Federal Aviation Administration

Uzaysal Dizoryantasyon (Uçucu Vertigosu)

Görsel İllüzyonlar

Uzaysal Oryantasyon

Dinlenme pozisyonunda ve hareket halinde bizi içine alan fiziki çevreyle ilişkili olarak vücut oryantasyonumuzu ve/veya postürümüzü devam ettirme yeteneğimizi tanımlar. Yaygın olarak insanoğlunun uzaysal oryantasyonunu yeryüzünde sürdürecek şekilde yaratıldığı söylenir. Uçuş ortamı düşmanca bir karakteristiğe sahiptir ve insan vücuduna yabancıdır. Uçuş ortamı algılamayla ilgili uyumsuzluklara ve illüzyonlara neden olarak uzaysal oryantasyonumuzu sağlamamızı güçleştirir, bazen de imkânsız hale getirir. İstatistikler havacılık kazalarının % 5-10 oranında uzaysal dizoryantasyon (uçucu vertigosu) nedeniyle gerçekleştiğini ve bunların % 90'ının da ölümcül olduğunu göstermektedir.

Yer Koşullarında Uzaysal Oryantasyon

İyi bir uzaysal oryantasyon görsel, vestibüler (iç kulakta yer alan denge organı) ve derin duyu (cilt, kaslar, tendonlar ve eklemlerde bulunan reseptörler) sistemlerinden gelen duyusal uyaranları etkili olarak algılamaya, tüm bilgileri entegre etmeye ve bu bilgileri yorumlamaya dayanır. Lineer akselerasyon, açısal akselerasyon ve yer çekimi kuvvetindeki değişiklikler vestibüler sistem ve derin duyu sistemi tarafından tespit edilir ve daha sonra beyinde görsel bilgilerle karşılaştırılır (*Figür 1*).

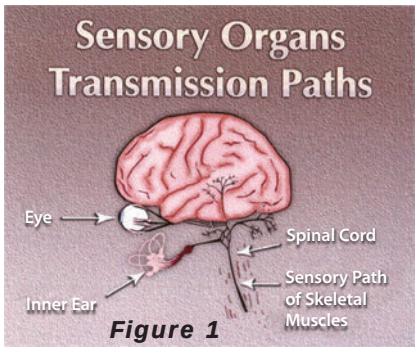


Figure 1

Uçuşta Uzaysal Oryantasyon

Uçuş sırasında büyüklük, yön ve sıklık olarak değişiklik gösteren birçok duyusal uyarıdan dolayı (görsel, vestibüler ve derin duyu) bazen uzaysal oryantasyonu sağlamak güçleşir. Görsel, vestibüler veya derin duyu sistemi uyaranları arasında herhangi bir farklılık veya çelişki durumu ilüzyonlar ortaya çıkmasına ve uzaysal dizoryantasyona neden olabilen algısal uyumsuzlukla sonuçlanır (sensoriel mismatch).

Görme ve Uzaysal Oryantasyon

Görsel referanslar yerde ve uçuş sırasında uzaysal oryantasyonumuzu devam ettirmeye yönelik olarak en önemli duyusal bilgileri sunar, özellikle vücut ve/veya çevresel ortam hareket halindeyse önemi daha da fazladır. Hatta iyi uçucular olarak bilinen kuşlar bile görmeleri baskılandığında (bulutlardan veya sisten dolayı) uzaysal oryantasyonlarını ve güvenli olarak uçuşlarını devam ettiremezler. Sadece yarasalar görme olmadan güvenli olarak uçma yeteneğine sahiptir, bunu görme yeteneklerini sesin neden olduğu yankılanmadan yararlanarak çevresindeki objelerin yön ve uzaklıklarını saptama (auditory echolocation) yeteneğiyle değiştirerek yaparlar. Bu nedenle sınırlı/kısıtlı görüş içeren durumlarda uçuş yaparken uzaysal oryantasyonumuzu korumada problemlerimiz olması bize şaşırtıcı gelmemelidir.

Merkezi Görüş (Santral Görüş)

Merkezi görüş objelerin tanınmasını ve renklerin algılanmasını kapsar. Alet uçuşu gerektiren uçuşlar sırasında merkezi görüş, beyin tarafından işlenerek oryantasyon bilgilerinin sunulmasına yönelik olarak pilotların uçuş aletlerinden gerekli bilgileri almalarına olanak sağlar. Görerek uçuş kurallarının geçerli olduğu uçuşlar sırasında merkezi görüş pilota mesafe, hız ve derinlik yargılamalarına yönelik olarak dış çevreyle ilgili bilgileri (monoküler ve binoküler) almasına izin verir.

Periferik Görüş

Periferik görüş (aynı zamanda çevresel görüş olarak da bilinir) hareketin algılanmasını (birey ve onu çevreleyen ortam) kapsar ve uzaysal oryantasyonun korunması amacıyla periferik/çevresel referans ipuçları sunulmasını sağlar. Bu yetenek oryantasyonun merkezi görüşten bağımsız olmasını sağlayarak bir şey okurken neden yürüyebildiğimizi açıklar. Biz ayakta veya oturur pozisyonda olsak bile bizi çevreleyen ortamın hareketi periferik görüşle kendiliğinden bir hareket algısı oluşmasını sağlar.

Görsel Referanslar

Görülen bir objenin uzaklık, hız ve derinlik bilgileri sunan görsel referanslar aşağıda sıralanmıştır.

- Bilinen objelerin farklı mesafelerden büyüklüklerinin kıyaslanması
- Bilinen objelerin farklı mesafelerden şekillerinin veya yapılarının kıyaslanması
- Retina üzerinde hareket halinde olan görüntülerin göreceli olarak hızı
- Yakındaki objeler uzaktaki objelerden daha hızlı olarak algılanır
- Bilinen objelerin birbirlerine göre pozisyonları. Başka bir objenin önünde yer alan bir obje gözlemci tarafından daha yakın olarak algılanır
- Bilinen objelerin farklı mesafelerden kontrast ve nitelik farklılıkları. Mesafe artışıyla beraber objeyle ilgili detay ve konrast özellikleri kaybolur
- Işık ve gölge durumlarından dolayı objelere ait aydınlanma perspektiflerine ait değişiklikler
- Görülen objelerin havacılık perspektifi açısından farklılıkları. Daha uzaktaki objeler mavimsi ve bulanık olarak görünürler

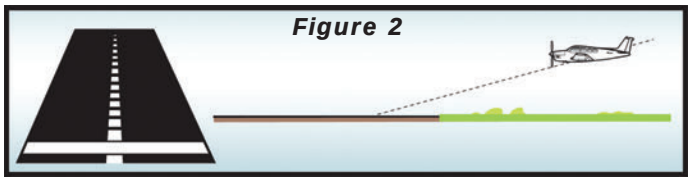
Uçağın pozisyonu/durumu pilotun ufuk hattına göre olan görsel referansı tarafından belirlenir. Ufuk hattı görülemediği/tam olarak ayırt edilemediği zaman uçağın durumu bazen aşağıdaki yeryüzü şekline göre olan görsel referansla belirlenir. Eğer ufuk hattı ve yeryüzü görsel referanslarının her ikisi de mevcut değilse uçağın durumu, durum göstergesi (durum cayrosu) veya diğer uçuş aletlerine göre belirlenir. Görüş koşulları görerek uçuş yapılması için minumum gerekliliklerin üzerinde olmasına rağmen yeryüzü referansları ve ufuk hattı bazen duman, sis, dumanlı ve sisli bir hava, hafif sis, toz, buz tanecikleri veya diğer olaylar nedeniyle engellenebilir/belirsiz hale gelebilir. Bu durum özellikle geniş su oluşumlarına ya da seyrek yerleşim gösteren kırsal alanlara yakın yerleşim gösteren havaalanlarında az sayıda veya hiç yeryüzü referansının olmaması nedeniyle daha doğrudur. Yeryüzü veya ufuk hattı görsel referanslarının olmaması durumuyla su üzeri uçuşlar, geceleri şartları veya düşük görüş koşullarında yaygın olarak karşılaşılır.

Görsel İllüzyonlar

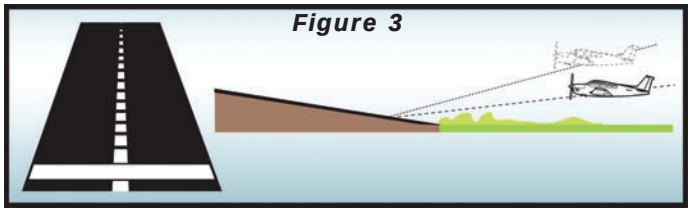
Görsel illüzyonlar birçoğumuza tanıdıktır. Daha çocukken gözlerimizin bize gösterdiğinin tersine tren rayları hiçbir zaman ufukta bir nokta haline gelmez. Görüş koşullarının iyi olduğu durumlarda bile aşağıdaki görsel illüzyonlara sahip olabilirsiniz:

Havacılık Perspektifine Bağlı İllüzyonlar son yaklaşma aşamasında yaklaşma açınızı değiştirmenize (arttırma veya azaltma) neden olur. Bu tür illüzyonlara değişik genişliklerdeki pistler, aşağı veya yukarı doğru eğimli pistler ya da son yaklaşmanın aşağı veya yukarı doğru eğimli yeryüzü/arazi şekli üzerinden yapılması sonucu ortaya çıkar.

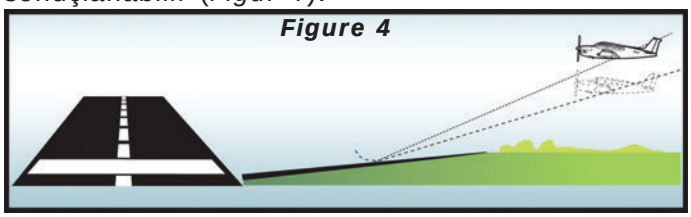
Pilotlar, ortalama bir pistin uzunluğu ve genişliği arasındaki ilişkiye yönelik bir mental (zihinsel) görüntü/imaj oluşturarak ve bu görüntüyü tekrar hatırlayarak normal bir son yaklaşmayı tanımayı öğrenirler, bu durum Figür 2'deki örnekte gösterilmiştir (*Figür 2*).



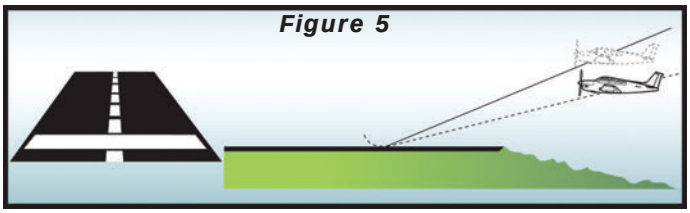
Düz bir arazi üzerinden **yukarı doğru eğimli bir piste** doğru yapılan son yaklaşma, son yaklaşma irtifasının yüksek olarak algılandığı bir görsel illüzyon yaratabilir. Eğer bu illüzyona inanırsan cevap olarak irtifayı düşürmek için pitch hareketiyle uçağın burnunu aşağıya doğru verebilirsin. Bu hareket yere çok yakın bir aşamada yapılırsa bir kazayla sonuçlanabilir (*Figür 3*).



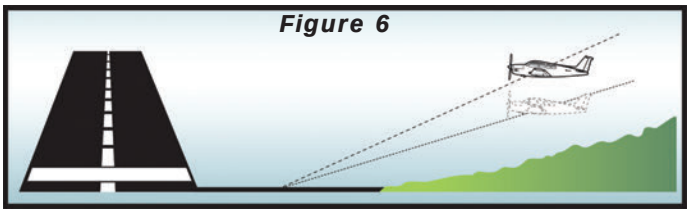
Düz bir arazi üzerinden **aşağı doğru eğimli bir piste** doğru yapılan son yaklaşma, son yaklaşma irtifasının alçak olarak algılandığı bir görsel illüzyon yaratabilir. Eğer bu illüzyona inanırsan cevap olarak irtifayı arttırmak için pitch hareketiyle uçağın burnunu yukarı doğru verebilirsin. Bu hareket alçak irtifa stall olayı veya hatalı bir son yaklaşma ile sonuçlanabilir (*Figür 4*).



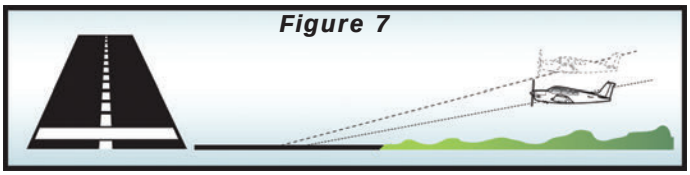
Piste doğru **eğimi artan bir yeryüzü/arazi şekli** üzerinden düz bir piste yapılan son yaklaşma, uçağın gerçekte olduğu irtifadan daha yüksek olarak algılandığı bir görsel illüzyona neden olabilir. Eğer bu illüzyona inanırsan cevap olarak irtifayı düşürmek amacıyla alçak bir yaklaşmaya neden olacak şekilde pitch hareketiyle uçağın burnunu aşağı doğru verebilirsin. Bu durum pist öncesinde erken oturuş ya da erken palyeye geçilmesiyle (flare manevrası) sonuçlanabilir ve uçağın alçak irtifada perdövites durumuna girme riskini beraberinde getirir. Uçağın burnunu pitch ekseninde aşağı vermek alçak ve sürüklemesi fazla bir yaklaşmaya neden olur. Bu durumda eğer takat ayarı (rejim ayarı) uygun yapılmazsa kendimizi palyeyi uzatmak amacıyla ilave güç uygulamak ihtiyacı duyacagımız pist öncesine erken oturuş (piste kısa kalma) pozisyonunda bulabiliriz. Eğer takatla (rejimle) bu durumu kompanse edemezsen kendini pist öncesi erken oturma yaparak yere inmiş olarak veya pist öncesinde perdövites pozisyonunda bulabiliriz (*Figür 5*).



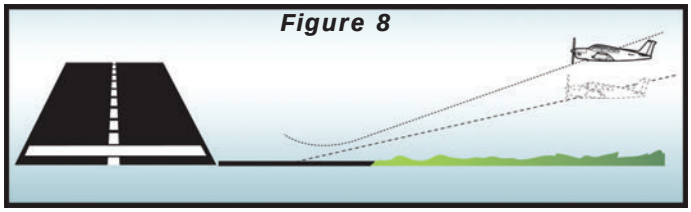
Piste doğru **eğimi azalan bir yeryüzü/arazi şekli** üzerinden düz bir piste yapılan son yaklaşma, uçağın gerçekte olduğu irtifadan daha alçak olarak algılandığı bir görsel illüzyona neden olabilir. Eğer bu illüzyona inanırsan cevap olarak irtifa kazanmak amacıyla pitch hareketiyle uçağın burnunu yukarı doğru verebilirsin (*Figür 6*).



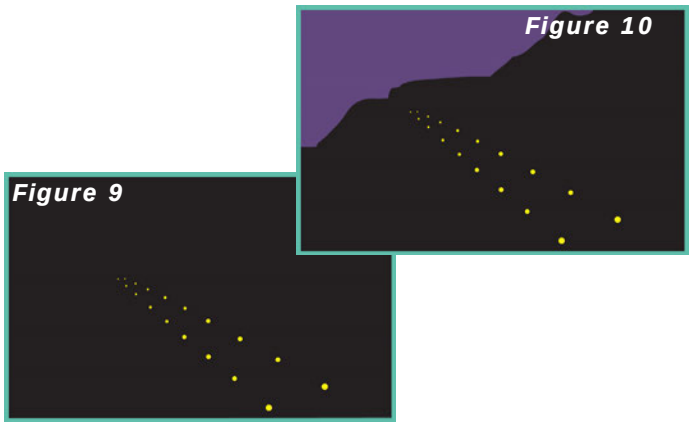
Alışılmadık derecede dar veya **alışılmadık derecede uzun** bir piste yapılan son yaklaşma çok yüksek olunduğu şeklinde bir görsel illüzyona neden olabilir. Eğer bu illüzyona inanırsan cevap olarak irtifa kaybetmek amacıyla pitch hareketiyle uçağın burnunu aşağı doğru verebilirsin. Eğer bu olay yeryüzüne çok yakın aşamada olursa pist öncesinde erken oturma yaparak yere inebilirsin ve kazaya neden olabilirsin (*Figür 7*).



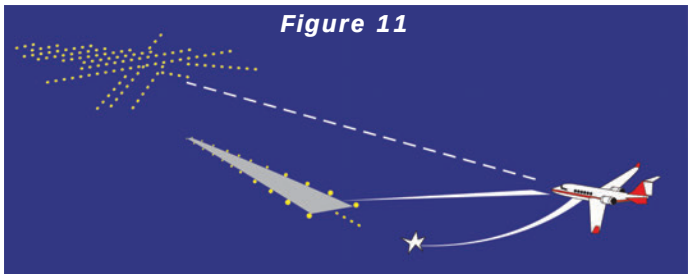
Alışılmadık derecede geniş bir piste yapılan son yaklaşma gerçekte olduğundan daha alçak bir irtifada algılamana neden olan bir görsel illüzyona neden olabilir. Eğer bu illüzyona inanırsan cevap olarak irtifa kazanmak amacıyla pitch hareketiyle uçağın burnunu aşağı doğru verebilirsin. Bu durum alçak irtifa stall olayı veya yanlış bir yaklaşmayla sonuçlanabilir (*Figür 8*).



Black-Hole Yaklaşma İllüzyonu gece şartlarında su üzerinden veya aydınlatılmamış bir arazi üzerinden ilerisindeki ufuk hattı görülemeyen aydınlatılmış bir piste yapılan son yaklaşma sırasında meydana gelebilir. Figür 9'daki örnekte göreceli olarak dünyaya göre oryente olmanıza yardımcı olan periferal (çevresel) görsel ipuçları olmadığı zaman yüksekte (upright) olduğunuz şeklinde bir illüzyona sahip olabilirsiniz ve pistin sola doğru yatık olduğunu ve yukarı doğru eğiminin arttığını algılayabilirsiniz. Ancak ufuk hattı görülebiliyorsa merkezi görüşünüzü kullanarak kendinizi kolayca oryente edebilirsiniz (*Figür 10*).



Kısmen tehlikeli olan bir black-hole illüzyon türü, öncesinde hiç bir aydınlatmanın olmadığı bir piste yaklaşma yapılırken ve pistin sonrasında şehir ışıklarının veya yüksekliği artan arazinin olduğu durumlarda ortaya çıkar. Bu durumlar son yaklaşmanın yüksek olarak yapıldığı şeklinde bir illüzyona neden olabilir. Eğer bu illüzyona inanırsan yaklaşma açını (approach slope) azaltarak cevap verebilirsin (*Figür 11*).



Otokinetik İllüzyon (Otokinezis) uçağın izlediği yol üzerinde sabit bir objenin hareket ettiği izlemini yaratır. Bu illüzyon tam olarak karanlık ve detayları belirgin olmayan bir arka alan görüntüsü (featureless terrain) olduğu zaman sabit bir noktaya odaklanılarak (yer ışığı veya yıldız) uzun süreli bakıldığında ortaya çıkar. Bu illüzyon böylesine bir ışığın sizin uçağınızla bir çarpışma rotası üzerinde olduğu şeklinde bir yanlış algılamada bulunmanıza neden olabilir (*Figür 12*).

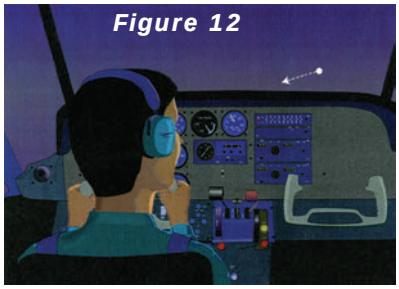


Figure 12

Yanlış Görsel Referans İllüzyonları sizin uçağınızı yanlış bir ufuk hattı algılamasına göre oryente etmenize neden olur. Bu illüzyonlar aşağıdaki durumlarda ortaya çıkar (*Figür 13*);

- Eğimli olarak oluşmuş bulutlar üzerinden uçuş yapılması
- Detayları belirgin olmayan bir arazi üzerinde yapılan gece uçuşu sırasında yer ışıklarının karanlık ve yıldızlı bir gökyüzünden ayırt edilemediği durumlar
- Detayları belirgin olmayan bir arazi üzerinde yapılan gece uçuşu sırasında yer ışıklarının ve karanlık yıldızsız bir gökyüzünün açık bir şekilde tanımlanabildiği/birbirinden ayrılabildiği durumlar (*Figür 13*)

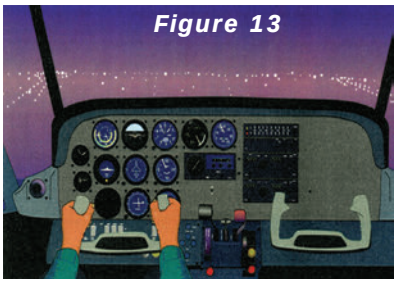


Figure 13

İzafi Hareket İllüzyonları (Vection): Bu duruma yaygın bir örnek olarak siz trafik ışığında durduğunuz sırada yanınızdaki aracın öne doğru hareket etmesi verilebilir. Beyniniz bu periferik görüş bilgisini geriye doğru gittiğiniz şeklinde algılar ve frenlere ek bir basınç uygulamanızı sağlar. Benzer bir illüzyon bir uçağın pistte taksi manevrası yapması sırasında meydana gelebilir (*Figür 14*).

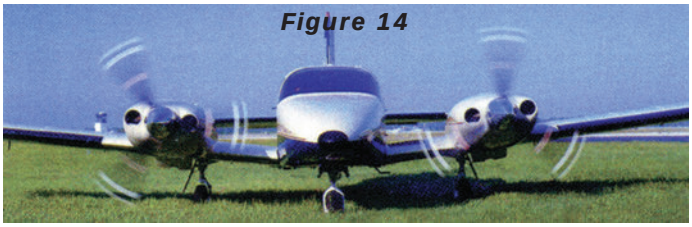


Figure 14

Uzaysal Dizoryantasyondan Nasıl Korunuruz

- Barany Sandalyesi, Vertigon, GYRO ya da Virtual Reality Spatial Disorientation (VRSDD) cihazlarından biriyle uzaysal dizoryantasyon illüzyonları konusunda eğitim alarak tecrübe kazan. Yer şartlarında duyusal illüzyonlar hakkında ilk elden tecrübe edinen pilotlar uçuş sırasında görülebilecek duyusal illüzyonları tanımaya, hızlı ve doğru bir şekilde gerekli manevraları yapmaya daha hazırlıklı olacaktır. FAA Sivil Hava-Uzay Hekimliği Enstitüsünün Hava-Uzay Eğitim Bölümü GYRO ve VRSDD cihazlarıyla Oklahoma City şehrinde ve Amerika Birleşik Devletleri içindeki büyük havacılık gösterilerinde uzaysal dizoryantasyon konusunda uygulamalı eğitim fırsatı sunmaktadır.
- Uçağını uçuş aletlerinin referansına göre (alet uçuşu) kontrol etmeyi öğrenmek için eğitim al ve bu yeteneğini olarak devamlı güncel tut
- Geceleri ve azalmış görüş mesafesi durumunda uçuş yaparken uçuş aletlerini kullan ve onlara güven
- Uçulmak istenen bölgenin coğrafi özelliklerini önceden çalış ve bunlara tanıdık hale gel
- Dizoryantasyona neden olacak şekilde kötüleşme ihtimali olan bir hava durumu varsa görerek uçuş denemesinde bulunma
- Uçuş sırasında görsel illüzyon yaşadığında (çoğu pilot zaman zaman yaşar) uçuş aletlerine güven ve vücudun verdiği çelişki yaratacak tüm sinyalleri önemseme, ihmal et. Kazalar genellikle pilotların uçuş aletlerine güvenmekte kararsız olmasının bir sonucu olarak meydana gelir.
- Eğer uçaktaki iki pilottan biriysen ve görsel illüzyon hissetmeye başladıysan uçağın kontrolünü diğer pilota devret, çünkü iki pilot nadiren aynı anda görsel illüzyon yaşar
- Bilgi sahibi olarak, deneyimine inanarak ve uçuş aletlerine güvenerek gökyüzünün herkes için güvenli bir yer olarak kalmasına katkıda bulunabilirsin.

Pilotlar İçin Tıbbi Konular

Yayın Numarası: AM-400-00/1
Yazar: Melchor J. Antuñano, M.D.
Hazırlayan Birim:
Federal Havacılık İdaresi (FAA)
Sivil Hava-Uzay Tıbbı Enstitüsü (CAMI)
Hava-Uzay Tıbbı Eğitim Bölümü

Tercüme Eden
Yrd.Doç.Dr. Zeki Dulkadir
Gülhane Askeri Tıp Akademisi
Hava ve Uzay Hekimliği Merkez
ve Anabilim Dalı Başkanlığı
Eskişehir / Türkiye

Bu broşürden ve aşağıda listelenen diğer broşürlerden talep etmek isterseniz aşağıdaki adrese başvurun:
FAA Civil Aerospace Medical Institute
Aerospace Medical Education Division
AAM-400, P.O. Box 25082
Oklahoma City, OK 73125

Amerikan Federal Havacılık İdaresi (Federal Aviation Administration-FAA) Uçucular için Havacılık Tıbbı Eğitim Programları

Fizyolojik Eğitim. Oklahoma City, Oklahoma'da bulunan Sivil Hava Uzay Tıbbı Enstitüsü (Civil Aerospace Medical Institute), uçuşun fizyolojik ve psikolojik etkilerini tanımaları için sivil havacılık pilotlarına ve uçuş ekiplerine ücretsiz olarak bir gün süreli eğitim kursu fırsatı sunmaktadır. Akademik eğitimler oksijen ekipmanları, hipoksi, barotravma (atmosferik basınç değişimlerine bağlı vücutta meydana gelen tıbbi problemler), dekompresyon (vurgun) hastalığı, ve uzaysal dizoryantasyon (uçucu vertigosu - spatial disorientation) konularını içermektedir.

Hayatta Kalma. Bir gün süreli kaza sonrası hayatta kalma kursu yaygın görülen hayatta kalma senaryoları için size temel bilgi ve bu durumun üstesinden gelmek için gerekli kabiliyetler/beceriler konusunda eğitim sunar. Ayrıca size kişisel hayatta kalma kitlerinin nasıl bir araya getirilip kurulacağı ve kullanılacağı konusunda eğitim sunar.

Uygulamalı Eğitimler

- Uzaysal Dizoryantasyon (Spatial Disorientation) laboratuvarı size güvenli yer ortamı şartlarında vestibüler ve görsel illüzyonlar konusunda deneyim kazanmanıza olanak tanır. Bu eğitimle uçuş sırasında karşlaşabileceğiniz uzaysal dizoryantasyon durumlarının nasıl üstesinden geleceğinizi öğreneceksiniz.
- Yer ortamı şartlarında hipoksi demonstrasyon laboratuvarı (alçak basınç odası vb.) tam olarak hipoksiye maruz kalma fırsatı sunar. Hipoksi durumundaki kişisel semptomlarınızı bu eğitimle öğreneceksiniz. Bu yaşamla ölüm arasında farklılık yaratacak bir anlam taşıyabilir.
- Uygulamalı hayatta kalma eğitimleri (cihaz ve eğitici personel bulunma durumuna bağlıdır) ateş yakma, haberleşme/sinyal verme, termal (soğuk) hava odası eğitimlerini, suya iniş eğitimlerinde kullanılan tank (ditching tank), su altı acil durum kurtulma eğitim cihazını (underwater egress trainer) ve acil tahliye (duman) simülatörünü içerebilmektedir. Bu temel prensipler ve teknikler size hiç de aklınıza getirmediğiniz kaza durumlarında hayatta kalmanız konusunda yardımcı olacaktır.

Bilgi ve randevu planlaması için: (405) 954-4837 (Amerika Birleşik Devletleri)

Bilgilendirme için web adresi: www.faa.gov/pilots/training/airman_education/aerospace_physiology

Pilot güvenliğine yönelik olarak diğer broşürlere ulaşmak için web adresi:

www.faa.gov/pilots/safety/pilotsafetybrochures/

Pilot Güvenliği Konusundaki Diğer Broşürler:

Numarası	ve Adı
AM-400-94/2	Alcohol and Flying: A Deadly Combination
AM-400-95/2	Altitude Decompression Sickness
OK05-0270	Carbon Monoxide: A Deadly Threat
AM-400-03/2	Deep Vein Thrombosis and Travel
AM-400-98/3	Hearing and Noise in Aviation
OK-06-148	Information for Pilots Considering Laser Eye Surgery
AM-400-97/1	Introduction to Human Factors in Aviation
OK05-0005	Medications and Flying
AM-400-01/1	Physiological Training Courses for Civil Aviation Pilots
OK-06-002	Pilot Medical Certification
AM-400-98/2	Pilot Vision
AM-400-91/2	Seat Belts and Shoulder Harnesses
AM-400-95/1	Smoke!
AM-400-00/1	Spatial Disorientation: Visual Illusions
AM-400-03/1	Spatial Disorientation: Why You Shouldn't Fly By the Seat of Your Pants
AM-400-05/1	Sunglasses for Pilots: Beyond the Image