

Robinson Helikopterlerinde Mast Vurması Problemi

Helikopter sola tath bir yatışla dönmektedir, her şey normaldir. 2,200 feet irtifada uçan helikopterde öğretmen pilotun konuşması duyulur, ne yazık ki konuşmasını bitiremez, arka planda rüzgâr benzeri bir ses ve öğrenci pilotun “ımdat” çığlığı duyulur.

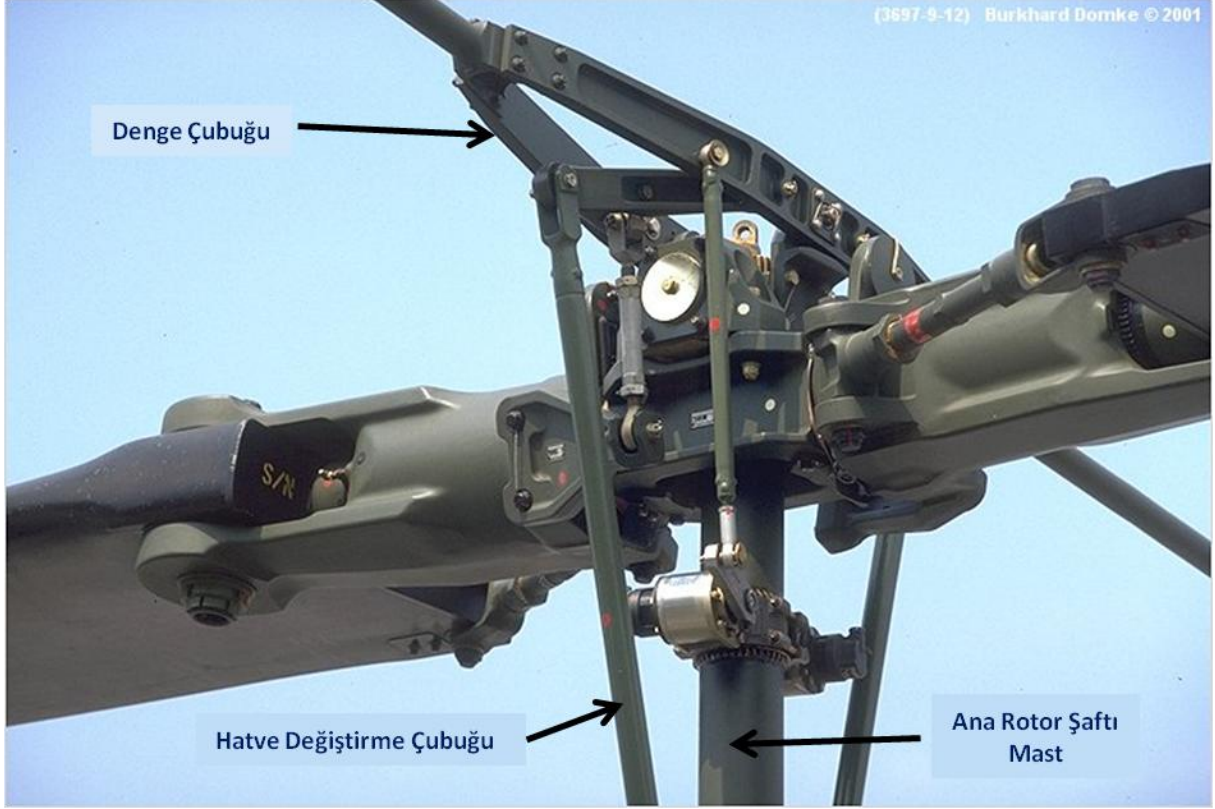
Ercan Caner, Sun Savunma Net, 27 Aralık 2020



Yeni Zelanda’da 19 Şubat 2015 tarihinde yapılan bir eğitim uçuşunda, Robinson R-44 modeli bir helikopter uçuş esnasında parçalara ayrılır ve yere çakılır. Daha havadayken kendini parçalamaya başlayan helikopterin enkaz parçaları çok geniş bir alana yayılmıştır. Bu korkunç kazada, toplam 4,703 saat uçuşu olan öğretmen pilot ve uçuş hayatına yeni başlamış henüz 10 saat uçuşu olan öğrenci pilot hayatlarını kaybeder.

Helikopter uçarken mast vurması nedeniyle ana rotor pervanelerinden bir tanesi kabine vurmuş ve helikopter kendi ana rotor palleriyle kendisini havada parçalara ayırırken, iki kişi hayatını kaybetmiştir. Mast vurması; ana rotor palleri iç kısımları veya ana rotor göbeğinin ana rotor sürücü şaftına temas etmesi sonucu gelişen ölümcül bir olaydır.

Kayıtlara göre helikopter; kazanın meydana gelmesinden hemen önce; deniz seviyesinden 2,350 feet yükseklikte, yerden yaklaşık olarak 1,000 feet irtifada 100 knot süratle uçmaktadır. Kaza anındaki meteorolojik şartlar helikopter uçuşu için son derece uygundur. Rüzgâr hızı 5-10 knot arasında değişmekte ve aralıklı olarak 20 knota kadar çıkmaktadır.



Birleşik Devletler silahlı kuvvetlerinde 1970'li yıllarda meydana gelen önemli sayıdaki mast vurması kaza-kırımları sonrasında Bell Firması tarafından tasarlanıp geliştirilen ve UH-1 helikopterinin ana rotor sistemine ilave edilen denge çubuğu.

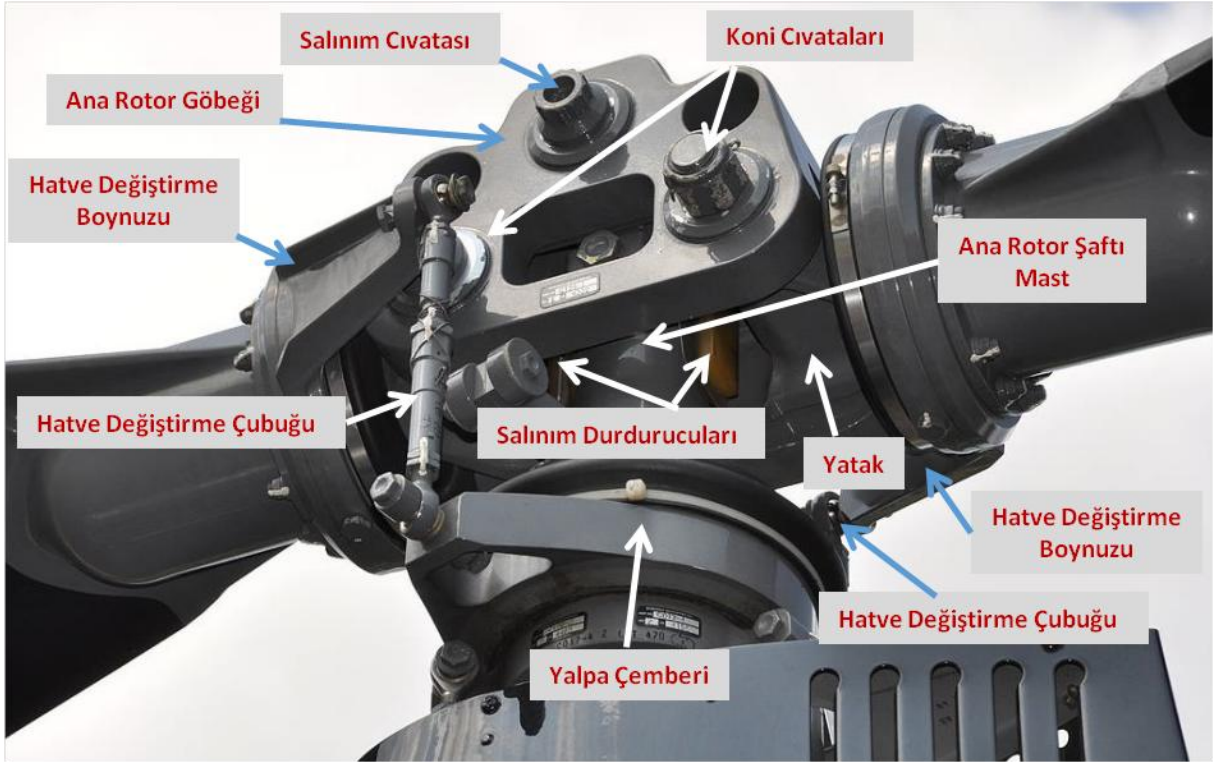
R-44 helikopteri, Robinson Firması tarafından tasarlanıp geliştirilen dört kişilik bir helikopterdir. İlk kez 1993 yılında kullanılan R-22 modeli helikopterin geliştirilmiş bir versiyonudur. Robinson Firması tarafından tasarlanan ve geliştirilen; R-22, R-44 ve türbin motorlu versiyonu R-66 modeli helikopterlerin hepsinin üzerinde de kendine özgü iki pervaneli tahterevalli yataklı ana rotor sistemleri mevcuttur.

Robinson Firması, R22 ve R44 modellerinden sonra beş kişilik R66 model türbin motorlu helikopter üretimine 2010 yılında başlamış ve helikopterin FAA (Federal Aviation Administration – Federal Havacılık İdaresi) sertifikasyonu 2012 yılında alınmıştır. 1973 yılında hafif ve ucuz helikopter imal etmek hedefiyle Frank Robinson tarafından kurulan Robinson Firması, 23 Aralık 2017 tarihi itibarıyla 12,000'inci helikopterini kullanıcıların hizmetine sunmuştur.

Tahterevalli Yataklı Ana Rotor Sistemi

Tahterevalli yataklı ana rotor sistemleri, örneğin Bell-47 (Üretim-5,600) ve UH-1 (Üretim-16,000) gibi iki pervaneli ana rotor sistemlerinde de kullanılmıştır. Bell Firması tarafından geliştirilen bu iki helikopterde de ana rotor sistemine; istikrarı artırmak amacıyla yukarıdaki şekilde görülen, rotor pallerine 90 derece açıda bir denge çubuğu eklenmiştir.

Bu helikoptere denge çubuğu eklenmesinin nedeni; 1970'li yıllarda önemli sayıda mast vurması olayının yaşanmasıdır. Mast vurması tahmin edebileceğiniz gibi aşırı tahterevalli hareketi yapan ana rotor palleri nedeniyle; pallerin bağlı olduğu ana rotor göbeğinin helikopterin mastına vurmasıdır. Mast vurmasının yeteri kadar şiddetli olduğu durumlarda hasar gören mast tamamen imha olabilir ve ana rotor sisteminin parçalanmasına neden olabilir.



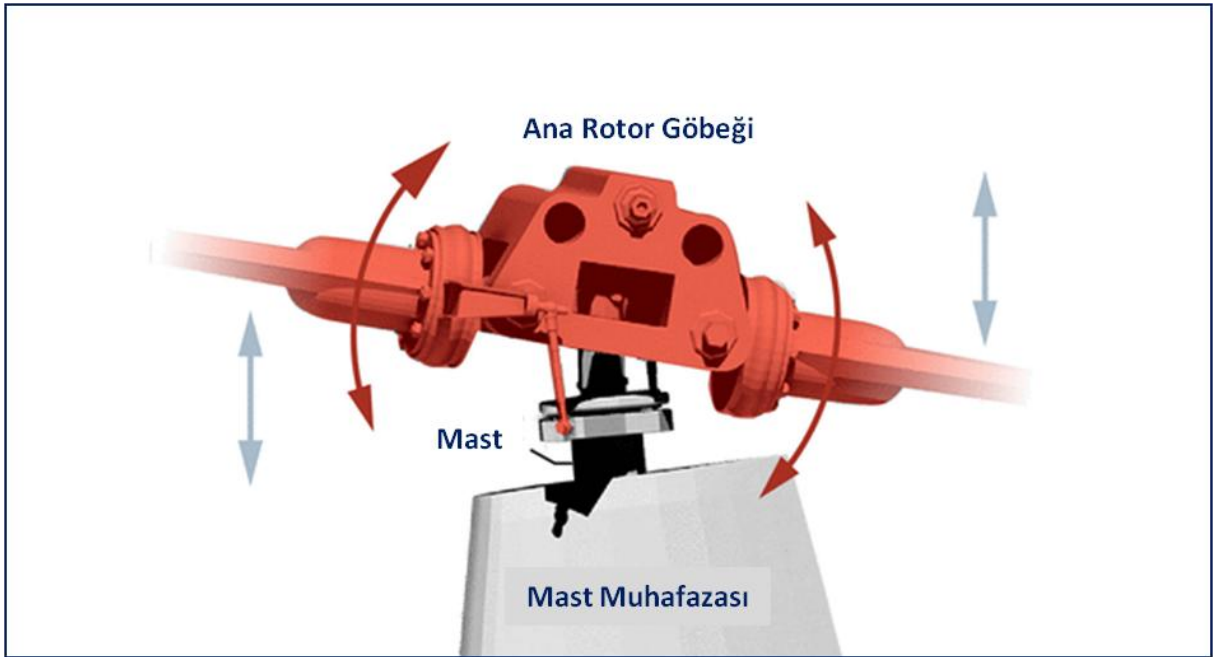
Robinson firması imali R-22, R-44 ve R-66 helikopterlerinin kendine özgü ana rotor pervane sistemi.

Ana rotor pallerinin aşırı tahterevalli hareketinin olası nedenleri arasında pilot tarafından verilen aşırı kumanda girdileri de bulunmaktadır. Aşırı tahterevalli hareketi, pervanelerin açısını kontrol eden hatve değiştirme çubukları üzerine aşırı yük binmesine neden olur. Hatve değiştirme çubukları hasarlandığında ise pervaneler kontrolsüz olarak dönmeye başlar ve helikopterin gövdesine vururlar.

Mast veya hatve değiştirme çubuklarının hasarlandığı iki senaryoda da sonuç kaçınılmaz olarak felakettir.

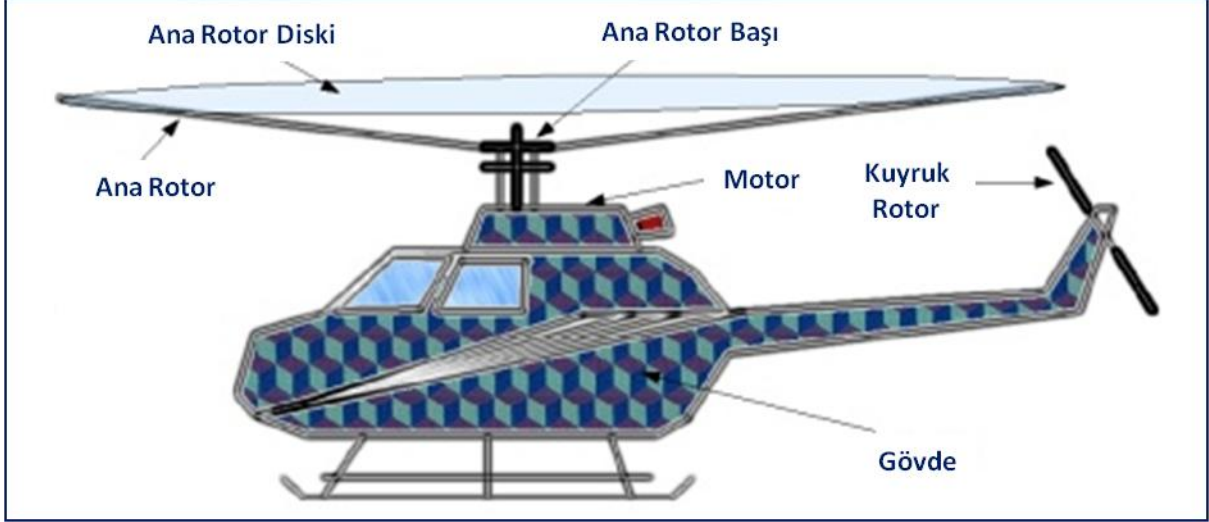
Robinson imali bütün helikopterlerin ana rotor sistemlerinde yukarıdaki Şekilde görüldüğü gibi ana rotor dn düzleminin belirli bir yöne eğilmesini sağlayan salınım mafsalı ve her bir palin aşağı-yukarı doğru flaplamasını sağlayan koni mafsalları bulunmaktadır. Flaplama hareketi, pallerin Şekilde görülen koni cıvatalarına bağlı mafsallar üzerinde pal uzunluk eksenine göre dik olarak hareket etmesidir. Flaplama, uçuşun normal bir fonksiyonudur ve paller dönerken, hava hızı ve pal hücum açısındaki değişimlere tepki olarak ana rotor kaldırma kuvvetinde meydana gelen değişimlerin sonucudur.

Flaplama; rüzgarlı havalarda ana rotor pallerinin yavaş dönüsünün yeterli merkezkaç kuvvet ve istikrar sağlayamadığı, özellikle motor çalıştırılırken ve susturulurken oldukça sık rastlanılan bir durumdur. Aşırı flaplamayı kontrol etmek ve masta zarar vermesini engellemek maksadıyla yukarıdaki Şekilde görüldüğü gibi salınım durdurucuları kullanılmaktadır.



Diğer helikopterler üzerinde bulunan daha ağır paller ile karşılaştırıldığında Robinson Firması tarafından imal edilen R-22, R-44 ve R-66 modeli helikopterlerde kullanılan ana rotor pallerinin tamamı hafif ve düşük-ataetli paller olarak sınıflandırılmaktadır. Düşük-ataetli pallerin sağladığı bazı avantajlar olsa da, yetersiz gaz kolu kontrolü, motor arızası veya otorotasyona yavaş girişlerde görülen ana rotor pallerinin dakikadaki dn miktarındaki hızlı potansiyel düşme en büyük dezavantajlarından bir tanesidir.

Bu problemleri ortadan kaldırmak maksadıyla Robinson Firması helikoptere otomatik karbüratör ısıtıcı kontrol sistemi yerleştirmiş, daha güçlü bir motor kullanımına gitmiş, ana rotor pallerini modifiye etmiş ve pilotun motor-ana rotor hızlarını kontrolüne yardımcı olması için bir hız kontrol ünitesi yerleştirmiştir.



Mast Vurmasının Nedenleri

Mast vurma ana rotor pallerinin aşırı tahterevalli hareketidir. Aşırı salınım durumunda; ana rotor diski ve helikopter gövdesi göreceli olarak birbirlerine oldukça zıt yönlerde hareket eder. Ana rotor palleri dönü düzleminin (Ana Rotor Diski) normal dönü düzleminde önemli ölçüde sapması durumunda mast vurma meydana gelebilir. Mast vurmaya yol açan dört ana faktör bulunmaktadır:

- Düşük G kuvveti,
- Türbülans,
- Ani ve aşırı pilot kumanda girdileri ve
- Düşük ana rotor dönü hızı veya dakikadaki devir adedidir.

Düşük G Kuvveti

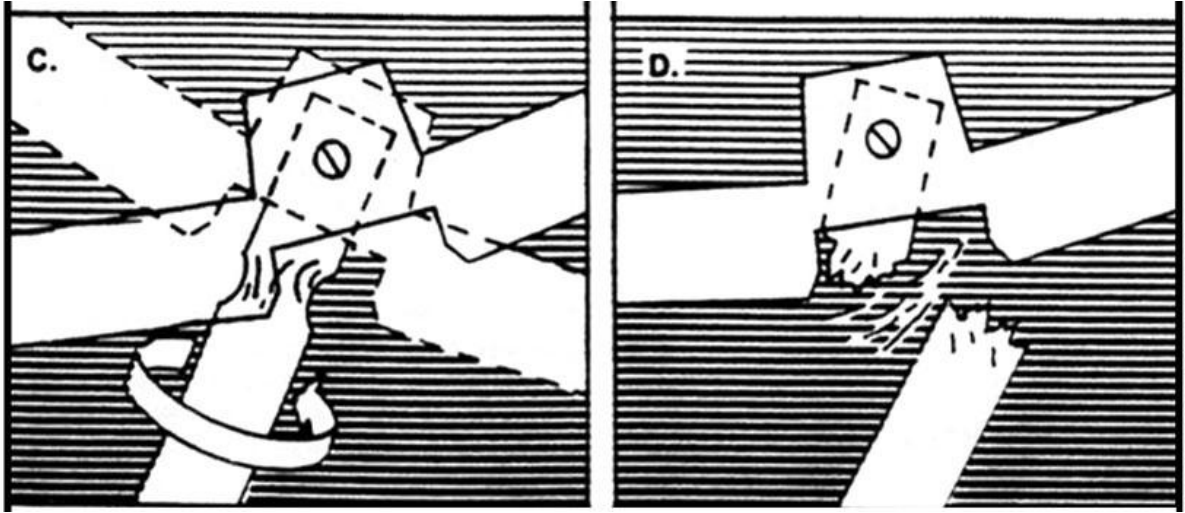
Düşük-G kuvveti bir cismin maruz kaldığı dikey kuvvetin yerçekimi kuvvetinden daha düşük olduğu durumdur. Dikey kuvvet “sıfır” olduğunda cisim ağırlıksız olarak nitelendirilir.

Düşük G kuvveti durumu hava aracı içindeyken kendinizi daha hafif hissettiğiniz durumdur. Düşük G Kuvveti durumu pilotun sayıklık kumandayı ani ve aşırı ileri

doğru itmesi sonucu başlayabilir. Tahterevalli rotor başlıklı bir helikopterde; helikopterin ağırlık merkezinin konumu ve kuyruk rotor itki hattı nedeniyle, pilotun ileri saykılık kumanda girdisi yeteri kadar hızlı ve güçlü olduğunda ve kuyruk rotor itki hattı yeteri kadar yukarı doğru hareket ettiğinde, helikopterde sağa doğru bir yalpa hareketi başlar. Tahterevalli rotor başı tasarımı ve ana rotorun jiroskopik istikrarı nedeniyle, ana rotor pal düzlemi konumunu bozmayacak veya yavaşça gövde yalpalamasının gerisinde kalacaktır.

Pilotun gözlemleyeceği durum ise helikopter gövdesinin sağa doğru yalpalaması olacaktır. Helikopterin sağa doğru yalpalamasını engellemek maksadıyla sola doğru saykılık kumanda tatbik edildiğinde; ana rotor pervane düzlemiyle, gövdenin sağa yalpalaması nedeniyle solda olan mast arasındaki açı daha da azalacak ve ana rotor yatağının masta vurmasına neden olacaktır.

Yüksek güç kullanılan uçuş durumlarında daha fazla ana rotor torkuna ve ana rotor tarafından üretilen bu torku elimine edebilmek için daha fazla kuyruk rotor itkisine ihtiyaç duyulmaktadır. Bu nedenle, yüksek hız gibi yüksek güç kullanılan durumlarda meydana gelebilecek sağa yalpalama hareketi çok daha derin olacaktır.



Mast vurmasının neden olabileceği hasarlar

Üretici firma, Robinson serisi helikopterlerdeki bu tipik problemi engellemek maksadıyla Düşük-G durumlarında saykılık kumandanın ileri doğru tatbik edilmesini yasaklamaktadır. Yasaklamayla sınırlı kalmayan üretici firma bunun yanı sıra; Düşük-G manevralarının helikopterin yatay kontrolünün yitirilmesine ve felakete neden olacağı konusunda da pilotları uarmaktadır.

Üretici firma, her ne kadar kabul etmese de tasarım hatasından kaynaklanan bu problemle karşılaşılması durumunda; önce geriye doğru nazikçe saykılık tatbik

edilerek ana rotor diskinin yüklenmesini ve daha sonra sağa doğru yalpalamanın önlenmesi için de aksi yönde saykılık kumanda tatbik edilmesini tavsiye etmektedir.

Türbülans

Türbülans hava aracı ve içindekiler üzerine etkileri açısından; hafif, orta, ağır ve şiddetli olarak sınıflandırılmaktadır. Türbülans, pilotların uçuş esnasında karşılaştıklarında hazırlıklı olmaları gereken sadece bir baş belası olmaktan öte tam bir tehdittir.

Yolcu ve mürettebatın güvenliklerini tehdit etmenin yanı sıra hava aracının kontrol edilebilirliğini olumsuz olarak etkilemekte, zaman zaman hava araçlarına zarar vermekte ve uçuş program ve planlarının sık sık değişmesine neden olmaktadır. Her yıl türbülans nedeni ile uğranılan maddi kayıplar aşağıda sıralanmıştır:

- 5 milyon ABD doları bakım,
- 35 milyon ABD doları yolcu ve mürettebat yaralanmaları
- 36 milyar ABD doları uçuş program/plan değişiklikleri.

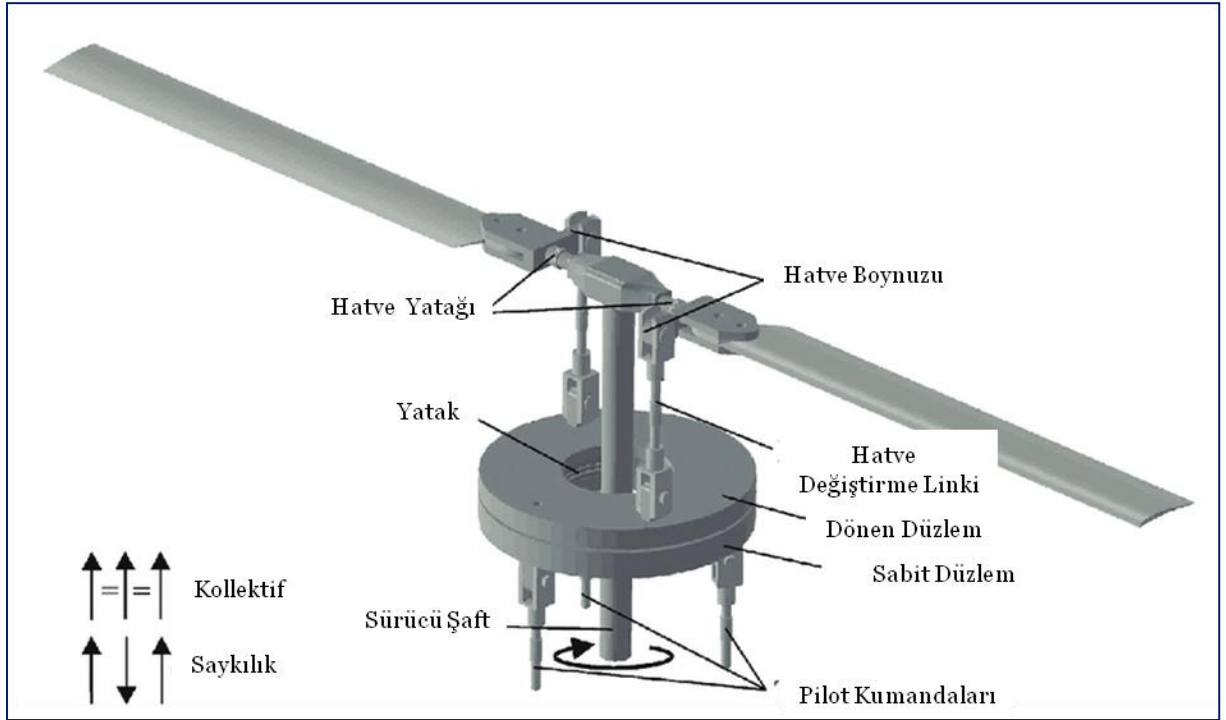


Fakat yağmur, sis ve kar gibi diğer görülebilir tehlikelerin aksine türbülans genellikle görülmez. Bir pilot açısından türbülans iki gözü kapalı olarak bir boks ringine çıkmak gibidir. Pilot bir yumruğun geleceğini biliyordur fakat ne zaman ve hangi yönden geleceğini görememektedir. Bir yumruğun size doğru geldiğini bilerseniz eğilerek, yumruğu bloke ederek veya en azından savunma maksadı ile gerekli tedbirleri alabilirsiniz, fakat görsel veriler olmadan yapabileceğiniz tek şey rakibin stratejisini tahmin etmekten öteye gidemeyecektir.

Hafif türbülans şartlarında hava aracı konumu ve irtifasında küçük değişiklikler görülürken şiddetli türbülans hava aracında yapısal hasarlara neden olabilmektedir. Hava aracının ağırlığı da türbülans şiddetinin belirlenmesindeki faktörlerden bir tanesidir. Hafif ve ağır helikopter uçurmakta olan farklı pilotlar türbülansı kesinlikle aynı şiddette hissetmeyeceklerdir.

Türbülans, mast vurmasına katkı sağlayan nedenlerden bir tanesidir. Aşağı doğru bastırıcı büyük bir rüzgâr darbesi, ana rotor diski üzerindeki yükü alarak bir Düşük-G durumuna neden olur. Aksi yönde alttan vuran büyük bir rüzgâr darbesi ise hücum açılarını yükselterek ana rotor pervanelerinin flaplamasına neden olur.

Uygun olmayan ve ani pilot kumanda girdileri veya verilen aşırı kumandalar türbülansın yarattığı olumsuz durumu daha da kötüleştirecektir. Robinson Firması, imal ettiği helikopterler için, tıpkı rüzgârda olduğu gibi bir türbülans limiti belirlememiştir. Bunun yerine yayınladığı bir emniyet bülteninde (SN-32) türbülanslı havalarda kumandaların uygun kullanılmamasının mast vurma riskini artıracığı uyarısında bulunmaktadır.



Robinson tarafından yayımlanan emniyet bültenine göre türbülansla karşılaşıldığında yapılması gereken ilk şey hava hızını azaltmaktır. Hava hızının azaltılmasının iki açıdan faydası bulunmaktadır. Düşük sürat kuyruk rotor palleri tarafından oluşturulan itkiyi azaltacağından, istem dışı sağa yalpalama olasılığı azalacak ve sağa yalpalama başlasa dahi oranı daha yavaş olacaktır.

Robinson Firması tasarımdan kaynaklanan sorunları pilotların üzerine yıkarak işin içinden sıyrılmayı sürdürmekte ve türbülans durumunda pilotlara emniyet

kemerlerini sıkılaştırmalarını ve sağ kollarını sağ bacakları üzerine iyice yaslayarak ani saykılık kumanda vermekten kağınmalarını tavsiye etmektedir.

Ani ve Aşırı Pilot Kumanda Girdileri

Robinson Firması imali R-22 ve R-44 helikopter kumandaları pilot kontrol girdilerine karşı oldukça hassastır ve süratli tepki gösterirler. Özellikle altta görülen Robinson helikopterlerine özgü saykılık kumandanın bütün hareket sığasındaki hareketleri için küçük kuvvet uygulamaları yeterlidir. Saykılık kumandanın hidrolik kontrol özelliği de his olarak çok az geri beslemeler sağladığından, pilot ana rotor sisteminde neler olup bittiğini sınırlı bir şekilde anlayabilmektedir.



Saykılık kumandaya pilot tarafından uygulanan büyük ve/veya ani bir kumanda girdisi, ana rotor diskinin salınımına neden olacaktır. Aşırı hareket ana rotor hareketinin masta göre; ana rotor göbeği ile mast arasındaki hareket sığasının azalmasına ve olası mast vurmasına neden olacaktır.

Robinson Firması bu problemi bertaraf etmek için de pilot yeteneğine güvenmekte ve pilotlara ani kumanda uygulamalarından kağınmalarını tavsiye etmektedir. Birleşik Devletler Ulusal Ulaşım Güvenlik Kurulu (NTSB - National Transportation Safety Board) tarafından yapılan bir R-22 kaza-kırım incelemesinin sonucuna göre pilot tarafından verilen büyük ve ani kumandalar direkt olarak mast vurmasına neden olmaktadır.

Düşük Ana Rotor Dönüsü (RPM)

Ana rotor diskinin konileme açısı ana rotor pervaneleri tarafından oluşturulan kaldırma kuvvetiyle dönüşünden sağlanan jiroskopik kuvvet arasındaki etkileşimin bir sonucudur. Helikopter yerde, normal çalışma RPM'inde (Rotation Per Minute-

Dakikada Devir Adedi) ve hiç kollektif kumanda tatbik edilmemiş durumdayken ana rotor diski düz durumdadır.

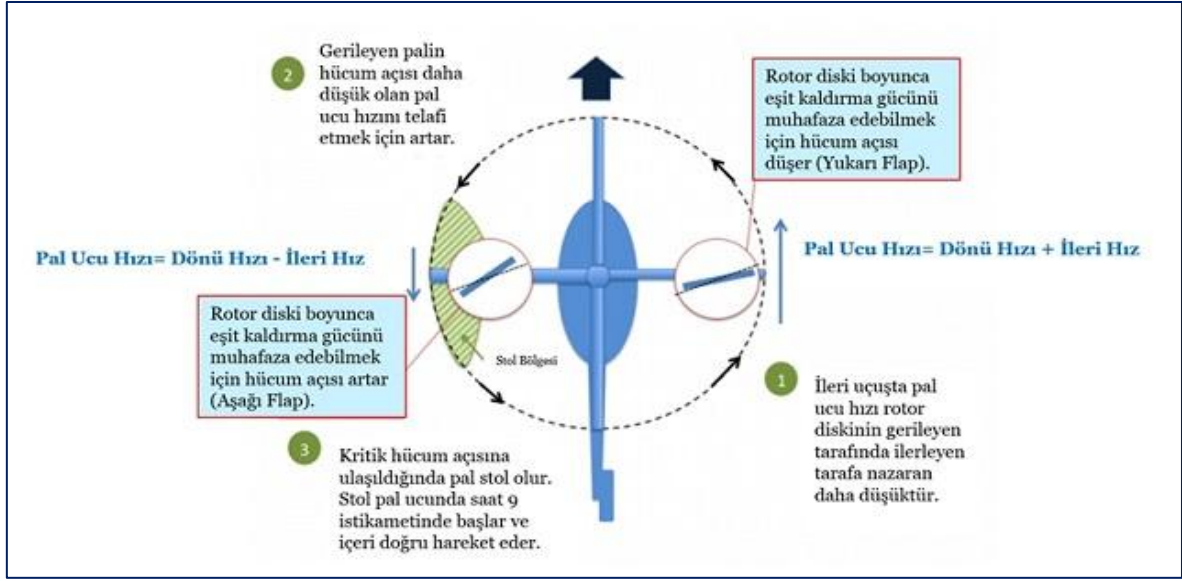
Helikopter havada sabit durumda uçarken ana rotor pervaneleri, yaratılan kaldırma kuvvetine tepki olarak yukarı doğru koni şeklini almış durumdadır. Helikopter sabit uçuş durumundayken ana rotor RPM'inin azaltılması durumunda, azalan jiroskopik kuvvet nedeniyle ana rotor pervanelerinin yukarı doğru konik şekli daha da artacaktır.

Düşen RPM'in ikinci etkisi de kaldırma kuvvetinin azalmasıdır. Aynı kaldırma kuvvetinin muhafaza edilebilmesi için, pilot tarafından kollektif kumandanın yukarı doğru tatbik edilmesi (ana rotor pallerinin hücum açısının artırılması) gerekmektedir. Bu durumda; ana rotor pallerinin artan hücum açısından kaynaklanan geri sürüklenme kuvveti de artacak ve tepki gösterilmediği durumlarda da RPM'in daha da düşmesine neden olacaktır.

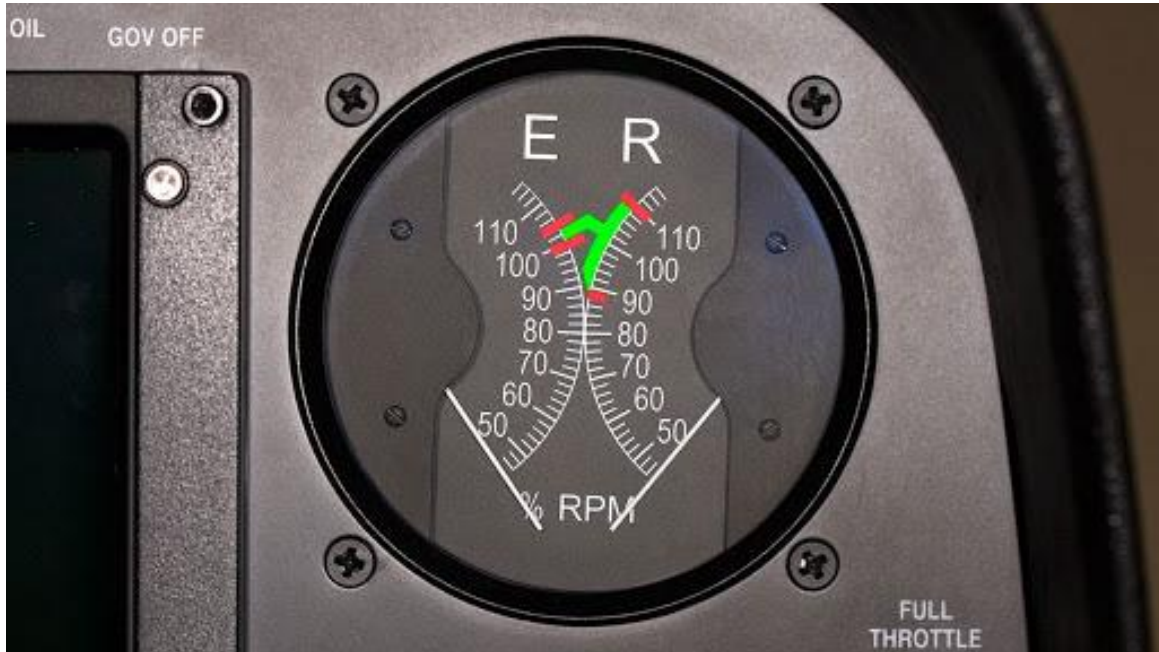


Yukarıda anlatılan duruma pilot tarafından müdahale edilmemesi durumunda, aşağıdaki şekilde gösterilen gerileyen pal stolu meydana gelecek ve kaldırma kuvveti ani bir şekilde azalacaktır. Düz uçuşta ana rotor pallerinin stolu simetrik olarak gerçekleşmeyecek ve önce gerileyen pal stol olacaktır. Ana rotor palleri arasında giderek artan açı da büyük bir ihtimalle gerileyen palin masta ve/veya helikopter gövdesine vurmasına neden olacaktır.

Robinson Firması bu sorunun da çözümünü bulmuştur ve pilotlara RPM'i kesinlikle tehlikeli düşük seviyelere düşürmemelerini tavsiye etmektedir. Firma, işin ciddiyetini pilotlara hatırlatmak amacıyla SN-10 ve SN-24 sayılı emniyet bültenlerini yayınlamıştır. Her iki emniyet bülteninde de düşük RPM'in ne kadar ölümcül kazalara neden olduğu konusunda pilotlar uyarılmaktadır.



Burada hatırlanması gereken önemli hususlardan bir tanesi; Robinson serisi helikopterlerde kullanılan ana rotor pallerinin hafif ve düşük-ataetli paller olduğudur. Yukarıda da açıklandığı gibi ana rotor RPM'i; yetersiz gaz kolu kontrolü, motor arızası veya otorotasyona yavaş girişlerde görülen ana rotor pervanelerinin dakikadaki dönü miktarındaki hızlı potansiyel düşmeler sonucu azaldığında, yeniden toparlanması ve limitler içine sokulması uçulan irtifaya da bağlı oldukça zor olacaktır.



R-44 helikopterinin motor ve ana rotor pal dönü hızlarını gösteren takometre göstergesi, soldaki skala motor, sağdaki skala ise ana rotor pallerinin dönüşünü göstermektedir.

Robinson Serisi Helikopterler – Bir Başarı Hikâyesi

Standart donanımlı R44 Raven II modeli bir helikopterin ROBINSON Helicopter Company broşürüne göre 15 Şubat 2018 tarihli fiyatı sadece 472,000 ABD dolarıdır. R44 Clipper II modeli helikopterin suya zorunlu inişlerde su üstünde kalmasını sağlayan kit ile birlikte fiyatı ise 501,000 – 509,000 ABD doları arasındadır.



Soldan sağa; Birleşik Devletler Başkanı George W. Bush, California Eyalet Valisi Arnold Schwarzenegger ve Robinson Firması İcra Kurulu Başkanı Frank Robinson firmanın tesislerini gezerken görülmektedir. Kaynak: Beyaz Ev Fotoğrafçısı Eric Draper.

Azami gros ağırlıkla saatte 202 km seyahat sürati olan R44 modeli helikopterlerin azami menzili ise 550 kilometredir. Yer tesiri içinde (IGE) havır tavanı 8950 feet, yer tesiri dışında (OGE) havır tavanı ise 7500 feet olan R44 modeli helikopterler, dakikada 1000 feet tırmanma oranı ile 14.000 feet irtifaya kadar çıkabilmektedir.

Robinson Helicopter Company verilerine göre yılda 500 saat uçan bir helikopterin toplam işletme maliyeti yaklaşık olarak sadece 244,01 ABD dolarıdır. Bu maliyete sabit uçuş saati maliyeti, uçuş saati başına yenileştirme maliyeti ve uçuş saati başına direkt maliyet dâhildir.

Robinson Firması, R22 ve R44 modellerinden sonra beş kişilik R66 model türbin motorlu helikopter üretimine 2010 yılında başlamış ve helikopterin FAA (Federal Aviation Administration – Federal Havacılık İdaresi) sertifikasyonu 2012 yılında

alınmıştır. 1973 yılında hafif ve ucuz helikopter imal etmek hedefiyle Frank Robinson tarafından kurulan Robinson Firması, 23 Aralık 2017 tarihinde 12,000'inci helikopterini kullanıcıların hizmetine sunmuştur.

Genel olarak kullanıcılar R44 modeli helikopterin performansından oldukça memnundurlar. Özellikle Raven II modeli yakıt enjeksiyonlu motoru ve yeniden tasarlanan kuyruk rotor sistemi ile pilotların beğenisini kazanmıştır.

R44 ile ilgili kullanıcılar arasında yapılan araştırmada güvenilirlik en yüksek notları almıştır. Pilotlar arasında duygu ve düşüncelerini "R44 asla sizi bırakmaz, asla motoru susmaz" ifadeleri ile ifade edenler olmuştur. Bazı pilotlar da R44 modeli helikoptere asla programsız bakım faaliyeti uygulandığını görmediklerini ifade etmişlerdir.



Kaza sonrası mast, ana rotor göbeği ve pallerin durumu.

R44 helikopterinin havadaki performans ve uçuş karakteristikleri pilotlar tarafından en beğenilen özellikleri arasındadır. Helikopterin uçuş karakteristikleri istikrarlı, yumuşak ve güvenilir olarak nitelendirilmektedir.

Helikopterin dönüş ve kumanda özelliklerinin oldukça zahmetsiz olduğu ifade edilmekte ve helikopterin neredeyse içgüdülerle kontrol edilebildiği dile getirilmektedir. Otorotasyon inişlerinin de oldukça kolay olduğu ve birkaç eğitim sonrasında pilotların yere kadar otorotasyonu kolaylıkla yapabildikleri

Yeni Zelanda'da 19 Şubat 2015 tarihinde yapılan bir eğitim uçuşunda, Over The Top Limited Şirketine ait Robinson R-44 modeli, ZK-IPY tescilli helikopter uçuş esnasında parçalara ayrılır ve yere çakılır. Daha havadayken kendini parçalamaya başlayan helikopterin enkaz parçaları çok geniş bir alana yayılır. Bu korkunç kazada, toplam 4,703 saat uçuşu olan öğretmen pilot ve uçuş hayatına yeni başlamış olan henüz 10 saat uçan öğrenci pilot hayatlarını kaybeder.



Mast vurması sonrasında uçuşta helikopteri parçalara ayıran ana rotor palleri.

Kaza-kırımın gerçek nedenini tespit edebilmek ve gelecekteki benzer kazaların önüne geçerek insanların hayatlarını kurtarmayı hedefleyen kaza-kırım incelemesinde; havada kendi kendisini parçalayan ve ana sistemleri geniş bir alan dağılan helikopterin aşağıdaki ana sistemleri incelenmiştir:

- Motor,
- Transmisyon,
- Yakıt depoları ve mevcut yakıt durumu dâhil bütün yakıt sistemi,
- Kavrama sistemi ve serbest bırakma düzeneği,
- Ana ve kuyruk rotor palleri ve sürücü sistemleri.

Yapılan ayrıntılı kaza-kırım incelemesi sonucunda meydana gelen korkunç kaza-kırma bir katkılarının olmadığı belirlenmiştir.

En önemli sorun ise; benzer diğer Robinson serisi helikopterlerde de görülen mast vurması kaza-kırımlarında da olduğu gibi bu olayda da sorunun mast vurmasından kaynaklandığını, kesin olarak ana ve katkıda bulunan nedenleriyle ortaya koyabilecek kanıtların olmamasıdır.

Yukarıda da anlatıldığı gibi; iki palli yarı-sabit ana rotor sistemlerine sahip helikopterlerde mast vurması tipik olarak görülen bir durumdur. Düşük-G ve sonrasında mast vurması ve sonrasında da helikopterin havada kendi kendisini parçaladığı bu korkunç kazada da diğerlerinde olduğu gibi Düşük-G ve mast vurmasını tetikleyen olay ve/veya olaylar zinciri belirsizliğini korumaktadır. Bunun nedeni oldukça ucuz olan bu helikopterlere kokpit ses kayıt cihazı, kokpit görüntülerini kaydeden kamera veya kara kutu olarak adlandırılan cihazların takılmasının maliyet-etkin olarak görülmemesidir.



Helikopterin düştüğü vadinin görünümü.

Öğretmen pilot ve öğrencisinin hayatını kaybettiği bu korkunç kazaya mast vurmasının neden olduğu enkaz üzerinde yapılan inceleme sonucu ortaya çıkarılmıştır. Fakat yukarıda da izah edildiği gibi iki palli yarı-sabit ana rotor

sistemlerine sahip helikopterlerde mast vurmasına; Düşük-G, türbülans, ani kumanda uygulamaları, düşük ana rotor hızı ve RPM'inden bir tanesi ve/veya bunların kombinasyonu neden olmaktadır.

Helikopterleri üreten Robinson Firması ise sadece türbülansın mast vurmasına neden olamayacağını ileri sürmekte ve türbülansı bertaraf etmek ve türbülansla boğuşmak için kumanda tatbik eden pilot hatalarının problem yarattığını iddia etmektedir. Bir diğer faktör de yüksek güç gerektiren manevralar esnasında meydana gelebilecek bir sağa yalpalama acil durumunda pilotun tepki süresinin neredeyse hiç olmamasıdır. Nitekim mast vurması gibi son derece tehlikeli bir acil duruma yol açan manevraların denenmesi ve eğitimlerinin yapılması dahi yasaktır.

Robinson firması tarafından iddia edilen bir diğer husus ise; bugüne kadar elde edilen deneyimlere göre mast vurması acil durumlarında ana rotor pal veya pallerinin kabin bölmesine, düşük RPM'den kaynaklanan stol olaylarında ise ana rotor pali veya pallerinin kuyruk bumuna çarptığıdır.



Kaza sonrası çok geniş bir alana yayılan helikopterden bir görünüm.

Korkunç kazaya tanık olanların ifadelerine göre kaza anında zemin rüzgârı hafif ve sakin. Burada gözden kaçırılmaması gereken husus ise; vadi tabanından 1,000 feet

yükseklikteki rüzgâr şiddeti ve türbülansın yer seviyesindeki rüzgâr şiddeti ve türbülans ile aynı olmayabileceği gerçeğidir. Meteoroloji ünitelerinden alınan veriler de kaza anındaki rüzgâr ve türbülans şartlarını kesin olarak belirlemekten çok uzaktır. Kaza anında rüzgâr hızı 15-20 knot arasındadır. Bu şiddette esen rüzgârın dağlık arazide hafif bir türbülans yaratması beklenebilir. Kaza-kırma türbülansın neden olduğu iddiası argümanı karşısına; öğretmen pilotun Robinson serisi helikopterle toplam 2,145 saat uçtuğu ve bu saatin 950'sinin R-44 helikopteriyle olduğu karşı argümanı sürülebilir.

Kaza esnasında kumandalarda öğretmen mi yoksa öğrencinin mi olduğuna yönelik herhangi bir kanıt ne yazık ki bulunmamaktadır. Kumandalarda olan pilot helikopteri daha rahat kontrol edebilmek amacıyla "T-Çubuk" sayıklık kumandanın kendi tarafını aşağı doğru çektiğinden, kumandalarda olmayan pilot tarafında sayıklık yukarıda kalmaktadır. Ana rotor palinin kabine çarpma açısı ve sayıklık kumandaya vurduğu yer açısından bakıldığında kaza anında kumandaların öğrenci pilotta olduğu sonucuna varılabilir.



Kaza sonrası tamamen yanan R-44 modeli bir helikoptere ait görüntü.

Düşük-G durumu, belki de tırmanıştan düz uçuşa geçerken, istemeden de olsa pilotlar tarafından da başlatılmış olabilir. Veya öğretmen pilot, öğrencisine Düşük-G durumunu göstermek ve kurtarma manevrasını öğretmek amacıyla bilerek ve isteyerek Düşük-G durumunu da oluşturmuş olabilir. Robinson firması uçuşta Düşük-G demolarının yapılmasını kesinlikle yasaklamaktadır.

Buna rağmen Yeni Zelanda'da bazı öğretmen pilotların, bu ölümcül acil durumu öğrencilerine gösterdiklerine ve kurtarma manevrasını öğrettiklerine dair güçlü kanıtlar bulunmaktadır. Kaza anında öğretmen pilotun öğrencisine bu manevrayı gösterdiğine yönelik hiçbir kanıt bulunmamaktadır, fakat hayatını kaybeden uçuş öğretmenin geçmişte başka bir öğrencisine bu manevrayı gösterdiğine ve kurtulma manevrasını öğrettiğine dair kanıt mevcuttur. Böylesine deneyimli bir uçuş öğretmenin, henüz 10 saat uçan öğrencisine böyle tehlikeli bir manevrayı gösteriyor ve öğretiyor olması da pek mantıklı görülmemektedir.

Öğretmen pilotun saat 14.00'e planlanan bir sonraki uçuşuna yetişebilmesi amacıyla helikopter direkt olarak havaalanına doğru uçmaktadır. Yer hızı saatte 102 knot'tur. Yukarıda bahsedildiği gibi hava hızı arttıkça; meydana gelebilecek bir Düşük-G olayından kurtulabilmek için gereken tepki süresi o oranda azalmaktadır. Bu riskin söz konusu olduğunu bilen Robinson Firması, türbülanslı havalarda pilotlara hava hızının 70 knot'ın altına düşürülmesini tavsiye etmektedir.



Şiddetli türbülansa maruz kalarak, 09 Mart 2013 tarihinde yere çakılan R-66 modeli bir helikopter. Kazada pilot Mark Didsbury hayatını kaybetmiştir. Kaynak: stuff.

Deneyimsiz bir öğrenciyle, türbülanslı bir havada 100 knot hava hızıyla uçmak Robinson serisi helikopterle kesinlikle yapılmaması gereken bir şey ve alınmaması gereken bir risktir. Bu şartlar altında Robinson serisi bir helikopter, bir saniyeden çok daha kısa bir sürede Düşük-G durumu ve mast vurması olayına maruz kalabilir.

Mast vurma kazaları sadece Yeni Zelanda'da görülmemektedir. Robinson Firması, Yeni Zelanda ve Avustralya'yı diğer ülkelere oranla mast vurma kaza-kırımlarının daha çok yaşandığı ülkeler olarak sınıflandırsa da bu iki ülkede meydana gelen kazalar birbirlerinden oldukça farklıdır. Avustralya'da meydana gelen kaza-kırımların çoğunluğu, hayvan yetiştiricileri tarafından kullanılan helikopterlerde (uçan kovboylar) düşük ana rotor RPM'i veya aşırı kumanda tatbikleri sonucu meydana gelmiştir.

Yeni Zelanda'da gerçekleşen kaza-kırımlarda ana etkenler ise türbülans ve Düşük-G durumlarıdır. Yeni Zelanda ülkesinin yaklaşık %60'ı dağlık arazidir, kalan kısımlar ise düz olmayan tepelik arazilerdir. Bu nedenle bu ülkede yapılan alçak uçuşlarda arazinin neden olduğu türbülans son derece yaygındır. Yeni Zelandalı pilotlar türbülanslı havalarda uçmak konusunda eğitilmektedir, fakat doğaları gereği türbülansı tespit etmek ve kaçınmak her zaman mümkün değildir.



Foto: Hellis.com

Çeşitli tasarım yetersizliklerini pilotlara yaptığı tavsiyelerle gidereceğini düşünen ve pilotların tamamının, uçuşun her safhasında ve meydana gelebilecek acil durumlarda her zaman bir Süpermen olduğu yanılgısına düşen Robinson Firması, her zaman olduğu gibi olaya balıklama atlayarak; Yeni Zelanda'da meydana gelen mast vurma kaza-kırımlarının fazlalığını, uçuş öğretmenlerinin bu durumu öğrencilerine göstermesine ve kurtarma manevrasını öğretmesine bağlamaya kalkmıştır.

Robinson Firmasının, Düşük-G durumlarının öğrenci pilotlara gösterilmemesi ve kurtarma manevrasının öğretilmemesi yaklaşımının arkasına sığındığı neden ise; bu eğitim faaliyetlerinin kesinlikle gerçek durumun replikası olamayacağı ve gerçek bir Düşük-G acil durumuyla karşı karşıya kalması durumunda, pilota kurtulabileceği yanlış his ve güveni verecek olmasıdır.

Düşük-G eğitiminde, kurtarma manevrasını uygulayarak kolayca kurtulabileceği yanılgısına düşen pilotlar, gerçek bir acil durumla karşılaştıklarında; ani ve çok hızlı sağa yalpalamadan, uçuş deneyimleri ne kadar fazla olursa olsun kesinlikle kurtulamayacaklardır.

Robinson serisi helikopterleri tasarlayan, geliştiren ve ucuz olması nedeniyle 12.000'den fazla helikopteri piyasaya sürmeyi başaran Robinson helikopter şirketine göre; sağa yalpalamanın hemen sonrasında başlayacak olan mast vurmasından kaçınmak ve kurtulmak imkânsızdır.

Mast vurmasının yaşandığı bir helikopter kaza-kırımından da kurtulmak mümkün değildir. Havada kendi kendisini parçalara ayıran helikopterin içinde, vakit kalırsa son duayı yapmaktan ve ani ve acısız bir ölümü beklemekten başka yapacak hiçbir şey bulunmamaktadır.

Kazayla İlgili Bulgular

- Helikopterde uçuş esnasında mast vurması yaşanmış, ana rotor palleri helikopter gövdesine temas etmiş ve helikopter kendi kendisini havada parçalara ayırmıştır.
- Helikopter enkazı üzerinde yapılan incelemelerde mast vurmasına neden olabilecek herhangi bir mekanik arıza tespit edilmemiştir. Yine de mekanik bir arızanın kaza-kırına katkıda neden olma olasılığı göz ardı edilmemelidir.
- Hava durumu genel olarak sakin ve eğitim uçuşu için uygundur. Kaza-kırımın meydana geldiği bölgede hafif türbülans tespit edilmiştir, fakat sadece hafif türbülans kaza-kırımın nedeni olarak kabul edilmemelidir.
- Kaza anında vadide uçmakta olan helikopterin hava hızı en az 102 knot'tır.
- Mast vurmasının başladığı anda öğrenci pilotun helikopteri uçurmadığı kanaatine varılmıştır.
- Helikopterin uçuş esnasında kendi kendisini parçalara ayırmasına neden olan mast vurmasını tetikleyen ana neden belirlenememiştir.

- Helikopterlere kokpit kameraları, ses kayıt cihazları ve kara kutu gibi veri kayıt cihazları takılmadığı sürece mast vurması olaylarının gerçek nedenini tespit etmek mümkün değildir.

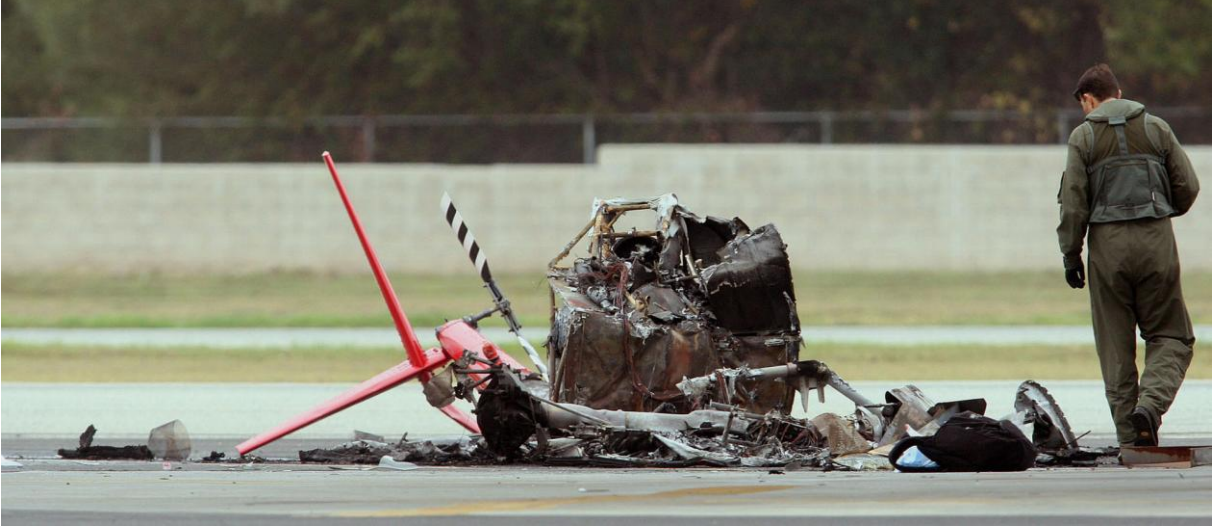
Tavsiyeler

- Kaza-Kırım İnceleme Komisyonu mast vurmasına katkıda bulunan nedenleri doğru bir şekilde tespit edememiştir. Bu kazayla ilgili belirsizlikler sadece bu kaza-kırımla sınırlı değildir. Mast vurmasının neden olduğu kazalar genellikle ölümcüldür ve geride neler olup bittiğini anlatabilecek kimseyi bırakmamaktadır.
- Uçuşta helikopterin kendi kendini parçalaması da işin bir başka boyutudur ve kaza-kırıma neyin neden olduğunu belirlemeyi neredeyse imkânsız hale getirmektedir.
- Yeni Zelanda’da ve dünyanın her yerinde Robinson helikopterlerinin de karıştığı, gerçek nedenleri ortaya koyulamayan ve felaketle sonuçlanan birçok mast vurması kaza-kırımı yaşanmıştır. Gerçek nedeni belirlenemeyen bir kaza-kırıma dayanarak alınması gereken dersleri belirlemek ve anlamlı tavsiyelerde bulunmak gerçekten çok zordur. Bu problem, havacılık endüstrisinin ele alması ve derhal çözmesi gereken çok ciddi bir uçuş emniyeti meselesidir.
- Belirli kaza-kırımlarda veri elde etmenin güçlüğü göz önüne alındığında, uçuş veri kayıt sistemleri ve kokpit kameralarının hava araçlarına takılması tek çözümdür. Hâlihazırda ICAO standartları, küçük ve orta sınıf helikopterlere bu cihazların takılmasını zorunlu hale getirmemiştir. Bununla birlikte hafif ve oldukça ucuz kayıt sistemleri mevcuttur ve bu sistemler bütün hafif ve orta sınıf helikopterlere standart teçhizat olarak takılmalıdır. Ayrıca kaza-kırımla ilgili teknik veriler sağlayan kara kutuların da hafif ve orta sınıf helikopterlere takılması gerekmektedir.

Helikopter pilotları, Düşük-G durumunun hızlı bir sağa yalpalama, mast vurması ve sonrasında da helikopterin havada kendi kendisini parçalamasına neden olacağını tam olarak bilmeli ve anlamalıdır.

En deneyimli helikopter pilotları dahi daha başlarına ne geldiğini anlayamadan; sağa yalpalama-mast vurması ve havada parçalanma olay silsilesine maruz kalabilir ve ne kadar deneyimli olurlarsa olsunlar, sağa yalpalama ile başlayan ve çok kısa bir zaman dilimi içinde ölüme götüren süreçten çıkış ve kurtarma manevrasını uygulamada yeteri kadar hızlı olmayabilirler.

Helikopter pilotları uçuş esnasında sürekli olarak Düşük-G durumlarından kaçınmalıdır. Düşük-G durumu meydana geldiğinde ve hızla geliştiğinde reaksiyon gösterecek süre hiç yok kadar azdır.



Kaza sonrası tamamen yanan R44 modeli bir helikopter.

Çözüm Ne?

Bütün hava aracı işleticileri kullanmayı planladıkları işlere göre hava aracı seçimini yapmalıdır. Aynı şekilde bütün pilotlar da kullandıkları hava aracının işletme limitlerini bilmeli ve farkında olmadan bu limitleri aşabilecekleri durumlardan sakınmalıdır.

Bütün pilotlara; Düşük-G durumları dâhil mast vurması olaylarından sakınma ve kurtarma usulleri öğretilmelidir. Robinson serisi helikopterlerde uçan bütün pilotlar, özellikle yüklü ve yüksek süratte türbülanslı havada uçtuklarında, her an sağa yalpalama-mast vurması-havada parçalanma zincirleme reaksiyonunun kurbanı olabileceklerinin bilincinde olmalıdır.

Sivil havacılık otoriteleri, Düşük-G durumları dâhil mast vurması konusunda pilotlara yeterli eğitim verilmesini teşvik etmeli, üretici firmaların, imal ettikleri hava aracıyla ilgili limitleri açık ve net bir şekilde ortaya koymalarını ve helikopterlerin uygun işletme şartlarında kullanılmasını sağlamalıdır.

Robinson imali helikopterler oldukça ucuz ve işletme maliyetleri düşük olan helikopterlerdir. Bu özellikleri nedeniyle günümüze kadar 12,000'den fazla üretilen helikopterler dünyanın her yerinde; uçuş eğitimi, hayvan yetiştiriciliği, helikopter turları gibi ticari helikopter operasyonlarında yaygın olarak kullanılmaktadır.

Aviation Safety Network web sitesinde paylaşılan verilere göre; Robinson serisi helikopterlerin ilk kaza-kırımın yaşandığı 31 Temmuz 1993 ile son kaza-kırımın yaşandığı 20 Aralık 2020 arasındaki sürede meydana gelen toplam **996** adet kazada hayatını kaybedenlerin sayısı **583** kişidir.



ABD Federal Havacılık İdaresi (FAA) ve Robinson Helikopter Şirketi

FAA ve Robinson; firma tarafından imal edilen helikopterlere ait uçuş sertifikasyon testlerini R-22 için 1982, R-44 için 1995 ve R-66 için de 2014 yıllarında gerçekleştirmiştir. Bu testler esnasında Düşük-G manevrasının içerdiği risk ve tehlikeler nedeniyle test uçuşlarında denenmesi yapılamamıştır. Bununla birlikte sayısal bilimler ve havacılık mühendisliği öylesine gelişmiştir ki Robinson serisi helikopterlerin çeşitli uçuş karakteristiklerinde dinamik davranışlarını tam olarak anlamak mümkün hale gelmiştir.

Federal Havacılık İdaresi, Robinson helikopterlerinin ana rotor davranışlarını modellemeye yönelik yaptığı çalışmanın, birçok değişkenler olması nedeniyle oldukça sınırlı kapsamlı olduğunu ve elde ettiği sonuçların test uçuşlarında denenmesinin de test pilotlarının hayatlarını gereksiz yere riske sokacağını ileri sürerek, 2017 yılı Mayıs ayında çalışmalarına son vermiştir.

Robinson Helikopter Firması ise aynı yılın Şubat ayında yaptığı açıklamada; University of Maryland ile bir araya gelerek, mast vurmasına yol açan rotor uçuş karakteristiklerinin anlaşılması amacıyla sayısal hesaplama ve test çalışmalarına başladıklarını duyurmuştur. Çalışmayla ilgili ilk rapor yayınlanmıştır ve araştırmalar halen sürmektedir. Bu çalışma sonlanana kadar mast vurmasına neden olan etkenlerin kesin olarak belirlenmesi mümkün olmayacaktır. Araştırma sonucunda elde edilen verilerin test uçuşlarıyla doğrulanıp doğrulanmayacağı da merakla beklenmektedir.

Bütün uçuculara emniyetli uçuşlar dilerim...