



Pist Çabuk Onarımında Yeni Yöntemlere Duyulan İhtiyaç

The Need for New Methods in Rapid Runway Repair

Mete ÇOLAK^{1,*}

¹ Otomotiv Mühendisliği, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kocaeli Üniversitesi, Kocaeli, Türkiye, **Orcid:** 0000-0002-7753-2764

Derleme Makale

Gönderilme Tarihi : 28/04/2024

Kabul Tarihi : 19/02/2025

Anahtar Kelimeler

Pist Çabuk Onarımı
Pist,
Hasar,
Onarım,
Tamir Kiti,
Krater,
P.Ç.O.

Özet

Hava Kuvvetleri uçuş faaliyetlerini hava üslerinden gerçekleştirmektedir; ancak hava gücünün en savunmasız olduğu yer de hava üssüdür. Hava üsleri bir düşman için öncelikli ve en önemli hedefler arasındadır, çünkü uçakları yerde iken yok etmek, onları havada vurmaktan çok daha etkilidir. Uçağı destekleyen altyapı sistemlerini yok edilmesi, hava operasyonlarının da yok edilmesi demektir. Ancak düşman saldırısından sonra hava üssünün eski haline getirebilmesi, öncelikle pistlerin faal edilmesi için pist çabuk onarımı (P.Ç.O.) imkân ve kabiliyetine sahip olunması gereklidir. İhtiyaç anından önce böyle bir göreve uygun hazırlık ve yeterli eğitim yapılması, onarımın en kısa sürede tamamlanması için kullanılacak malzeme ve seçilecek onarım yöntemi süreç açısından önem arz etmektedir. Bu çalışmada pist hasar tipleri ve onarım yöntemleri kısaca açıklanmış, modern uçaklar için onarımın daha etkin ve daha kısa sürede yapılabilmesi için yeni onarım yöntemleri ve kullanılabilecek malzemenin araştırılması gereği vurgulanmıştır.

Review Paper

Received Date : 28/04/2024

Accepted Date : 19/02/2025

Keywords

Rapid Runway Repair, Runway,
Damage,
Repair,
Repair Mat,
Crater,
R.R.R.

Abstract

The Air Force conducts its flight operations from air bases; however, the most vulnerable place for air power is the air base itself. Air bases are among the enemy's top priorities and most important targets because destroying aircraft while on the ground is more effective than shooting them down in the air. Destroying the infrastructure systems that support the aircraft also means destroying air operations. However, in order to restore the air base to its previous state after an enemy attack, it is necessary to have the capability and capacity for rapid runway repair (RRR) primarily to activate the runways. Preparation and sufficient training suitable for such a mission need to be carried out before the need arises, and the materials to be used and the repair method to be selected for the fastest completion of the repair are important in terms of the process. This study briefly explains runway damage types and repair methods, emphasizes the need for new repair methods and materials that can be used to make repairs more effective and faster for modern aircraft.

1. Giriş

Hava Kuvvetleri hava üslerinden uçar ve savaşır. Ancak hava gücünün en fazla hassas olduğu yer de hava üssüdür. Doğru koşullar altında hava üsleri düşman için en acil ve kazançlı hedef olabilir. Nihayet, uçakları yerdeyken yok etmek, onları havada vurmaktan daha etkilidir. Hava kuvvetlerinin esnekliği, muazzam ateş gücü ve kullanım hızı, gelecekteki bir çatışmayı kazanmak için ihtiyaç duyulan en önemli yeteneklerden birisidir. Çöl Fırtınası sırasında müttefik hava kuvvetleri Irak hava alanlarına karşı

çok sayıda sorti gerçekleştirmiştir. Bir havaalanının bir saldırının ardından hızlı bir şekilde operasyonel rolüne dönebilmesini sağlamak için iyi organize edilmiş bir hızlı pist onarım çabası önemlidir [1].

Askeri uçaklar yerde olduğu zaman en savunmasız olanlardır, dolayısıyla herhangi bir büyük silahlı çatışmada saldırganlığın ilk hedeflerinden biri pistlerdir. Son çatışmalarda açıkça görüldüğü gibi, hava üstünlüğü modern savaşın kritik bir bileşenidir. Hava alanları saldırıya uğradığında ve pistler hasar gördüğünde, birinci görev genellikle hızlı pist onarımıdır [2]. İki önemli faktör pist

* Sorumlu Yazar (Corresponding Author): metecolak83@gmail.com



çabuk onarım (P.Ç.O.) kabiliyetine olan ihtiyacın altını çizdi:

- Pistleri genellikle daha savunmasız hale getiren modern silahlardaki ilerlemeler,
- Kore ve Vietnam gibi yerlerde sabotajın saldırı silahı olarak kullanılması.

Bu dönemde amaca uygun olarak "AM-2" adı verilen bir alüminyum kit geliştirildi. Son zamanlarda ise P.Ç.O. için katlanmış fiberglas kitler kullanıldı [2].

Hava alanlarına olan ihtiyaç İkinci Dünya Savaşı'nda operasyon alanlarının desteklenmesi için ortaya çıkmış, pist yapımı ve onarımı için çeşitli malzemeler üretilmiştir. Bu malzemeler Vietnam çatışmasında yaygın olarak kullanılmış ve bugün hala sınırlı kullanımda olan AM-2 kitine dönüşmüştür. Yüksek performanslı uçaklar gelişmesi ile sentetik kit sistemi geliştirildi. Ağustos 1984'te Poliüretan Fiberglas kit (PFM) olarak adlandırıldı. Şubat 1992'ye geldiğinde AFCEC (Air Force Civil Engineer Center), şu anda Amerika Hava Kuvvetleri genelinde kullanılan katlanmış fiberglas kit (FFM) sistemini geliştirdi [3].

Çin'in hızlı pist onarımı yeteneklerine yönelik yöntemler üzerinde çalışmasının nedenlerinden birisi de Japonya ve Güney Kore'deki birden fazla ABD Hava Kuvvetleri havaalanlarının yakınlığı Çin için kritik önem taşıyor. Pistlerine yapılacak herhangi bir müdahaleyi veya havaalanlarına verilen hasarı hafifletmek için yeni yöntemler geliştirmek, hızlı onarım yetenekleri aracılığıyla hava üstünlüğünü kazanmak potansiyel bir güç olarak değerlendirmiş, 2014 yılının mayıs ayında, PLAAF (Çin Halk Kurtuluş Ordusu Hava Kuvvetleri) başarıyla dördüncü nesil (Çin'deki üçüncü nesil) savaş uçağını Henan'daki Zhengmin Otoyoluna inişini gerçekleştirdi. Ekim 2018'de Kuzey TCAF havaalanı yerel sivillerle ortak destek tatbikatı düzenledi. PLAAF havaalanındaki hızlı pist onarımlarının ardından PLAAF müşterek kuvvetleri ve sivil personel, savaş uçağının iniş ve kalkış tatbikatı yerel bir otoyola taşındı. Otoyol hazırlandıktan sonra iki savaş uçağı indi, yakıt ikmali yaptı ve yeniden yüklendi ve ardından tekrar havalandı[4].

Hızlı kaplama onarımına olan ilgi son yıllarda hızla arttı. Kuzey Atlantik Antlaşması Örgütü (NATO), 2929 sayılı Standardizasyon Anlaşmasını (STANAG) yayınladı. Gerçek çapı 12 m. ve maksimum derinliği 3 m. olan bir krater olarak "Gerçek çap" yalnızca bir eğriliğin neden olduğu gerçek krateri değil, aynı zamanda çevredeki etkilenen kaplamayı da ifade eder. Hızlı onarım gerektiğinde sivil sektörde faydalı veriler ve unsurlar sağlar [5].

A.B.D. de Sistem analizi yaklaşımı kullanılarak dokuz hızlı pist onarımı (P.Ç.O.) tekniğinin değerlendirilmesi

gerçekleştirildi. Temel amaç en küçük ayrıntıları değerlendirmekte önemli olduğu belirlenen kriterler arasında **onarım süresi, maliyet, karmaşıklık** vb. yer alıyordu. Plastik (FRP) kitler ve FRP katlanabilir kitler. P.Ç.O. sisteminde bu onarım teknikleri arzu edilen avantajlara sahiptir. **Hızlı, basit ve uygun** maliyetlidirler ve kapsamlı eğitim gerekli değildir. Amaç dokuz hızlı pist onarımı (P.Ç.O.) tekniğini incelemek ve analiz etmektedir. Sistem analizi yaklaşımını kullanır ve bu yaklaşım, bir P.Ç.O. tekniğinin seçimine yönelik belirli karar süreçlerine uygulanır. Sistem analizi bir felsefe, bir kavram, bir dizi soruna bakmanın bir yoludur. Karar vericilerin olası alternatifler arasında tercih edilen seçeneği belirlemelerine yardımcı olmak için tasarlanmış analitik bir araştırmadır [6].

Bu alternatifler, Amerika Birleşik Devletleri Hava Kuvvetleri, Kara ve Donanma ile Birleşik Krallık'taki Mühendislerinden toplanan önceki ve güncel araştırma verilerine dayanarak analiz edildi. Her bir alternatif, tanımlanan kriterlere (değerlendirme faktörleri) göre birbiriyle ilişkili olarak incelenir ve değerlendirilir. Belirlenen yöntemler; [6].

1. Alüminyum kitler
2. Fiberglas Takviyeli Plastik (FRP) kitler
3. Katlanabilir FRP kitler
4. Prefabrik Beton Blok
5. Cıvatalı FRP Paneller
6. Asfalt Bloklar
7. Magnezyum Fosfat
8. Kırmataş Dolgu ve
9. Klasik Yöntemle Onarım

Bu inceleme sonucunda pist çabuk onarımı için:

- Alüminyum Kitler (Am-2 ve Class 60)
- Katlanabilir Fiberglas Kitler
- Prefabrik Beton Blok ve
- Klasik Yöntem olarak belirlenmiştir.

Karar vermek için kullanılan tek yöntem karar matrisi ile net seçim asfalt bloklardır, ve ikinci seçenek FRP kit yöntemidir. Beton bloklar kesinlikle düşünülmemelidir[6]. Ülkemizde yapılan bir çalışmada soğuk asfalt karışımın P.Ç.O. yöntemi için önerilebilmesi çok iyi seviyededir. Ancak, malzeme özelliği olarak P.Ç.O. stabilitesi için gerekli olan aşınma tabakası stabilite değeri olan 1135 kg'ı sağlayamadığı için soğuk karışım asfaltın bir P.Ç.O. yöntemi olarak kullanılmayacağı sonucuna ulaşılmıştır [7].Günümüzde NATO ülkelerinde katlanabilir fiberglass kitler ve prefabrik beton blok yöntemi, ülkemizde ise prefabrik beton blok yöntemi ve CLASS 60 yöntemi uygulanmaktadır.

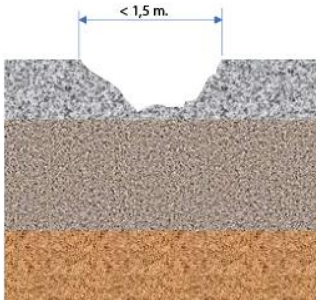
2. Pist Çabuk Onarım

Hava üslerine düzenlenecek muhtemel bir hava taarruzunda veya saldırıda hedef alınan pistlerin en kısa sürede onarılması faaliyetine Pist Çabuk Onarımı (P.Ç.O.) denir [3]. P.Ç.O.'nun temel amacı, hasar görmüş bir pistte asgarî harekât ihtiyaçlarını karşılayacak şekilde, uçuş platformlarının iniş/kalkışları için yeterli olacak minimum uzunluktaki uçuş şeridinin en kısa sürede hazırlanmasıdır. Daha genel bir ifadeyle hasar görmüş bir pistin en kısa sürede yeniden uçuşa açılmasıdır. P.Ç.O.'nun amacındaki kilit ifade 'en kısa süre' ifadesidir [8]. İdeal olarak, Yeterli ekipman ve malzemenin mevcut olduğu durumlarda, krater onarımları dört (4) saat içerisinde tamamlanması gerekmektedir. Çatışma bittiğinde kalıcı onarımlar (Klasik Yöntemle Onarım) yapılmalıdır [9].

2.1. Hasar Tipleri

2.1.1. Kopmalar (kırıklar veya parçalanmalar):

Herhangi bir havaalanı saldırısından sonra pist yüzeyinde parçalanma hasarı beklenmelidir. Parçalanmalar genel olarak kaplama yüzeyinden alttaki katmanlara kadar nüfuz etmeyen ve çapı 1,5 metreye kadar olabilen kaplama yüzeyi hasarı olarak tanımlanır. Sayılarının çok fazla olmaması koşuluyla, parçalanmaları düzeltmek krater hasarını düzeltmekten daha kolaydır. Onarımlarının temel amacı, Yabancı madde hasarı (FOD) nedeniyle uçak hasarını azaltmak, uçak operasyonları için düz bir yüzey sağlamaya devam etmek ve kaplamanın hizmet ömrünü uzatmaktır [3].



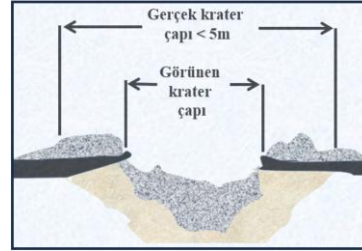
Şekil 1. Kopma Hasarı.



Şekil 2. Kopma Hasarı. (6)

2.1.2. Küçük Kraterler:

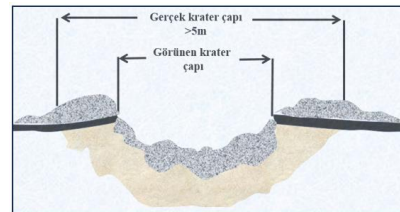
Kaplama yüzeyinden alttaki tabana ve alt zemin toprağına nüfuz eden, çevredeki kaplamayı yükselten ve etki alanının çevresindeki tabanı, alt temel topraklarını, kayaları ve kaplama kalıntılarını dışarı atan hasarı temsil eder. Kraterler, parçalanmalardan çok daha ciddi hasarı temsil eder. Küçük kraterlerin görünür çapı 5m'den azdır. (Şekil 3).



Şekil 3. Krater [3].

2.1.3. Büyük Kraterler:

Kaplama yüzeyinden alttaki tabana ve alt zemin toprağına nüfuz eden, çevredeki kaplamayı yükselten ve etki alanının çevresindeki tabanı, alt temel topraklarını, kayaları ve kaplama kalıntılarını dışarı atan hasarı temsil eder. (Şekil 4) Büyük kraterlerin görünür çapı 5 m'ye eşit veya daha büyüktür [3].



Şekil 4. Büyük Krater

Krater onarımında kraterleri ayrı ayrı onarmak yerine iki krateri aynı anda onarmak daha verimlidir.

2.2. Onarım Yöntemleri

2.2.1. Alüminyum Kitler (Am-2 ve Class 60)

AM-2 kiti 1960'lı yılların başında geliştirilmiştir. Alüminyum alaşımlı levhalarının birbirine eklenmesi suretiyle bir yüzey oluşturulur ve bununla onarım görmüş kraterlerin üzeri kaplanır. Uçuş istikametine gelen uçlarına özel rampa parçaları eklemek suretiyle uçakların iniş-kalkışları sırasında meydana gelecek sarsıntı azaltılmaya çalışılır. AM-2 çabuk onarım kiti monte edildiğinde 16,50 m genişliğinde 23,50 m uzunluğunda 3,8 cm kalınlığında bir satıh oluşturulur. Alüminyum kitler elle monte edilir ve kraterin üzerine sabitlenir.. Paneller hava yoluyla taşınabilir ve istenilen ölçülerde şantiyede monte edilebilir. AM-2 paspas kullanımına ilişkin onarım prosedürleri, FRP kit krater onarım teknikleriyle aynıdır [6].

Alüminyum kitler yerinde monte edilebilir (taksi yolu ve apronlar) veya onarımdan uzakta monte edilebilir ve yerine çekilebilir veya taşınabilir [10]. AM-2 kitleri genellikle savaş uçakları ve C-130'lar için kabul edilebilir ancak jet kargo uçaklarının iniş pistleri için yetersizdir [11]. Bu kit ve/veya FFM ile üç bomba kraterinin (15 metre çapında) dört saat içinde onarılmasını destekler [10].

AM-2 kitinin saklanması kolaydır, raf ömrü sınırsızdır ve çevresel değişikliklere karşı duyarlı değildir. AM-2 kitinin dezavantajları ise yoğun emek olması, çok pahalı olması ve bazı uçaklar için kabul edilemez pürüzlülük/tümsek kriterleri getirmesidir [10].

Bu onarım şekli insan gücü açısından en yoğun olanıdır. Hızlı pist krater onarımlarının temel dayanağı olan bu kit, artık çoğunlukla taksi yolu onarımları ve park apronunun genişletilmesi için ikincil kullanıma devredildi. Ancak, diğer yöntemlerin kullanılmadığı durumlarda pist onarımları için bir seçeneği temsil etmektedir [3].

AM-2 yüzeyinin altına bir geotekstil yerleştirilirse, AM-kiti çok daha iyi hizmet verir başlangıç maliyeti yüksek olmasına rağmen uzun süreli operasyonlar için uygun maliyetli olabilir [10].

Bizim ülkemizde pist çabuk onarımında CLASS-60 kitleri kullanılmaktadır. (Şekil 5,6). Alüminyum kitler yüksek mukavemetleri ve düşük ağırlıkları nedeniyle tercih edilirler.



Şekil 5. Alüminyum kit [5].



Şekil 6. Alüminyum kitin krateri çekilmesi [12].



2.2.2. Katlanmış Fiberglas Kit

Krater hazırlığı alüminyum kit sistemiyle aynıdır. Katlanmış fiberglas kitin çeşitli avantajları vardır; hava yoluyla taşınabilir, araçla daha kolay hareket ettirilebilir, havaalanı kaplama yüzeylerinden daha uzak mesafelere yerleştirilebilir ve kapalı mekanlarda, elemanların dışında depolanabilir [3]. FFM yaklaşık 1360 kg. ağırlığındadır ve her biri 1,83 metre genişliğinde, 9,14 metre uzunluğunda ve 12,7 milimetre kalınlığında dokuz fiberglas panelden oluşur. Birleştirme panelleri 7,32 metre ve 9,14 metre uzunluklarda mevcuttur [10,11].

Fiberglas kitler; krater onarımı tamamlandıktan serilir ve sabitlenir. (Şekil 7,8). Bu yöntem basit ve hızlıdır [5].



Şekil 7. FFM Tamir Metodu. [3].



Şekil 8. Fiberglas matın sabitlenmesi. [5].

Hızlı, basit, ucuz ve uzun raf ömrü özelliklerine sahip, kanıtlanmış bir tekniktir. FRP kitin performansı sıcaklıktaki değişikliklerden etkilenmediği gibi yağmur veya CBR (Kaliforniya Taşıma Gücü testi) varlığından da önemli ölçüde etkilenmez. Katlanabilir kitin hava yoluyla taşınabilmesi dışında konsept temelde aynı. Havayla taşınabilirlik faktörü kitin maliyetini artırmış, karmaşıklığını arttırmış, yapısal sağlamlığını azaltmış ve raf ömrü özelliklerini (menteşelerden dolayı) azaltmıştır [6].

2.2.3. Prefabrik Beton Blok

Amerika Birleşik Devletleri Hava Kuvvetleri Avrupa (USAFE) tarafından geliştirilen bu onarımda prefabrik beton bloklar kullanıldı. Portland çimentolu betondan yapılmış levhalar, 2 metreye 2 metreye 15 santimetre kalınlığındadır ve kare üst kenarları boyunca takviye şeritlerine sahiptir. (Şekil 9). Türkiye üretilen beton bloklar, 2 metreye 2 metreye 14 santimetre kalınlığındadır Karmaşık ve çok yavaş bir onarım tekniğidir. Son derece emek yoğunudur ve büyük ölçüde her alt görevin doğru şekilde yapılmasına bağlıdır. Sistem, taşıma kapasitesini ve güvenilirliğini garanti eder, ancak bazı operasyonel zorluklara sahiptir: kaplamanın tam olarak uygun sayıda döşemeyi içerecek şekilde kesilmesi gerekir [5].



Şekil 9. Çelik muhafaza profilili prekast beton döşemeler [5].

Prefabrik beton blok yönteminin dezavantajlarını şöyle sıralayabiliriz.

- Krater çevresi tam olarak kare veya dikdörtgen şeklinde kesilmesi,
- Ağır malzemeden yapılmış olması,
- Blokların yerleştirilmesinin uzmanlık gerektirmesi,
- Depolama için büyük bir alana ihtiyaç duyulması,
- Onarım esnasında fazla personel ve iş makinesine ihtiyaç duyulması,
- Dışarıda depolanma zorunluluğu olduğu için hava şartlarından etkilenmesi,
- Bloklar arası derz dolgu yapılması,
- Havadan nakliye yapılamaması.

2.2.4. Klasik Yöntem

Hasarlanan bölge temizlenir. Pistin mevcut altyapı kesitine ve kaplama cinsine göre beton veya beton asfalt kaplama yapılır. (Şekil 10)



Şekil 10. Klasik yöntemle beton asfalt ve beton onarımı örnek resim

3. Sonuç

Kuzey Atlantik Anlaşması Örgütü (NATO) ülkeleri, gelişmiş P.Ç.O. yeteneklerinin (materyaller, ekipman ve teknikler) geliştirilmesine yönelik kapsamlı araştırmalar yürütmüştür. Bu yetenekler başarıyla test edilmiş ve sahaya sürülmüştür [6].

Bir hava saldırısından sonra pistler ve taksi yolları, uçaklara yönelik minimum riskle operasyonların sürdürülmesine olanak sağlayacak bir standartta onarılmalıdır. Onarım süresini azaltmak için onarım ekiplerini kapsayan beş temel gereksinimin karşılanması gerekir.

1. Her birey kendi bireysel görev ve sorumluluklarını bilmelidir;
2. Bireysel görevlerinde tam yetkinliğe sahip olmalıdır;
3. Görevlerinin bir bütün olarak onarım süreciyle nasıl bir arayüz oluşturduğunu bilmelidir;
4. P.Ç.O. faaliyetlerinin adımlarını ve sıralamasını bilmelidir;
5. P.Ç.O. sürecine ilişkin kapsamlı uygulamalı eğitim almalıdır.

Uçaklar; deniz devriye görevi, taktiksel ikmal ve muharebe destek harekâtı için kritik varlıklardır. Gelişmiş düşman mühimmatlarının pist kaplamalarına verdiği hasar, hava sahası onarılan kadar uçak sortilerini tehdit eder. Bu nedenle, hava harekâtını yeniden yapabilmek için bir P.Ç.O. yeteneğine sahip olmak gereklidir [6].

Hava üsleri herhangi bir çatışmada düşman saldırısına karşı son derece savunmasızdır. Düşman, pisti kraterleştirmek ve parçalamak için tasarlanmış gelişmiş mühimmatlarla pistlere ciddi hasar verebilir. Düşman

saldırısını takiben pistleri operasyonel duruma geri döndürmek için mevcut en iyi P.Ç.O. tekniklerini analiz etmesi ve seçmesi için bir yöntem sağlamaktır [6].

NATO'daki ülkeler mevcut onarım teknolojisi üç büyük kraterin aynı anda onarılmasıyla sınırlıdır. Onarım süresi her ülkenin onarım yöntemlerine göre farklılık gösterir. Onarımın dört saat içinde tamamlanması gerekmektedir. Yeterli miktarda personel, malzeme ve iş makinası tahsis edilmelidir. Yeterli eğitim ve tatbikatlar yapılmalı periyodik olarak değerlendirilmelidir. Yol pist konseptinin tekrar değerlendirmesi uygun olacaktır.

P.Ç.O. yöntemi belirlenirken kısa göz önünde bulundurulması gereken değerlendirme kriterleri

1. Ekip yoğunluğu,
2. Eğitimli personele olan bağımlılık,
3. Özel ekipman ihtiyacı,
4. İşgücü yoğunluğu,
5. Eğitimli personel azlığı karşısında karmaşıklık,
6. Barış zamanında kullanımı,
7. Bakım zorluğu,
8. Raf ömrü,
9. Maliyet,
10. Kısa onarım süresi,
11. Depolama,
12. Tüm uçak türleri için destek,
13. Hafif malzemeden yapılma,
14. Hava yolu ile taşınabilme,
15. Montajı kolaylığı,
16. Hava koşullarından etkilenmeme.

Bu çalışmada pist çabuk onarım yöntemleri kısaca açıklanmaya çalışılmış modern uçaklar için yeni onarım metotları ve kullanılabilecek malzemenin araştırılması gereği vurgulanmıştır. Temel hedef onarım sürenin kısaltmak, en verimli ve en uygun maliyetli teknikleri sağlamaktır.

Günümüzde askeri hava üsleri kritik altyapı tesisleri olmaları nedeniyle özellikle hasara açıktır. Ülkenin savunma sisteminin işleyişi için büyük bir öneme sahiptirler. Yurt içinde seri olarak üretilebilecek yeni onarım malzemelerinin geliştirilmesi, tüm hava üsleri için istikrarlı bir tedarik sağlayacaktır. Ayrıca, malzemelerin dayanıklılığını ve ömrünü artırmak için yeni çözümler üretmekte önemlidir.[13]

Askeri hava üsleri ulusal savunmada, özellikle hava savunmasında çok önemli bir rol oynamaktadır. hava operasyonlarının desteklenmesi açısından en kritik tesislerden biri, savaş uçaklarının kalkış ve iniş yaptığı alan olarak hizmet veren pisttir hava hareketinin aksamaması için pist çabuk onarımı yönetimi esastır. [14]

Etik Standartlar Beyanı

"Bu makalenin yazarı, bu çalışmada kullanılan materyal ve yöntemlerin etik kurul izni ve / veya yasal-özel izin gerektirmediğini beyan etmektedir."

Çıkar Çatışması

"Yazar, bu makalede bildirilen çalışmayı etkilemiş gibi görünebilecek, bilinen rakip mali çıkarları veya kişisel ilişkileri olmadığını beyan eder."

Yazar Katkı Beyanı

Yazar 1: Metodoloji (Fikrin oluşması), tasarımın yapılması, makalenin kontrol edilmesi

Kaynaklar

- [1] U.S. Department of The Air Force. (April 1997.). Rapid Runway Repair Operations. *Air Force Pamphlet* 10-219 Volume 4 .
- [2] Anderson, M. &. (2002). PaveMend as a Solution for Rapid Runway Repair. In Designing, Constructing, Maintaining, and Financing Today's Airport Projects. 1-10.
- [3] U.S. Dept. of The Air Force. (2008). Airfield Damage Repair Operations. *Air Force Pamphlet*, 10-219 Volume 4, s. 10.
- [4] T. Corbett. (2023). The Regenerating Road China's Rapid Runway Repair Capabilities and Other Recovery Methods. *China Aerospace Studies Institute*.
- [5] Leonelli, F. D. (2017). Laboratory and on-site tests for rapid runway repair. *Applied Sciences*, 7(11), 1192.
- [6] Chang, S. (1990). Rapid runway repair (RRR) techniques: a systems analysis. *Naval Civil Engineering Laboratory*.
- [7] Durmaz, B. (2015). Pist Çabuk Onarımında Soğuk Karışım Asfaltın Uygulanabilirliği. *Dokuz Eylül Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi*, s. 54.
- [8] Topçu, İ. B. (2011). Bombardıman Sonrası Pist Hızlı Onarımı ve Hızlı Sertleşen Beton Kullanımı. *Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 24(1), 15-28.

- [9] U.S. Government Department of Defense, . (2003). Airfield Damage Repair Ufc 3-270-07, . *U.S. Army Corps of Engineers (Preparing Activity) Naval Facilities Engineering Command Air Force Civil Engineer Support Agency*,.
- [10] U.S. Government Department of Defense, . (21 May 2020). O&M: Airfield Damage Repair TSPWG Manual 3-270-01.3-270-07 . *U.S. Army Corps of Engineers (Preparing Activity) Naval Facilities Engineering Command Air Force Civil Engineer Support Agency*,.
- [11] U.S. Government Department of Defense, . (30 June 2003). Airfield Damage Repair Ufc 270-07,. *U.S. Army Corps of Engineers (Preparing Activity) Naval Facilities Engineering Command Air Force Civil Engineer Support Agency*,.
- [12] 28 Aralık 2023 tarihinde Erişim Adresi: <https://fauntrackway.com/> adresinden alındı.
- [13] Oksana MARIK., S. M. (2024). Analysis of rapid reconstruction airport pavements. *Inzynieria Bezpieczestwa*, s. 36-46.
- [14] Pungky Dharma Saputra,. M. ((2024). Development of Work Breakdown Structure (WBS) for RapidDamage Runway Repair (RADARR) Time Planning at Military. *E3S Web of Conferences* 517, 05002