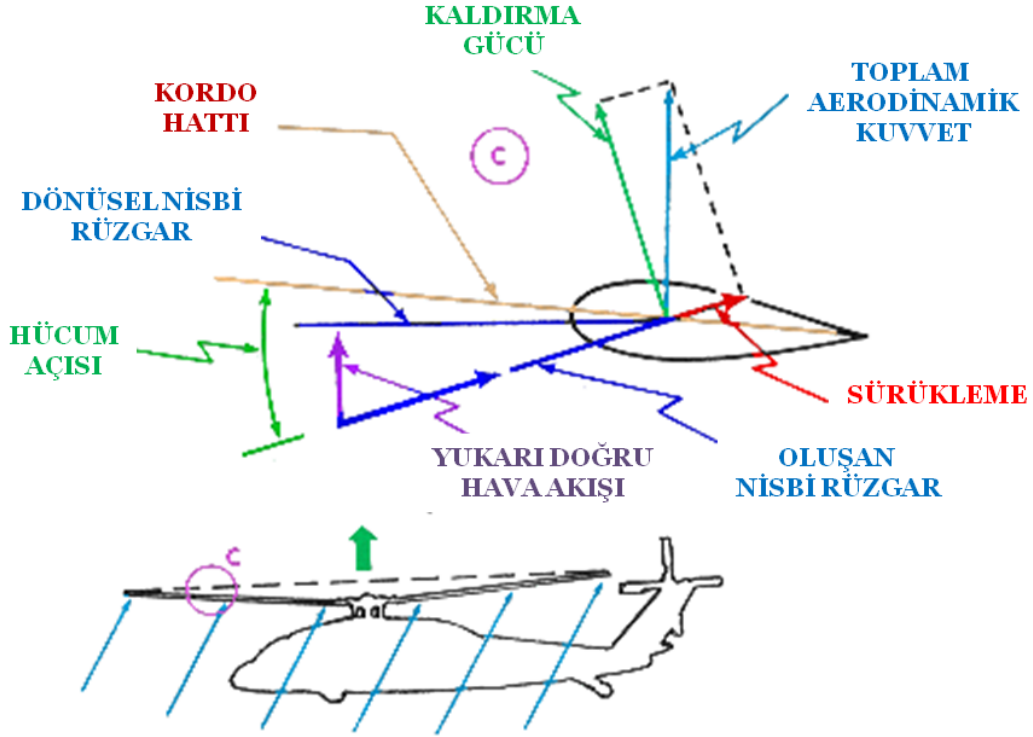
Helikopterlerde Kullanılan Tipik Bir Serbest Bırakma Sistemi

Motor arızasının gerçekleştiği anda ana rotor palleri, hücum açısı ve sürati nedeniyle bir kaldırma kuvveti ve itki üretiyor durumdadır. Motor gücü kaybolduğunda, geri sürüklenme bileşeni ana rotor hızını hızla azaltır. Helikopter uçuş/operatör el kitaplarında, uçuşu sürdürebilmek için gereken RRPM'nin yeniden tesis edilemeyebileceği asgari ana rotor pal hızı belirtilir. Böyle bir durumda rotor tamamen stol olacak ve dönüşünü durduracaktır. Pilot bu nedenle motor arızası meydana geldiği

anda, ana rotor sisteminde yukarı doğru hava akışını başlatmak maksadıyla kolektif kumandayı azaltmalı (kaldırma indüksiyon ve pal profil sürüklemesinin her ikisini de azaltarak) ve alçalışa geçmelidir.

Kollektif hatve ve hava hızına bağlı olarak motor arızasında; helikopteri bulunduğu durumdan kurtarma ve rotor hızını Güçsüz Uçuş Aralığında muhafaza edebilmek maksadıyla; büyük ve süratli bir kolektif hatve ayarlaması gerektiren, rotor hızında (NR) büyük ve hızlı bir düşmeye neden olacaktır. Bu ayarlamaların süratle ve kararlı bir şekilde yapılması zorunludur.

Helikopter flare manevrası, ileri ve dikey hızı azaltmak maksadıyla sayıklık kumanda geriye doğru tatbik edilerek yerden yaklaşık olarak 200 ve 100 feet irtifada başlatılmalıdır. Yerden yaklaşık olarak 10 feet yükseklikte helikopter ufki uçuş durumuna getirilmeli ve alçalma hızı kontrol edilerek son 4 feet kolektif yukarı tatbikiyle yapılmalıdır.



OTOROTASYON DA ALÇALMA ESNASINDAKİ KUVVET VEKTÖRLERİ

Otorotasyon Uçuş Karakteristikleri

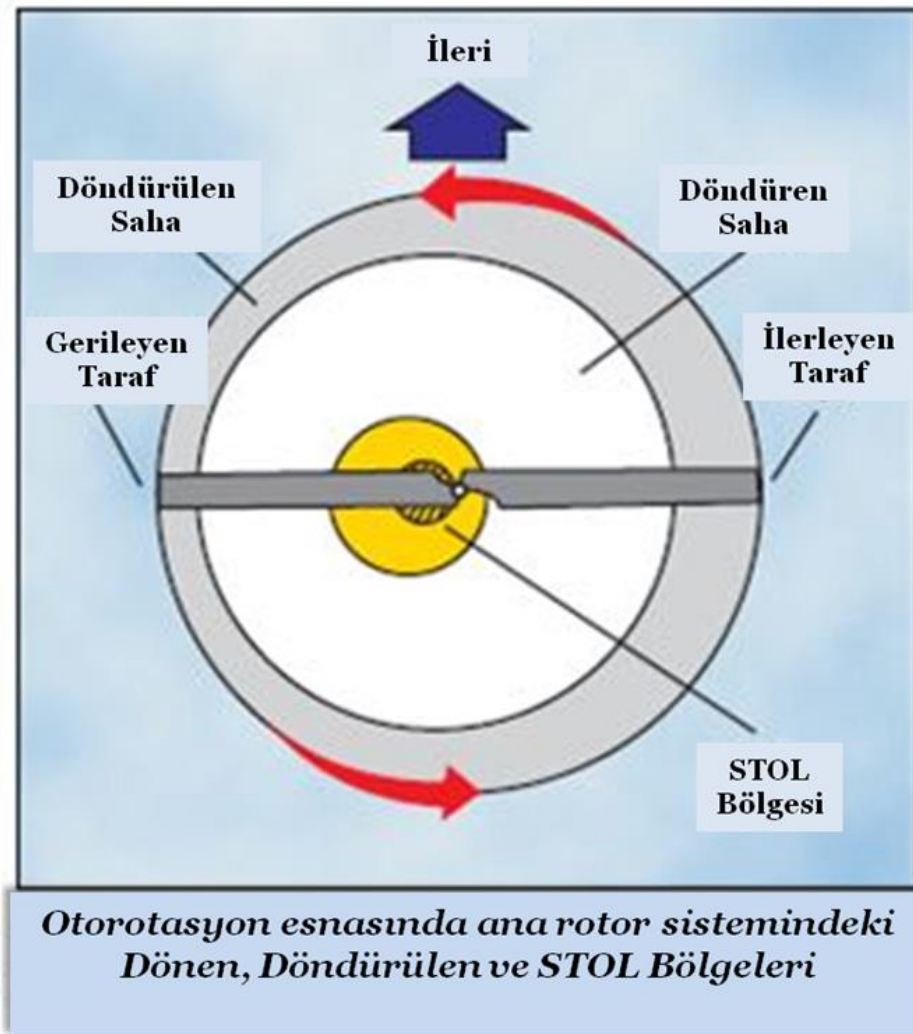
Asgari dikey alçalma hızı ve azami süzülme mesafesi; bütün helikopterlerin aerodinamik yapısına bağlı olarak değişiklikler gösterir ve uçuş el kitaplarında belirtilir. Otorotasyon karakteristikleri kartı “Otorotasyon Minimum Dikey Alçalma Hızı ve Azami Süzülüş” kartında verilmiştir. Dikey eksen basınç irtifasını (feet) ve yatay eksen de süzülme mesafesinin yatay izdüşümü olan, deniz mili cinsinden mesafeyi göstermektedir.

Kart, bulunulan yerdeki basınç irtifası, yerdeki basınç irtifası ve hava hızı girilerek deniz mili cinsinden mesafeyi belirlemek maksadıyla kullanılabilir.

Karta, bulunulan konumdaki bilinen basınç irtifasından girin ve sağa doğru karşılık gelen hava hızı hattını kesene kadar ilerleyin. Aşağı doğru inin ve deniz mili cinsinden mesafeyi okuyun. Aynı prosedürü yer seviyesi basınç irtifası için uygulayın ve deniz mili cinsinden mesafeyi okuyun. İki mesafe değeri arasındaki fark, bulunulan yerden, yer seviyesine kadar olan süzülme mesafesinin yatay izdüşümünü verecektir.

“Otorotasyonda Hava Hızına Karşı Alçalma Oranı” kartında otorotasyon esnasındaki hava hızına karşı alçalma oranı verilmiştir. Dikey eksen alçalma oranını gösterir ve ileri uçuş hızı da yatay eksen üzerinde verilmiştir.

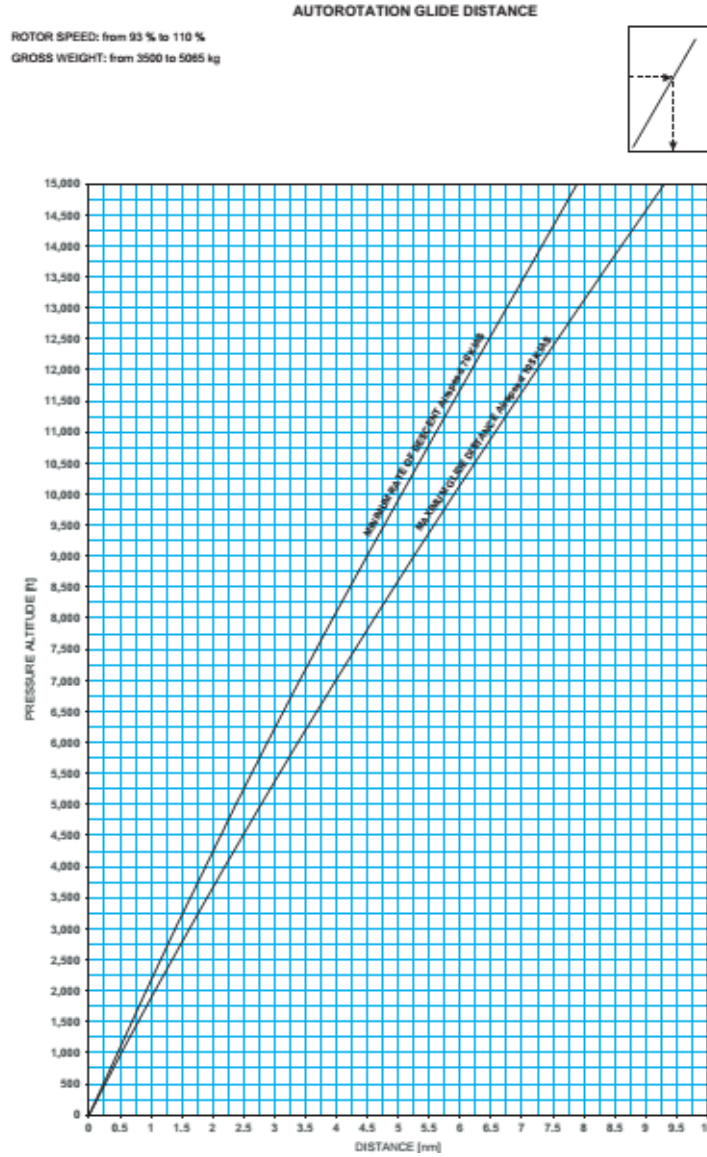
- ✓ Otorotasyon alçalma karakteristikleri hız ve rotor hızının (NR) fonksiyonudur.
- ✓ Otorotasyon alçalma karakteristikleri pratik olarak yoğunluk irtifası ve toplam ağırlıktan etkilenmezler.
- ✓ Otorotasyon Minimum Dikey Alçalma Hızı ve Azami Süzülüş Kart değerleri uçuş testlerine dayanmaktadır.



Hava hızlarını değiştirirken saykılık hareketleri, sürekli ve kararlı durumda oluşan rotor RPM'inden farklı olarak aşağıda belirtilen rotor RPM'lerini oluşturacaktır:

1. Düşük hava hızından hızlanma. Örnek: İstikrarlı 50 KIAS otorotasyon şartlarında ileri doğru pozitif saykılık hareketi başlangıçta rotor RPM'inin düşmesine neden olacak ve sonrasında helikopter daha yüksek süratte istikrarlı duruma geldiğinde ise yükselecektir.

2. Yüksek hava hızından yavaşlama. Örnek: İstikrarlı 120 KIAS otorotasyon şartlarında geri doğru pozitif saykılık hareketi başlangıçta rotor RPM'inin yükselmesine neden olacak ve sonrasında helikopter daha düşük süratte istikrarlı duruma geldiğinde ise düşecektir.



Otorotasyon Asgari Dikey Alçalma Hız ve Azami Süzülüş

Otorotasyon Hız Limitleri (Güçsüz VNE)

Güçsüz uçuşta, tek motorlu (OEI) uçuşta da aynı olan aşılması gereken hız yoğunluk irtifasıyla değişmektedir. Güçlü uçuş ve Güçsüz Uçuş/Tek Motor aşılması gereken hızları (VNE) arasında bir azalma mevcuttur. Güçsüz Uçuş/Tek Motor VNE değerindeki Güçlü Uçuş VNE değerine nazaran azalma helikopterin uçuş karakteristiklerine dayanmaktadır. Güçsüz Uçuş/Tek Motor esnasındaki VNE değeri

pilotun hava aracına kumanda etme kalitesini ve pedal sapma aralığını %10'dan büyük muhafaza edecek şekilde belirlenmiştir.

Otorotasyon Eğitiminin İcrası

Özellikle yere kadar yapılan otorotasyon eğitimlerinde hedef, iniş noktasından 300 feet yükseklikte helikopteri tavsiye edilen işari hava hızına getirmek ve özellikle RRPM enerji yönetimini iyi bir şekilde gerçekleştirmektir.

Helikopter, üretici firmanın tavsiye edilen ileri hava hızında, yerden en az 500 feet irtifada ve rüzgâr baştan alınırken, kolektif yumuşakça ve kesintisiz bir şekilde, RRPM (Rotor Dakikada Devir Adedi) yeşil saha içinde muhafaza edilerek, tam aşağı durumuna kadar bastırılır.

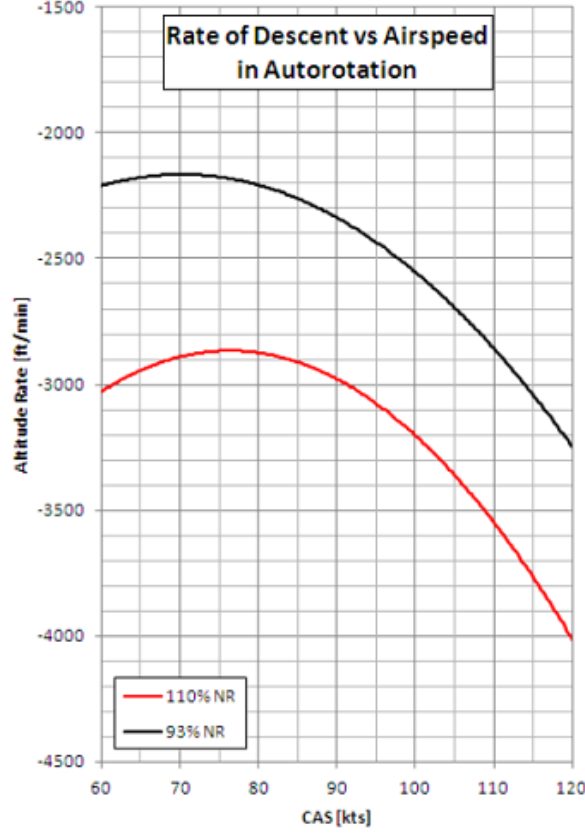


1 Numaralı Pozisyon: Helikopterin denge durumunun muhafazası için kolektif kumanda hareketleri kuyruk rotor pedalları ile koordineli kullanılır ve saykılık kumanda da arzu edilen baş durumu ve hava hızının ayarlanması için kullanılır. Piston motorlu helikopterlerde kolektif kumanda tam aşağı bastırıldığında gaz kolu, Motor/Rotor RPM göstergesinde ibrelerin tam olarak ayrılmasını sağlamak için kısılmalıdır. İbrelerin ayrıldığı görüldükten sonra gaz kolu ERPM’i normal rölanti devri üzerinde tutacak, fakat ibrelerin yeniden birleşmesini önleyecek şekilde yeniden ayarlanır. Üretici firmalar genellikle ayarlanacak ERPM değerini belirlemektedir. Türbin motorlu ve motor reglaj (governor) sistemine sahip helikopter uçuş el kitaplarında farklı motor yönetim teknikleri üreticiler tarafından belirtilebilir.

2 Numaralı Pozisyon: Bu pozisyonda helikopter otorotasyona girmiştir ve üretici firma tarafından tavsiye edilen işari otorotasyon hava hızındadır. Helikopterin hava hızı sabittir ve RRPM yeşil sahadadır. Helikopter denge durumundadır.

3 Numaralı Pozisyon: Yerden yaklaşık olarak 40-100 feet veya üretici firma tarafından tavsiye edilen irtifada, ileri hızı yavaşlatmak ve alçalma oranını düşürmek

maksadıyla, geriye doğru yeteri kadar saykılık kumanda uygulanır. Flare manevrasına başlama yüksekliği helikopter tipine ve inilecek sahanın büyüklüğüne bağlıdır. Büyük ve ağır helikopterlerin rotor sistemleri daha yüksek irtifalarda flare yapılabilir. Hafif helikopterlerin rotor sistemlerinde çok daha az depolanmış enerji bulunduğundan yere daha yakın irtifalarda flare manevrası uygulanmalıdır.



Otorotasyonda Alçalma Oranı/Hava Hızı

Flare manevrasının uygulanmasında, helikopterin tırmanmasına neden olacağından, saykılık kumandanın geriye doğru ani olarak tatbik edilmemesine dikkat edilmelidir. Saykılık kumandanın geriye doğru çok yavaş tatbik edilmesi helikopterin alçalma oranını azaltmayacağından yine arzu edilen bir uygulama değildir. “Flare”, helikopter burnunu havaya kaldıran ve giderek artan oranda uygulanan tek seferlik bir manevradır ve burnun aşırı havaya kalkması önlenmelidir. Flare manevrası esnasında RRPM yükselmelidir. RRPM’deki bu yükselme pilotun, flare manevrası esnasında hem kaldırma hem de yavaşlamayı sağlayacak olan, hafif bir kolektif tatbiki ile bir “Kontrol” kumandası uygulamasına imkân sağlar.

Flare manevrası esnasında pilot hava hızını azalttığında, helikopterin alçalma oranı düşer ve rotorun dakikada devir adedi yükselir. Hedef; helikopteri arzu edilen iniş yerinden 5-10 feet yükseklikte, aynı anda sıfır alçalma oranı ve ileri süratle getirmektir. Bu noktada, helikopterin hızı ve irtifasından kaynaklanan enerjisi tükenmiş durumdadır ve helikopter düşmeye başlar. İşte burası, helikopterin rotor sisteminde depolanan enerjinin yere teması yumuşatmak için kullanılacağı yerdir. Helikopter yere doğru yaklaşırken pilot kolektif kumandayı yukarı doğru tatbik ederek ana rotor pallerinin hücum açısını artırır ve rotor sistemi stol olmadan önce bir kaldırma kuvveti

kazanır. Doğru bir zamanlama ile helikopter durmak için yavaşlamakta olan palleri ile yere inmiş olacaktır.

4 Numaralı Pozisyon: Helikopter kuyruğu ile zemin arasındaki açıklık azalırken ve ileri sürat koşan adam hızına düşerken, saykılık kumanda ileri doğru tatbik edilerek helikopter ufki duruma getirilmelidir. Bu esnada; üretici firmanın tavsiyesine bağlı olarak yerden yükseklik yaklaşık olarak 8 ile 15 feet arasında olmalıdır. 10 feet irtifa altında burnun aşırı yukarı kalkmaması için aşırı dikkat gösterilmelidir.

5 Numaralı Pozisyon: Bu noktada rotor sisteminde kalan atalet sadece kaldırma gücü sağlamaktadır ve helikopter ileri hava hızı ile alçalmaktadır. Pilot, kolektif kumandayı, alçalma oranını muhafaza etmek ve inişi yumuşatmak maksadıyla gerektiği şekilde yukarı doğru tatbik etmelidir. Kollektif kumanda yukarı doğru tatbik edilirken helikopterin baş istikametinin muhafazası için kuyruk rotor pedalları kullanılmalı ve RRPM'deki azalma nedeniyle kuyruk rotor etkinliğinin de azaldığı göz önünde bulundurulmalıdır.

Yere temas edildikten ve helikopter tam durduktan sonra kolektif kumanda yavaşça tam aşağı durumuna bastırılır. Yere temas sonrasında, düşük RRPM değerlerinde, ana rotor pallerininin kuyruk bumuna çarpmasına neden olabileceğinden, helikopterin ileri doğru hareketini durdurmak maksadıyla geriye doğru saykılık kumanda tatbiki yapılmamalıdır. Bunun yerine; helikopteri yavaşlatmak maksadıyla yer rulesi esnasında kolektif kumanda hafifçe bastırılarak iniş takımları üzerine daha fazla yük bindirilmelidir.

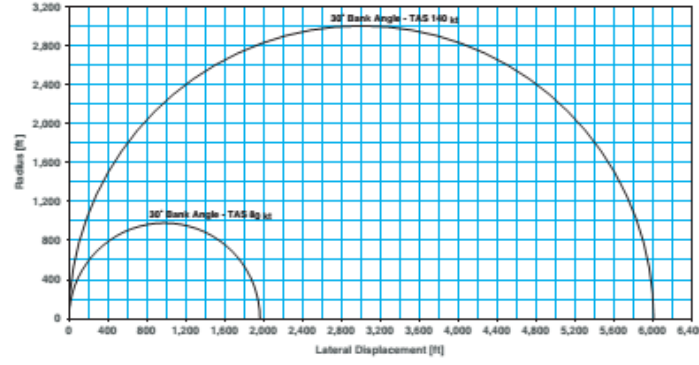
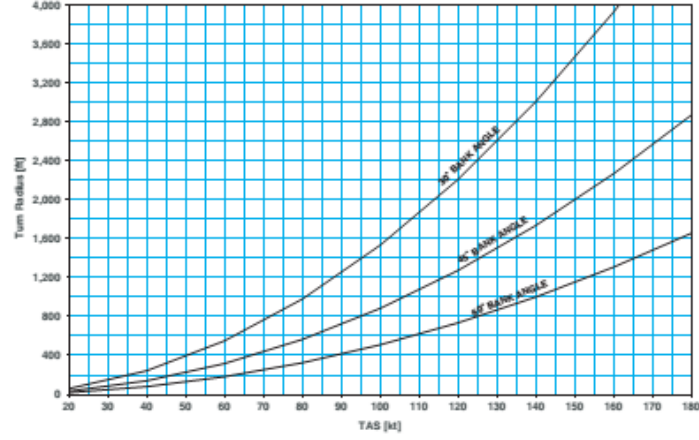
Otorotasyonda Yapılan Yaygın Hatalar

- Otorotasyon ile iniş eğitimlerinde otorotasyona uygun irtifa ve hava hızında girmemek
- Kollektif bastırıldığında yeteri kadar pedal tatbik etmemek.
- Motor gücü kaybolduğunda helikopter burnunu süratle aşağı vermek. Rotor sisteminin yükten kurtarılması daha fazla RRPM düşmesine neden olacak ve ileri doğru hızlanma işari hava hızının artmasına ve alçalma oranının artmasına neden olacaktır.
- Alçalma esnasında RRPM'i uçuş el kitabında belirtilen limitler içinde tutamamak.
- Flare manevrasının etkili olduğu tavsiye edilen işari hava hızını sürdürememek.
- Yanlış irtifada flare manevrasına başlamak.
- Çok hızlı ve sert veya yetersiz flare manevrası tatbik etmek.
- Flare manevrasını çok yüksek irtifada bitirmek.
- Yerden çok yüksekte kolektif kumanda tatbikine başlamak.
- Yere temas esnasında helikopterin istikametini muhafaza edememek.
- Yere temas öncesinde helikopteri ufki duruma getirememek.

Dönüş Yarıçapı

Dönüş yarıçapı yatış açısının (G Yüklemesinin) ve sabit hava hızının karesinin bir fonksiyonudur. G kabiliyetini rotor karakteristikleri tarafından tanımlandığı verilen herhangi bir irtifa ve ağırlıkta dönüş yarıçapı sabit hava hızından önemli ölçüde etkilenebilir.

“Dönüş Yarıçapı”, hava hızı ve yatış açısının fonksiyonu olarak, feet cinsinden dönüş çapını verir. Kartlar, hava hızı ve yatış açısı girilerek feet cinsinden Dönüş Yarıçapının belirlenmesi maksadıyla kullanılabilir.



Dönüş Yarıçapı

Üstteki grafik, 30°, 45° ve 60° yatış açılarında Gerçek Hava Hızının (kts) fonksiyonu olarak feet cinsinden dönüş yarıçapını göstermektedir.

Alttaki grafik ise 30° yatış açısında, 80 Kts ve 140 Kts gerçek hava hızlarında feet cinsinden dönüş yarıçapını göstermektedir.

Üstteki karta bilinen Gerçek Hava Hızı pozisyonundan girin ve dikey olarak yukarı doğru karşılık gelen yatış açısı hattını kesene kadar ilerleyin. Yatay olarak sola doğru ilerleyerek dönüş yarıçapı değerini okuyun.

Örnek:

1. Sabit Gerçek Hava Hızı = 80 [Kts], Yatış Açısı = 30°.
2. Sabit Gerçek Hava Hızı = 140 [Kts], Yatış açısı = 30°.

Çözüm:

1. Dönüş yarıçapı = 981 [ft].
2. Dönüş yarıçapı= 3006 [ft]

Kuyruk Türbülansı

Her hava aracı kaldırma kuvveti yaratırken bir kuyruk türbülansı oluşturmaktadır. Türbülans, ters dönüşlü konik şeklinde vortekslerin her bir kanat ucu veya rotor diski kenarlarından akarken oldukça belirgindir. Vortekslerin gücü hava aracının ağırlık ve “G” Yüklemesinin fonksiyonudur.



Karşılaşma açısına bağlı olarak, vortekslerin yüksek hızları ve oldukça yönelimli akışları nedeniyle iki tehlike mevcuttur. Bu tehlikeler; komut verilmeden oluşan yalpalama ve G yüklemesinde görülen geniş dalgalanmalardır. Önde gitmekte olan bir hava aracının uçuş hattında bir kuyruk türbülansı ile karşı karşıya gelmek, yatay kontrol limitleri dışına çıkan bir yalpalamaya neden olabilir. Önde gitmekte olan bir hava aracının uçuş hattında bir kuyruk türbülansı ile karşı karşıya gelmek ayrıca ani bir G ivmelenmesine ve sonrasında da birbirine ters (pozitif/negatif veya negatif/pozitif) ivmelenmeye neden olabilir. Öndeki hava araçlarının oluşturduğu kuyruk türbülanslarına eğik girişler ise yalpalama ve G darbelerinin kombinasyonlarına neden olacaktır.

Pilotun kuyruk türbülans alanlarını görmesine yardımcı olan karakteristikler:

1. Vorteksler hava araçları kaldırıcı güç üretmeye başladıkları andan itibaren kanat uçları/rotor uçlarında oluşurlar.
2. Vorteks akış sahası normal olarak iki kanat genişliği/rotor çapı genişliğinde ve bir kanat genişliği/rotor çapı uzunluğundadır.

Alçak irtifalarda icra edilen manevralar esnasında kuyruk vortekslerinden kaçınılmalıdır. Kuyruk vorteksleri ile karşı karşıya kalınması hava aracını kurtarmanın mümkün olmadığı tehlikeli durumlara sokabilir.

Dalışlı Uçuş

Dalışlı uçuş hiçbir belirgin problem oluşturmaz, bununla birlikte pilot; alçalma oranına karşı hava hızı, kapanma hızı oranı ve alçalma oranına karşı güç gibi kavramlar hakkında iyi bilgi sahibi olmalıdır. Göreceli olarak az olan sürüklenme nedeniyle helikopter dalışlı uçuş esnasında oldukça süratli bir şekilde hız kazanır ve müsaade edilen azami hız limitini (VNE) aşmak muhtemeldir. Yüksek uçuş yolu hızıyla birleşen yüksek alçalış oranları, pilotun hem kapanma oranını hem de arazi özelliklerini çok yakın bir şekilde takip etmesini ve ani bir kurtarmadan sakınacak şekilde dalıştan çıkışı önceden planlamasını gerektirir.



Azami müsaade edilebilir sürat yakınlarında ani kurtarma teşebbüsünde bulunulursa kontrolsüz alçalma (yüksek G yükleri rotor sisteminin kaldırma kapasitesini aştığında yüksek hızlarda stol oluşabilir) meydana gelebilir. Hava aracı kısmen stol durumunda uçmaktadır ve kumandaların irtifanın yeniden kazanılmasında hiçbir etkisi yoktur. Kontrolsüz ve istem dışı alçalma görüldüğünde asla kollektif tatbik edilmemelidir. Kollektif tatbiki durumu daha da kötüleştirecektir. Bu nedenle yere yeterli mesafede dalıştan çıkmak için onaylı uçuş zarfı içinde manevranın başlatıldığından emin olunmalıdır.

Güçlü Çöküş (Vorteks Halkası Durumu)

Güçlü çöküş, aerodinamik etkenlerden kaynaklanan bir olay değildir. En basit şekilde ifade etmek gerekirse; mevcut gücün alçalmayı durdurmak için yeterli olmamasıdır. Alçalmayı durdurmak için ilave güç tatbikinin uygulanması durumunda motor veya

güç aktarma sistem limitleri aşılabacak veya sürüklenme kuvvetinin artması nedeniyle rotor stol olacaktır. Bilindiği gibi helikopterin sürati ne kadar yavaş ise güce olan ihtiyaç o derece fazladır. Helikopter güçlü çöküşe girdiğinde pilot hızlı alçalma oranını yavaşlatmak ve/veya durdurmak maksadıyla kollektif kumanda tatbik ettiğinde motor kaldırma gücünü muhafaza edebilmek için yeterli güç üretemeyecektir.

Güçlü çöküş genellikle yüksek gros ağırlığı, yüksek yoğunluk irtifası, düşük hava hızı ve güçlü alçalmalar esnasında görülür. Bu şartlar altında helikopter kendi rotor sistemi tarafından oluşturulan hava akımı içinde alçalmaktadır. Ana rotor tarafından oluşturulan bastırıcı hava akımı helikopterin rotor sistemi içinde devridaim yaparak kaldırıcı gücün azalması ve zayıf kumanda tepkilerine neden olur.



Güçlü çöküş, helikopter rotor sisteminin kendi bastırıcı hava akımı içinde vortex halkası durumundan kaynaklanan istem dışı bir alçalma oranıdır. Bu durumda, rotor sistemindeki hava akışı rotor diski yakınında yukarı, dış kesimlerde ise aşağı doğrudur. Bu rotorların kaldırma gücü oluşturmamasına ve aşırı yüksek alçalma oranlarına neden olur. Güçlü çöküş sadece yüksek gros ağırlık veya yüksek yoğunluk irtifalarında görülmez. Pilotlar tarafından algılanamayabilir ve kurtarma manevrası başlatılana kadar büyük ölçüde irtifa kaybı yaşanabilir.

Belirtiler:

1. Hızlı alçalma oranı artışı.
2. Genel sarsıntı seviyesinde yükselme.
3. Kontrol etkinliğinin kaybı.

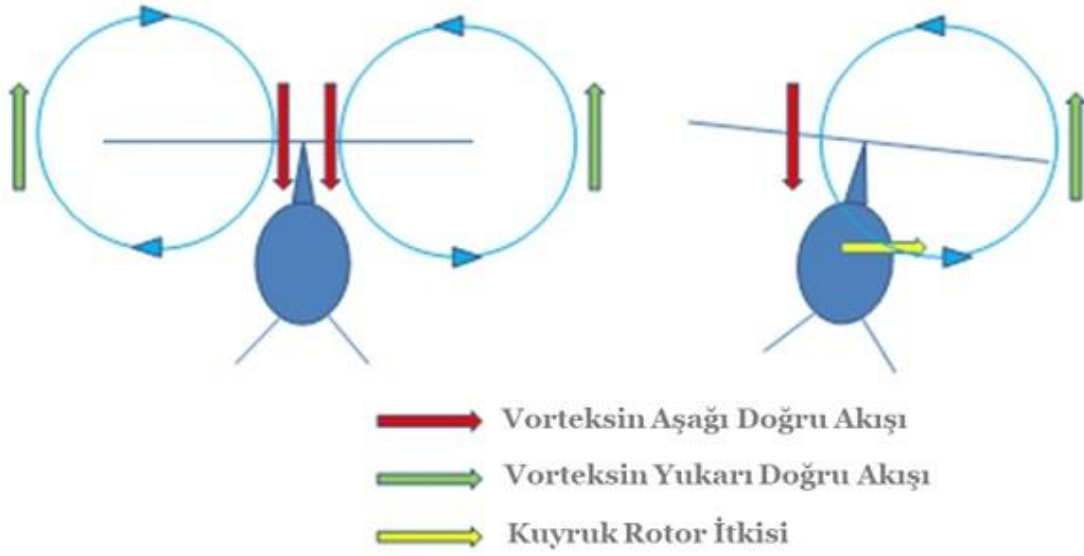
Çıkış Prosedürleri:

1. Hava hızı kazanmak maksadıyla saykılık ileri tatbik edilir.
2. Kollektif azaltılır.

Vuichard Tekniği

Vorteks halkası durumundan kurtulmayı sağlayan Vuichard Tekniğinde pilot kollektifi kalkış gücüne kadar yükseltmekte, uygun şekilde sol pedal tatbik etmekte ve 10 ile 20 derece arasında yatış için sağa doğru saykılık tatbik etmektedir. İlerleyen pal Vorteksin yukarı doğru hava akış kısmına eriştiği anda kurtarma prosedürü tamamlanmaktadır.

Vuichard Tekniği aslında vorteksin yukarı doğru akış kısmını helikopteri vorteks halkası durumundan kurtarmakta yardımcı olarak kullanmaktadır. Saat istikametinin aksi yönde dönen ana rotor pallerine sahip bir helikopterde, kurtarma manevrasına kollektif tırmanma gücüne kadar artırılarak başlanır, hava aracının burnu sol pedal tatbik edilerek istikamette muhafaza edilir ve aynı anda 10° ile 20° arasında bir yatış için sağ tarafa saykılık tatbik edilir.



Kuyruk rotor itkisi ile sağa derin olmayan yatışın kombinasyonu helikopterin sağa doğru hareket etmesine neden olur. İlerleyen pal (sağ taraftaki) vorteksin yukarı doğru akan kısmına ulaştığında kurtarma manevrası tamamlanır (Ana rotor palleri saat istikameti yönünde dönen helikopterlerde saykılık ve pedal kumandaları tam aksi yönde uygulanır: sola saykılık ve sağ pedal).

Kurtarma manevrası esnasında kollektif tatbik edildiğinde, burnun sağa doğru kaçmasını engellemek için yeteri kadar sol pedal mutlaka tatbik edilmelidir. Kurtarma manevrası esnasında unutulmaması gereken en önemli husus; vorteks halkası durumundan çıkışa kuyruk rotoru tarafından oluşturulan itkinin sağladığı yardımdır, bu nedenle sol pedal tatbiki çok önemlidir.

Öğretmen pilotlar vorteks halkası durumundan kurtarma manevrasını öğretirken uygulanacak prosedürleri iki kısma ayırarak pilot adaylarının daha kolay ve iyi öğrenmelerini sağlayabilirler. Kurtarma manevrasında ilk olarak saykılık 10° - 20° yatış açısı sağlayacak şekilde sağa tatbik edilir ve sonrasında kollektif, sol pedal tatbiki asla unutulmadan tırmanma gücü tesis edilene kadar artırılır. Pilot adayları iki aşamalı

uygulamada ustalaştığında bütün kurtarma manevraları yumuşak ve aynı anda uygulanabilir.



Vuichard Kurtarma Prosedürü (Ana rotor palleri saat istikameti aksi yönünde dönen helikopterler için):

- Kollektifi kalkış gücüne kadar yükseltin ve istikameti muhafaza etmek için sol pedal tatbik edin.
- Yatay hareket kazanmak için aynı anda sağa doğru 10° ile 20° yatışla sağa doğru saykılık tatbik edin.
- İlerleyen ana rotor pali vorteksin yukarı doğru akışına girdiği anda vorteks halkası durumundan kurtulma manevrası tamamlanmıştır.

İniş/Kalkış Uçuş Karakteristikleri

Yer Rezonansı

Yer rezonansı; palin normal pozisyonunun anormal şekilde değişerek, rotor aerodinamik dengesizliğine (ilerleme veya geride kalma) neden olduğu durumlarda, ana rotor/hub ve gövdenin yalpalama ve/veya yunuslamasına neden olan, kendi kendine başlayan bir sarsıntı fenomenidir.

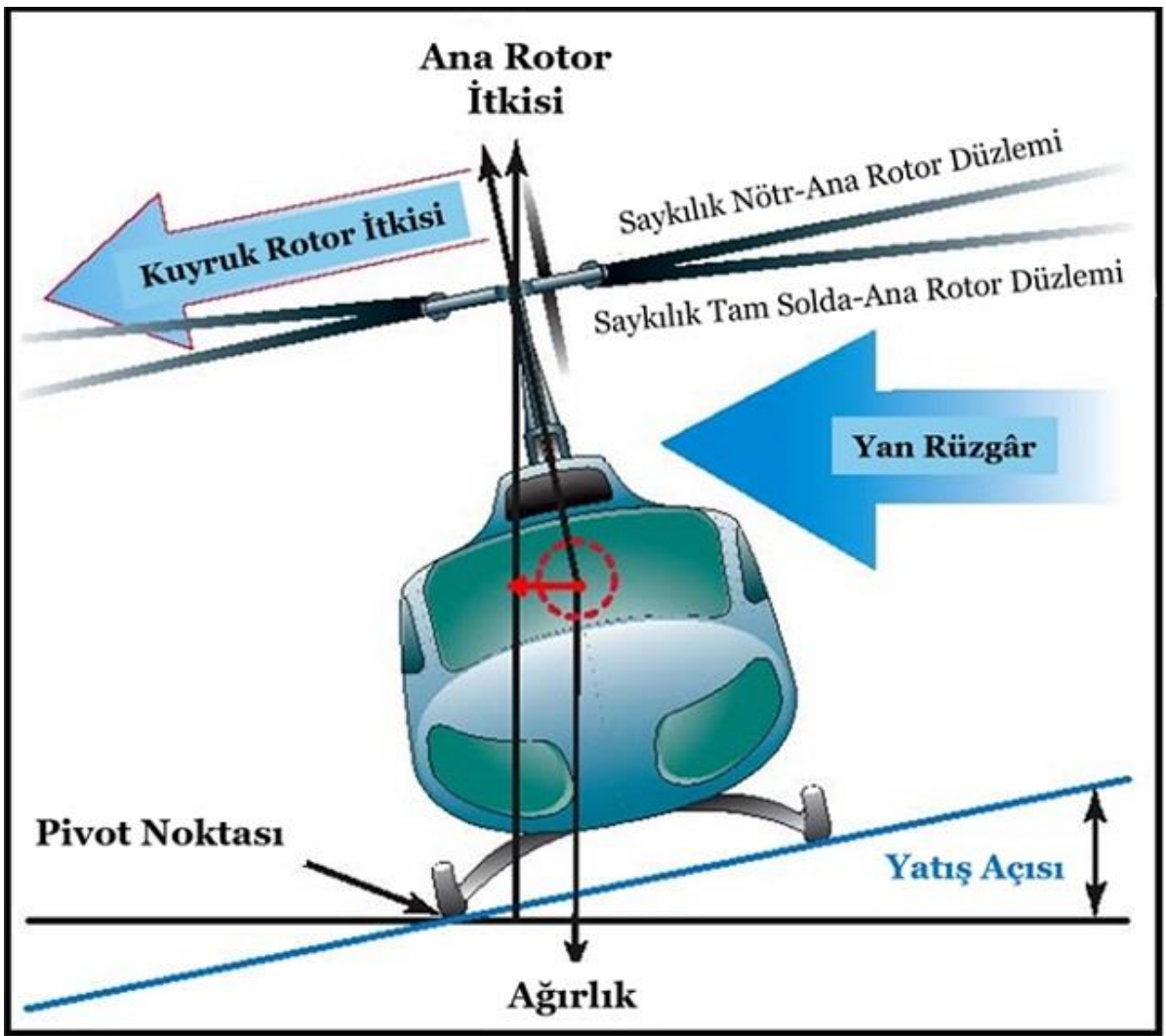
Bu durum sadece helikopter yerdeyken görülür. Fenomen genel olarak; arızalı bir rotor damperi, iniş tekerlekleri veya darbe emicilerdeki dengesiz basınç veya iniş safhası esnasındaki özel durumlardan kaynaklanan nedenlerle palin aşırı bir şekilde ana rotor iz düzlemi dışında olmasından kaynaklanmaktadır.

Örneğin; tek bir tekerlek üzerine sert inişten kaynaklanan iniş takımı tekerleklerinin reaksiyonu, olası yer rezonansı ile birlikte, rotor pallerinin ilerleme veya geri kalma azami değerine çıkmasına neden olabilir.

Eğer herhangi bir nedenle rotor palleri sürüklenme menteşeleri (ilerleme-gerileme) etrafında hareket ettiklerinde ve bu nedenle de ağırlık merkezi rotor diskinin bir tarafına doğru yer değiştirdiğinde, aşağıda belirtilen durumlar meydana gelebilir “Yer Rezonans Fenomeni:

- Pallerin ağırlık merkezi rotor merkezine doğru helezonik bir yol izler (sistem stabilize durumdadır),
- Pallerin ağırlık merkezi, dışarı doğru helezonik bir yol izler (sistem stabil durumda değildir).

Darbeli rüzgâr nedeniyle oluşabilecek ikinci durumda sistem stabil duruma gelmez, merkezkaç kuvveti nedeniyle pallerin dönü hareketi kendi yapısından biriyle eşit bir frekansta gerçekleştiğinde, sistemde rezonans fenomeni başlar.



Sağ Skid Yere Temas Halindeyken Helikoptere Etki Eden Kuvvetler

Bu fenomen birkaç saniye içinde helikopterin tamamen imha olmasına neden olabilir:

- Kalkış durumunda helikopter minimum kaldırma oluşturmamış ise (yani henüz yere temas halindeyken),

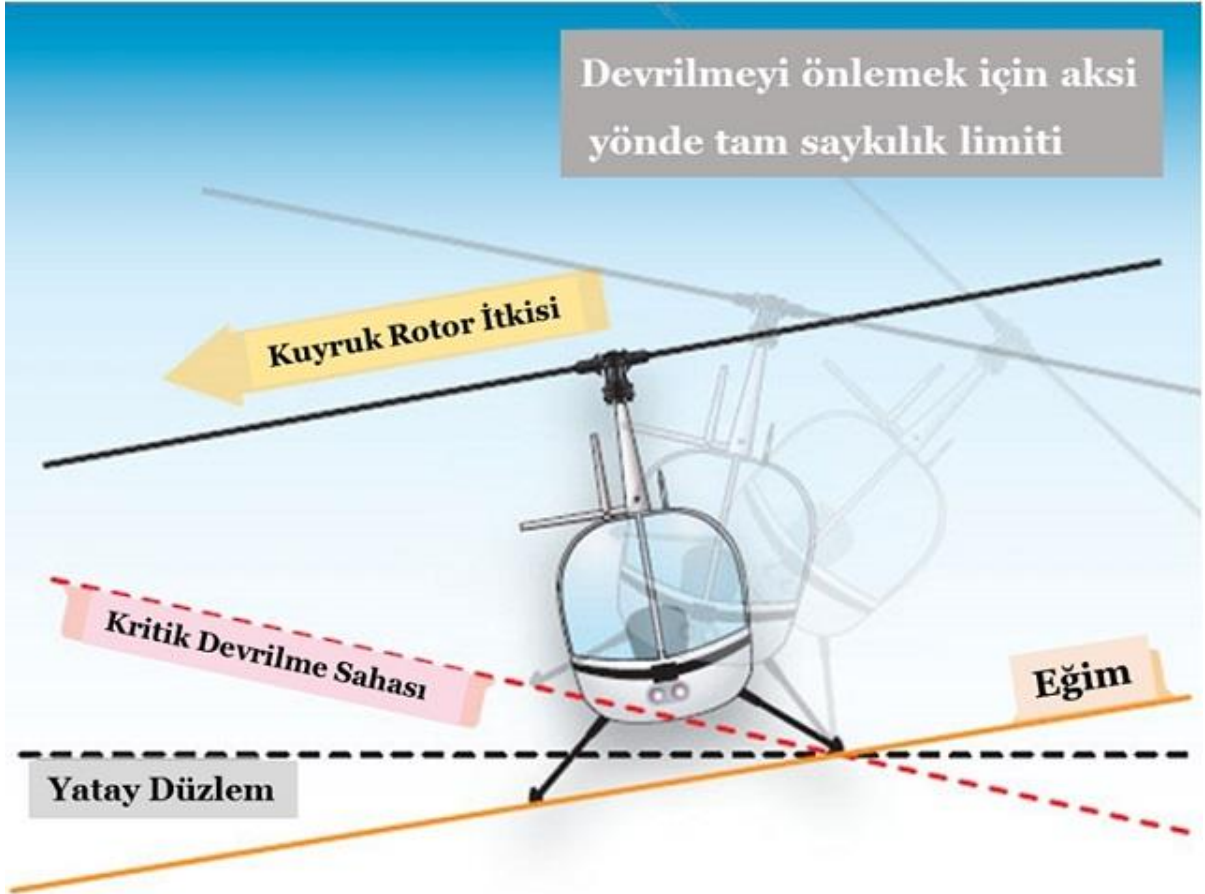
- İniş durumunda yere temas sonrasında.

Düzeltici işlemler aşağıdakilerden ibarettir:

- Rotor RPM'i çalışma limitleri içindeyse derhal kalkış yapılır,
- Rotor RPM'i çalışma limitleri içinde değilse; motorlar OFF durumuna alınır ve kollektif minimuma indirilir (belirtilen bu sırayla).

Yer rezonansından kaçınmak maksadıyla uçuş öncesi kontrol esnasında rotor damperleri ve iniş takımı darbe emicilerin etkinliği ve iniş takımı lastiklerinin toleranslar içinde şişirilmiş oldukları hassas bir şekilde kontrol edilmelidir.

Diğer bir yer rezonans tipi de iniş ve kalkışlar esnasında Ağırlık Tekerlekler Üzerinde (WOW) anahtarlarından bir tanesinin helikopteri yerde (GND), diğerinin de havada (AIR) olduğunu gösterdiği durumlarda meydana gelebilir. Böyle bir durumda Otomatik Uçuş Kontrol Sistemi (varsa), 60 saniye süresince yerde çalışmaya eğilimlidir. 60 saniyeden sonra AFCS havada çalışma eğilimi göstermeye başlar. Bu nedenle, bu durum bir yer rezonansı oluşumuna neden olabilir. Bu fenomen hissedildiğinde süratle yerden havıra kalkış yapılması veya Otomatik Uçuş Kontrol Sisteminin (AFCS) devreden çıkarılması tavsiye edilir.



Dinamik Devrilme

Normal kalkışlar ve inişler esnasında veya yanal açıyla eğimli araziler üzerinde veya hafif kayışlı olarak ana iniş tekerleği zemine temas ettiğinde yalpalama eksenini

etrafında, aşırı şartlarda saykılık kumandanın tam olarak uygulanmasıyla dahi durdurulamayan bir dönü meydana gelecektir.

Helikopterin yalpalama eksenini etrafında dönme eğilimi saykılık kumanda tatbiki ve güç azaltarak düzeltilebilir.

Kollektifin aşağı bastırılması, rotor kaldırma kuvvetini azalttığından, devrilme eğiliminin kontrol altına alınmasında saykılık kumanda tatbikinden daha etkilidir. Yatay durum açısı, sağa doğru dönüşlerde, yan rüzgârında, asimetrik yüklenmeyen kanat yükleri ve sol pedal uygulandığında daha da artar. Bu şartların en kritik modlarda olduğu durumlarda ve yüksek gros ağırlık, yüksek irtifa, sıcak hava şartları ve sağ tekerlek üzerinde helikopter kaldırma kuvveti neredeyse ağırlığa eşitken havır yapıldığında, her bir yatay durum açısı için kontrol edilemeyen bir durumun oluşma ihtimali vardır. Sadece bir iniş takımının yere temas ettiği manevralar icra edilirken helikopterin durumunu, özellikle de yatay durumunu kontrol altında tutmak için özellikle dikkat edilmelidir. Örneğin düşük süratli bir kalkış yapılırken ve yalpalama eksenini etrafında kuyruk rotor itkisi tarafından başlatılan moment saykılık kumanda uygulanarak yenilmediği takdirde yatay açının kritik değeri saykılık kumanda tatbikiyle dönüşün durdurulamayacağı şekilde iki saniyeden daha az bir süre içinde aşılabacaktır.



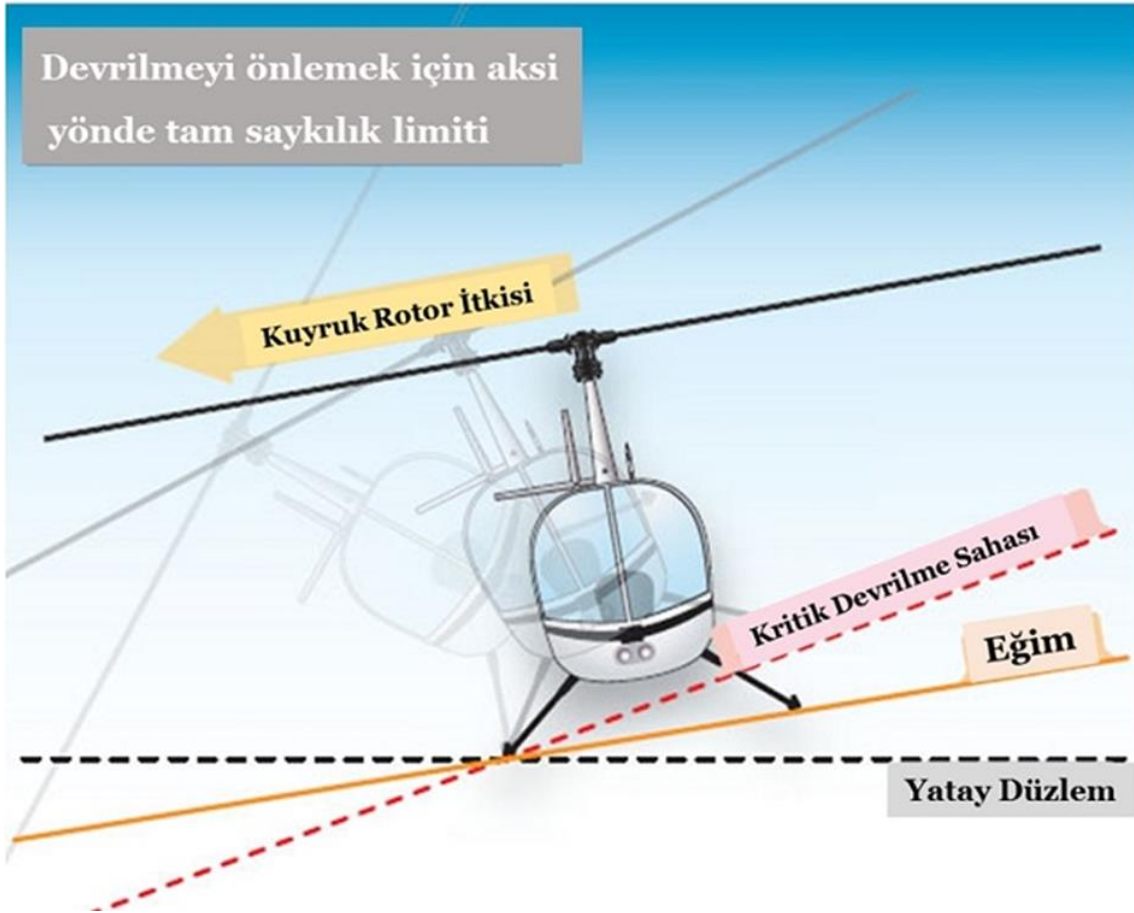
Pilot helikoptere yumuşakça komuta etmeli, aşırı uçuş kontrol hareketlerinden kaçınmalı ve helikopteri daima düz durumda muhafaza etmelidir. Normal kalkışlarda veya nispeten düz zeminlere inişlerde iniş takımlarından bir tanesi yerle temas halindeyken ve rotor kaldırma gücü yaklaşık olarak helikopter ağırlığına eşit ise helikopterin yere göre durumu kumandalar hassas bir şekilde kullanarak muhafaza edilmelidir.

Manevraları yumuşak bir şekilde gerçekleştirin ve irtifada herhangi bir değişikliğe fırsat vermeyerek helikopteri özellikle yalpalama ekseninde düz durumda muhafaza edin. Eğer yatay durum açısı bir yükselmeye (5-8 derece arasında) maruz kalırsa ve

tam saykılık tatbiki bunu azaltmak için yeterli değilse yalpalama hareketi kollektif hatve açısı azaltılarak düzeltilebilir.

Bütün yamaç iniş ve kalkışlarında uygulanabilir prosedürlere uyulmalı ve yalpalama açısı asgari seviyede muhafaza edilmelidir. Helikopteri düz duruma getirmek için aşağı taraftaki iniş takımını yumuşak bir şekilde kaldırm ve sonra kalkışı icra edin (iniş safhasında iseniz bir iniş takımı üzerine inin sonra yavaşça aşağı taraftaki iniş takımını aşağı doğru indirin). Eğer helikopter aşağı taraftaki iniş takımı üzerinde bir devrilme hareketine (5 ile 8 derece) başlar ise yatay durum açısını düzeltmek ve düz duruma geri dönmek için kollektif hatveyi azaltın, sonra kalkış prosedürünü uygulayın.

Kollektif kumanda hareket sığasının %40'ından azının tedrici ve yumuşak bir şekilde azaltılması (bu azaltma kollektifi azami hatveden minimum hatveye getirmek için gereken iki saniye oranından daha az bir oranla yapılmalıdır), kollektifin aşağı bastırıldığı momentin iki derece içinde, mevcut devrilme hareketini durdurmaya yetecektir.



Kollektifin gereğinden fazla bir hızla azaltılması ana rotor pallerinin kuyruk bumuna temas etmesine neden olabilir. Bunun da ötesinde helikopter eğimli bir arazi üzerindeyse ve yukarı taraftaki iniş takımına doğru dönüş meydana geldiğinde kollektifin süratle azaltılması aksi yönde bir dönüşe neden olabilir.

Yamaç yukarı taraftaki iniş takımı yere temas ettiğinde dinamik hareket helikopteri iniş takımı üzerinde sekmesine neden olabilir ve meydana gelen atalet, helikopteri

yamaç aşağı iniş takımı üzerine doğru yuvarlanmasına ve dinamik devrilmeye neden olabilir.

Aksi yönde büyük ve ani yalpalama hareketlerine neden olacağından helikopteri havıra kaldırmak için asla ani kollektif tatbiki yapmayın. Bu hareketler kontrol edilemez hale gelebilirler.

Helikopterin enine açısı tam saykılık uygulamasını gerektirdiğinde, bir iniş takımı yere temas halindeyken, rotor kaldırma gücü yaklaşık olarak ağırlığa eşit olduğunda helikopter dinamik devrilmeye maruz kalacaktır.

İniş veya kalkış safhasında rotor kaldırma gücü yaklaşık olarak ağırlığa eşit olduğunda ve bir iniş takımı yerle temas halindeyken helikopteri düz durumda muhafaza edin ve durumunun değişmesine müsaade etmeyin. Hassas bir durum kontrolünü muhafaza ederek, yumuşak bir şekilde yere teması sağlayın (veya kalkış yapın).

Kollektif hatvenin, saykılık uygulamasıyla koordineli olarak eğime doğru aşırı uygulanması. Yamaç aşağı taraftaki tekerlek/skid eğik zeminle temas halindeyken, kollektif kumandanın aşırı tatbiki yamaç yukarı taraftaki tekerleğin/skidin yükselmesine, saykılık kumanda etkinlik limitinin aşılmasına ve yamaç aşağı devrilme hareketinin başlamasına neden olabilir.

Havırdan normal kalkış ve inişler esnasında çapraz eğim kalkışları ve eğik açılı veya yana kayışlı iniş ve kalkışlarda. Helikopterin yerdeki tekerleği/skidi üzerinde döneceği ve saykılık kumandanın tam uygulanmasıyla dahi düzeltilemeyecek bir yuvarlanma hareketine girebileceği durumlar meydana gelebilir.

Saykılığın yamaca doğru kollektif hatve ile koordineli olarak aşırı şekilde uygulanması. İniş ve kalkışlar esnasında bu durum yamaç aşağı taraftaki tekerleğin/skidin yeteri kadar yükselerek yatay saykılık kontrol limitlerini aştığı durumlarda meydana gelebilir ve yukarı doğru bir devrilme hareketi oluşur.

Dinamik devrilmeden kaçınmak maksadıyla:

- Havırdan otorotasyonlar daima rüzgâr içine doğru yapılmalı ve darbeli rüzgâr şartlarında ve rüzgâr hızı 10 knot üzerinde ise dikkatli olunmalıdır.
- Çitler, yangın söndürme cihazları, çalılar, pist/taksi yolu ışıkları, yere bağlama ipleri veya skid veya tekerleklerle takılabilecek diğer engellere yakın havır yapılırken çok dikkatli olunmalıdır. Sıcak asfalt zemin üzerine park edildiğinde skid veya iniş takımının asfalt içine gömülmesi ihtimali göz önünde bulundurulmalıdır.
- Daima iki adımlı kalkış tekniği kullanılmalıdır. Skidler veya iniş tekerlekleri üzerinde hafifleme durumuna gelecek kadar kolektif tatbik edilmeli ve helikopterin dengede olduğu hissedilmeli ve sonrasında yumuşak ve tedrici bir şekilde kolektif kumanda tatbik edilerek kalkış yapılmalıdır.
- Özellikle yana ve geriye doğru yapılan yere yakın icra edilen havır manevralarında havır irtifası skidler veya iniş tekerlekleri çevredeki engellerden yeteri kadar emniyetli mesafede olmalıdır.

- Rüzgâr yamaç yukarı taraftan eserken daha az yatay saykılık kontrol olduğu asla unutulmamalıdır.
- Eğimli araziye iniş ve kalkışlarda arka rüzgârından daima kaçınılmalıdır.
- Ana rotor palleri saat istikametinin aksi yönde dönen helikopterlerde sol skid veya iniş tekerleği yamaç yukarı tarafta olduğunda daha az saykılık kumanda kontrol kabiliyeti olduğu unutulmamalıdır.
- Yolcu veya yüklerin yüklenmesi veya boşaltılması esnasında yatay saykılık kumanda değişiklikleri gerektiği asla unutulmamalıdır.
- Helikopterde yakıtın bir taraftan diğer tarafa otomatik olarak transferini sağlayan yakıt sistemi varsa, yakıtın deponun yamaç aşağı bölümüne doru akışının helikopterin ağırlık merkezini değiştireceği ve aynı yatay seviyeleri elde etmek için farklı miktarda saykılık kumanda girdileri gerektireceği unutulmamalıdır.
- Saykılık kumanda limitlerinin aşılmasına dikkat edilmelidir. Saykılık kumanda limitlerine ulaşıldığında kolektif kumandanın daha da aşağı bastırılması mast vurmasına neden olabilir. Mast vurması meydana geldiğinde derhal havı kalkılmalı ve daha az eğimli bir iniş yeri seçilmelidir.
- Eğimli araziden kalkışta, dikey yükselmeyi sağlamak ve eğimli arazide kaymayı önlemek maksadıyla; kalkışa ana rotor diski ufuk hattı ile paralel duruma veya çok hafif yamaç yukarı tarafa getirilerek başlanır. Yamaç yukarı taraftaki skid veya iniş tekerleğinin yamaç aşağı taraftaki skid veya iniş tekerleğinden daha önce zeminden ayrılmaya başlaması durumunda kolektif kumanda yavaş ve yumuşak bir şekilde aşağı doğru tatbik edilir ve skid veya iniş tekerleğinin zeminde bir şeye takılı olup olmadığı kontrol edilir. Böyle durumlarda dikey yükselme kabul edilebilir tek kalkış yöntemidir.
- Dinamik devrilmenin, iniş platformunun hareket ettiği düz zeminlere yapılan iniş ve kalkışlarda da meydana gelebileceği asla unutulmamalıdır. Petrol platformları ve gemilere yapılan iniş ve kalkışlarda pilot dalga hareketlerinden kaynaklanan alçalma-yükselme saykılını belirlemeli ve dalganın en aşağı seviyede olduğu durumda iniş ve kalkışını gerçekleştirmelidir.

Pilot Tarafından Başlatılan Osilasyon (P.I.O.)

Pilot tarafından başlatılan osilasyonlar tehlikelidir ve kaza-kırımlara neden olurlar. Pilot tarafından başlatılan osilasyon genel olarak; pilot ve hava aracının anormal müşterek katkısı sonucu oluşan hava aracının beklenmeyen ve süren anormal osilasyonu olarak tanımlanmaktadır.

PIO, pilotun hava aracını kontrol edebilmek maksadıyla verdiği kumanda girdileri tarafından başlatılan ve bir pilotun giderek artan derinliklerde aksi yönde kumanda vermesiyle ortaya çıkan sürekli ve kontrol edilemeyen osilasyonlardır.

Bu fenomen, herhangi bir arıza veya diğer nedenlerle dinamik stabilitenin bozulduğu ve reaksiyon göstermek isteyen pilotun tepkisinin, yanlış bir anda belirgin bir yanlış osilasyon oluşturmalarıdır.

Potansiyel olarak bu problem, hassas havır uçuşunun darbeli rüzgâr tarafından bozulduğu durumlarda görülür.

Bu tip istikrarsızlık her zaman görülmez ve kaçınılması da mümkün değildir.

Düzeltilici işlem; osilasyonlara reaksiyon vermeden kumandaları bulundukları konumda tutmak ve helikopterin otomatik olarak bu fenomeninin üstesinden gelmesini beklemektir.



Bütün uçuculara emniyetli uçuşlar dilerim.