

Patent Veritabanı Analizi: Havacılıkta Kullanılan Elektromanyetik Girişim (EMI) Kalkanlama Sistemleri Örneği

Ayşegül Bereketlioğlu¹

Türk Havacılık ve Uzay Sanayi-TUSAŞ, Ankara

ÖZET

Şirketlerin stratejik hedeflerine uygun olarak Ar-Ge çalışmalarını planlamaları için doğru teknolojilere odaklanmaları ve teknolojik kabiliyetlerini güçlendirmeleri oldukça önemlidir. Bu çalışmalara yön verirken diğer rakiplerin hangi teknolojik aşamada oldukları hakkında bilgi sahibi olunması da Ar-Ge çalışmalarının yöneleceği doğru teknoloji alanının belirlenebilmesi açısından avantaj sağlamaktadır. Günümüzde teknolojinin hangi alanlarda geliştiğini anlamının en iyi yollarından biri konu hakkında patent veri tabanı analizi yapılmasıdır. Bu çalışmada, özellikle havacılık ve savunma özelinde Ar-Ge çalışmaları yapan şirketlere, patent veritabanı analizi kullanılarak Elektromanyetik girişim (EMI) probleminin çözümü hakkında yol gösterici nitelikte girdi sunulması hedeflenmiştir.

GİRİŞ

Son yıllarda havacılık ve savunma sektörlerinde yaşanan bilimsel ve teknolojik gelişmeler ile birlikte kritik teknik problemlere etkin çözüm getirme çabaları bilim insanlarının ve sanayicilerin ileri teknolojiler ile donatılmış malzemelere yönelmesine sebep olmuştur. Sanayide ve teknolojiye meydana gelen gelişmeler sonucunda yapılan araştırma ve geliştirme çalışmaları sayesinde pek çok ileri malzeme keşfedilmekte ve patentler vasıtası ile koruma altına alınmaktadır. Bu patentleri inceleyen sanayi kuruluşları ve üniversiteler de bu teknolojik seviyeyi daha da geliştirerek öne çıkma gayretinde bulunmaktadır. [Barcelon 2016] İleri malzemeler düşük ağırlık, yüksek mukavemet özelliklerini yanında ileri seviyede elektriksel, termal ve optik özelliklere de sahiptir. Bu gelişmiş özellikleri nedeniyle havacılık sektöründe bu malzemelere odaklanılmakta ve yoğun Ar-Ge çalışmaları yürütülerek hedef platformlarda kullanım için teknolojik olgunluğun artırılması yönünde çalışılmaktadır. Teknolojide meydana gelen bu gelişmeler, şirketler arasındaki rekabette de etkili olmuştur. Özellikle havacılık ve savunma sanayi şirketleri rakiplerinin sahip olduğu ileri teknolojileri yakından izleyerek ve Ar-Ge çalışmalarını o yönde devam ettirerek Pazar paylarını genişleterek rekabet avantajı sağlamaktadır. Patent analizleri özellikle son yıllarda kendini geliştirmek isteyen şirketlerin en önemli stratejilerinden biri haline gelmiştir [Birol, Deniz, Gömleksiz, 2011].

İnovasyon, teknolojik gelişmeler için kilit taşı rolündedir. İnovasyonun gerçekleşebilmesi için geniş çapta Ar-Ge ve teknoloji geliştirme çalışmalarına ihtiyaç duyulmaktadır. İnovasyon konusuna önem veren şirketlerin patent politikası da doğru orantılı olarak aynı önem ve özene sahiptir. Yenilikçi düşünce ve fikirlerin ürüne uygulanması ile yeni bir buluş ortaya konulabilir. Bu buluş da patentler vasıtasıyla korunarak literatüre kazandırılır. Literatüre kazandırılmış bu yenilikçi fikir, başka yenilikçi düşüncelerin oluşmasına kapı açar, Böylelikle önemli teknolojik gelişmelerin kaydedilmesi ve kamuoyu ile paylaşılması mümkün olur. Bu nedenle patent Veritabanı analizleri Ar-Ge çalışmalarının en önemli adımlarındandır. Ar-Ge çalışmaları esnasında teknolojinin hangi yöne evrildiği konusunda araştırmalar yapmak çalışmaların daha verimli olmasını sağlar. Rakiplerin teknolojik gelişmelerini izleyebilmenin da yolu bu rakip şirketlerin sahip olduğu patentleri takip

¹ Patent Mühendisi, E-posta: aysegul.bereketlioglu@tai.com.tr

etmek ve incelemekten geçer. [Barcelon 2016] Patentler teknik bilginin %80'ini içermektedir. Yapılan patent analizleri, şirketlerin Ar-Ge stratejisi için doğru adımlar atılması adına önem taşımaktadır. Patentler sadece buluşun uygulanıp korunmasında fayda sağlamaz, aynı zamanda patentlerin ticarileşmesi ile önemli gelir kaynakları da olabilmektedirler. Bir diğer deyişle patentler rakiplere karşı kullanılabilen etkili maddi ve hukuki kaynaklardır [Birol, Deniz, Gömleksiz, 2011].

Geliştirilen yeni teknolojiler ile çoğu havacılık sisteminde dijital dönüşüm gerçekleşmektedir. Bu dönüşüm elektronik sistemler ile çalışan cihazların havacılıkta daha çok kullanımını mümkün kılmaktadır. Özellikle kokpit donanımları, aviyonikler, otopilot sistemleri ve tamamen elektronik sistemlerle çalışan yapısalardan oluşan havacılık elemanları yeni teknoloji ile donatılmış hava araçlarında sıklıkla görülmektedir. Elektrik ile çalışan her cihaz, çevresinde birbirine dik bir açı ile yayılan manyetik alan ve elektriksel alan oluşturarak çoğu elektronik cihazın etkilenmesine sebebiyet veren elektromanyetik dalgalar ve radyo dalgaları yayarlar. Elektromanyetik dalgalar birbiri ile etkileşime girerek herhangi bir elektriksel alanın değişimine sebep olurlar. Elektromanyetik dalgaların oluşma nedeni yüklü olan parçacıkların ivmeli hareketlerinden meydana gelmeleridir. Bu alanların birbirinin etki alanının içerisine girmesi, elektromanyetik girişime (EMI) sebebiyet verebilmektedir. Özellikle aviyonik sistemlerin çalışması, kablosuz bağlantılar, radyo dalgaları ile yapılan saldırılar, yıldırım çarpması ve GSM servisi ile çalışan cep telefonlarının kullanımının da yaygınlaşması gibi sebepler ile elektromanyetik girişim problemleri sık sık görülmektedir. [Abraham, Joseph, Mishra, Thomas, 2018] Bu problem sonucunda kritik savunma sistemlerinde güvenlik açısından büyük zararlar oluşabilmekte ve hatta cihazların kullanılamaz hale gelmesi ihtimali de bulunmaktadır. Elektromanyetik girişim probleminin en çok görüldüğü ürünler; aviyonikler, kokpit radyo iletişim sistemleri, entegre devre elemanları, kablolar, kablosuz iletişim unsurları, güç kaynakları, radar sistemleri ve elektrik kontakları şeklindedir. Bu kritik parçaların zarar görmesinin engellenmesi için çeşitli kalkanlama çözümleri getirilmektedir. Elektromanyetik alanın parazit oluşturmasını önleyen elektromanyetik uyumlu ekranlama yöntemleri, contalar, iletken nanokompozit kaplamalar, iletkenleştirilmiş polimerler ve kaplamalar bu probleme karşı uygulanan ana çözümleri oluşturur. Bu nedenle EMI kalkanlamasının havacılıktaki kritik teknolojilerden olduğunu söylemek mümkündür. [Angaiah, Chen, Guo, He, Kong, Liu, Mai, Murugadoss, Shao, Wang, 2018].

YÖNTEM

Bu çalışmada, havacılıkta kullanılan EMI kalkanlama teknolojilerinin incelenmesi ve konu hakkındaki teknolojilerin güncel uygulamalarının ortaya konulması amaçlanmıştır. Bu doğrultuda, havacılık sektöründe EMI kalkanlama sistemleri üzerine çalışan firmaların son 10 yılda yaptıkları koruması devam eden patent başvuruları araştırılarak inceleme ve analiz gerçekleştirilmiştir. Patent başvurularından sağlanan bilgi ile günümüzde EMI kalkanlama üzerine yapılan yeniliklerin ve konu ile ilgili teknolojilerin belirlenmesini sağlayacak bir yöntem izlenmiştir. Çalışmayı yürütürken patent veri tabanına erişmek için “Derwent Innovation Tool” aracından faydalanılmıştır.

Patent veri tabanı analizi için internette kamuya açık ve ücretsiz bir şekilde kullanılabilen veri tabanları ve arama motorları mevcuttur. Bu çalışmada Espacenet ve Google patents veri tabanlarından faydalanılmıştır.

Patent veri tabanlarında araştırma türüne göre kullanılabilen akıllı hızlı tarama, ayrıntılı tarama ve sınıflandırma taramaları mevcuttur. Hızlı tarama, kullanıcı için halihazırda bilinen patent numaraları veya başlıkları için oldukça kullanışlıdır. Eğer daha geniş ve ayrıntılı bir tarama gerekiyorsa, ayrıntılı tarama kullanılmalıdır. Ayrıntılı taramada anahtar kelimeler, tasnif sınıflandırmalar, özet, başlık, buluşçu, başvuru sahibi, rüçhan tarihi gibi bilgiler ayrı ayrı girilerek geniş bir tarama yapıp daha çok sonuca ulaşılabilir. [Barcelon 2016] Sınıflandırma taramaları ise konu hakkındaki en uygun tasnif sınıflandırılmaların bulunması için önemlidir [Birol, Deniz, Gömleksiz, 2011].

Daha geniş patent araştırması için öncelikle konu hakkındaki en uygun anahtar kelimeler ve bu anahtar kelimelerin eş anlamlıları bulunup kullanılmalıdır. Ayrıntılı arama için farklı anahtar kelimeler arasına “AND”, eş anlamlı anahtar kelimelerin arasına ise “OR” koyulmalıdır. Ayrıntılı taramada, tasnif sınıflandırmaların kullanılması, daha pratik sonuçlara ulaşılması için faydalıdır. Kelimeler ve sınıflandırmalar ayrı ayrı parantez içinde yazılmalıdır.

Bu çalışmada ilgili anahtar kelimeler kullanılarak bulunan 4873 patent başvurusu incelenerek analiz gerçekleştirilmiştir.

HAVACILIK

- Aerospace
- Aircraft
- Aviation
- Aerial

ELEKTROMANYETİK GİRİŞİM

- Emi
- «electromagnetic interference»
- «radiofrequency interference»

KALKANLAMA

- Shield*
- Barrier*
- Screen*
- Reduc*
- Protect*

SİSTEM & CİHAZ

- System*
- Device*
- Apparatus
- Appliance

Şekil1: Elektromanyetik girişim kalkanlama ürünlerinin havacılıkta kullanımı ile ilgili patent araştırması için kullanılan anahtar kelimeler

Anahtar kelimeleri şekil deki gibi gruplandırarak yakın veya eş anlamlı kelimeler kullanılmıştır. Böylece daha etkin bir analize ulaşılması amaçlanmıştır.

Smart search

Advanced search

Classification search

Quick help

- [What is the Cooperative Patent Classification system?](#)
- [How do I enter classification symbols?](#)
- [What do the different buttons mean?](#)
- [Can I retrieve a classification using keywords?](#)
- [Can I start a new search using the classifications listed?](#)
- [Where can I view the description of a particular CPC class?](#)
- [What is the meaning of the stars in front of the classifications found?](#)
- [What does the text in brackets mean?](#)

Selected classifications

nothing selected

Find patents

Copy to search form

Cooperative Patent Classification

Search for

View section | [Index](#) | [A](#) | [B](#) | [C](#) | [D](#) | [E](#) | [F](#) | [G](#) | [H](#) | [Y](#)

🔍
📄
🔍
🔍
🔍
🔍
🔍
🔍
🔍
🔍
🔍
🔍
🔍
🔍
🔍
🔍
🔍
🔍
🔍
🔍

Symbol	Classification and description
▼ ★★★★★ ☐ H01L 23/00	Details of semiconductor or other solid state devices (H01L 25/00 takes precedence (, structural arrangements for testing or measuring during manufacture or treatment, or for reliability measurements H01L 22/00 ; arrangements for connecting or disconnecting semiconductor or solid-state bodies, or methods related thereto H01L 24/00 ; finger print sensors G06K 9/00006))
▼ ★★★★★ ☐ H05K 9/00	Screening of apparatus or components against electric or magnetic fields (devices for absorbing radiation from an antenna H01Q 17/00)
▼ ★★★★★ ☐ H01L 2224/00	Indexing scheme for arrangements for connecting or disconnecting semiconductor or solid-state bodies and methods related thereto as covered by H01L 24/00
▼ ★★★★★ ☐ H01L 2924/00	Indexing scheme for arrangements or methods for connecting or disconnecting semiconductor or solid-state bodies as covered by H01L 24/00
▼ ★★★★★ ☐ H01L 24/00	{Arrangements for connecting or disconnecting semiconductor or solid-state bodies; Methods or apparatus related thereto}
▼ ★★★★★ ☐ H01L 21/00	Processes or apparatus adapted for the manufacture or treatment of semiconductor or solid state devices or of parts thereof ((testing or measuring during manufacture or treatment, or reliability measurements H01L 22/00 ; multistep manufacturing processes for passive two-terminal components without a potential-jump or surface barrier for integrated circuits H01L 28/00 ;) processes or apparatus peculiar to the manufacture or treatment of devices provided for in groups H01L 31/00 - H01L 51/00 or of parts thereof, see these groups; single-step processes covered by other subclasses, see the relevant subclasses, e.g. C23C , C30B ; photomechanical production of textured or patterned surfaces, materials or originals therefor, apparatus specially adapted therefor, in general G03F)
▼ ★★★★★ ☐ H05K 1/00	Printed circuits
▼ ★★★★★ ☐ H01L 25/00	Assemblies consisting of a plurality of individual semiconductor or other solid state devices (, Multistep manufacturing processes thereof) (devices consisting of a plurality of solid state components formed in or on a common substrate H01L 27/00 ; photovoltaic modules or arrays of photovoltaic cells H01L 31/042 (, panels or arrays of photo electrochemical cells H01G 9/2068))
▼ ★★★★★ ☐ H01R 13/00	Details of coupling devices of the kinds covered by groups H01R 12/70 or H01R 24/00 - H01R 33/00
▼ ★★★★★ ☐ H05K 2201/00	Indexing scheme relating to printed circuits covered by H05K 1/00

Şekil 2: Espacenet Sınıflandırma Araması

Smart search

Advanced search

Classification search

Quick help

- [What is the Cooperative Patent Classification system?](#)
- [How do I enter classification symbols?](#)
- [What do the different buttons mean?](#)
- [Can I retrieve a classification using keywords?](#)
- [Can I start a new search using the classifications listed?](#)
- [Where can I view the description of a particular CPC class?](#)
- [What is the meaning of the stars in front of the classifications found?](#)
- [What does the text in brackets mean?](#)

Selected classifications

B64 flow

Clear

Find patents

Copy to search form

Cooperative Patent Classification

Search for

View section | [Index](#) | [A](#) | [B](#) | [C](#) | [D](#) | [E](#) | [F](#) | [G](#) | [H](#) | [Y](#)

🔍
📄
🔍
🔍
🔍
🔍
🔍
🔍
🔍
🔍
🔍
🔍
🔍
🔍
🔍
🔍
🔍
🔍
🔍

Symbol	Classification and description
▼ ★★★★★ ☐ B64C 39/00	Aircraft not otherwise provided for
▼ ★★★★★ ☐ B64C 2201/00	Unmanned aerial vehicles; Equipment therefor
▼ ★★★★★ ☐ B64C 1/00	Fuselages; Constructional features common to fuselages, wings, stabilising surfaces and the like (aerodynamical features common to fuselages, wings, stabilising surfaces, and the like B64C 23/00 ; flight-deck installations B64D)
▼ ★★★★★ ☐ B64C 3/00	Wings (stabilising surfaces B64C 5/00 ; ornithopter wings B64C 33/02)
▼ ★★★★★ ☐ G05D 1/00	Control of position, course or altitude of land, water, air, or space vehicles, e.g. automatic pilot (radio navigation systems or analogous systems using other waves G01S)
▼ ★★★★★ ☐ B64D 11/00	Passenger or crew accommodation; Flight-deck installations not otherwise provided for
▼ ★★★★★ ☐ G08G 5/00	Traffic control systems for aircraft (, e.g. air-traffic control [ATC])
▼ ★★★★★ ☐ B64D 45/00	Aircraft indicators or protectors not otherwise provided for (camouflage F41H 3/00)
▼ ★★★★★ ☐ B64D 27/00	Arrangement or mounting of power plant in aircraft; Aircraft characterised thereby (attitude, flight direction, or altitude control of aircraft by jet reaction B64C)
▼ ★★★★★ ☐ B64F 1/00	Ground or aircraft-carrier-deck installations (specially adapted for captive aircraft B64F 3/00)

Şekil 3: Espacenet Sınıflandırma Araması

Tablo1: Havacılıkta kullanılan elektromanyetik girişim kalkanlama ürünleri ile ilişkili CPC (Cooperative Patent Classification) sınıflandırmaları.

CPC Sınıfı	Tanımlaması
G02B6/4277	Fizik → Optik → Optik elemanlar, sistemler veya aparatlar → Işık kaynakları → Opto-Elektronikler → Elektromanyetik girişim korumaları
H05K9/0081	Elektrik → Baskı devreleri, elektrikli aparatlar ve montajları → Elektrik ve manyetik alana karşı ekranlama → Kalkanlama malzemeleri → Elektromanyetik ve radyo frekansı kalkanlama
H04Q1/116	Elektrik → Elektrik iletimi teknikleri → İstasyonlar arası bağlantı kurulması → Dış etkilere karşı koruma → Yıldırım veya elektromanyetik girişim korumasına karşı koruma, ekranlama veya topraklama
B64C	Hava araçları

CPC Sınıfı	Tanımlaması
H01L2225/06537	Elektrik → Temel elektriksel elemanlar → yarı iletken devreler → elektrik bağlantılarının özel uyarlanması → Elektromanyetik Girişim
H01R13/6598	Elektrik → Temel elektrik elemanları → Elektriksel iletken bağlantıları ve izoleli bağlatılar → Elektromanyetik girişim için Anti-statik kalkanlama ve topraklama
Y10S277/92	Yenilikçi teknolojiler → Contalar ve bağlantılar → Elektromanyetik girişim kalkanlama
H01H2223/002	Elektrik → Temel elektrik elemanları → Elektrik anahtarları, röleler ,acil durum ve koruma cihazları, kontak kabloları → Kovan, kasa ve muhafazalar → Contalar
H05B45/36	Elektrik → Elektrik teknikleri → LED içeren devreler → Sürücü devreleri → Elektromanyetik girişim koruması

Tablo 1’ de gösterilen sınıflandırmalar arama esnasında kullanılarak konu ile ilişkili patentlere ulaşılmıştır. Bu sınıflandırmalara ulaşmak için Espacenet sitesi kullanılmıştır. Anahtar kelimeler bu arama kısmında da aranarak konunun geçtiği sınıflandırmalara ulaşılmıştır. Elde edilen anahtar kelimelere ve sınıflandırmalara göre Google patents veri tabanında kullanılan kelime kombinasyonları ve algoritmalar şu şekildedir:

((aircraft) OR (aviation) OR (aerospace) OR (airplane)) AND ((emi) OR (“electromagnetic interference”)) AND ((shield) OR (protect*) OR (barrier*) OR (screen*) OR (reduc*)) AND ((system*) OR (device))*

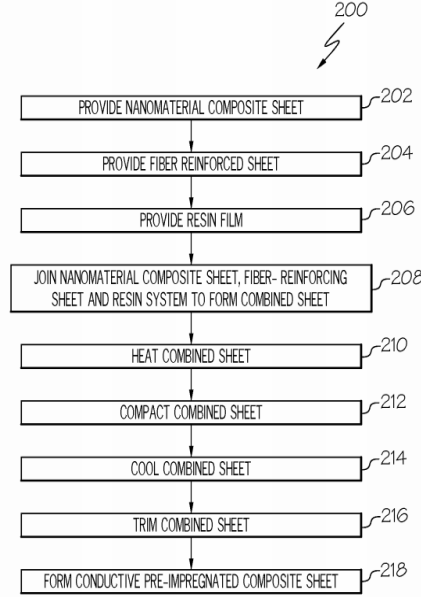
(H05K9/00) AND ((aircraft) OR (aviation) OR (aerospace) OR (airplane))

(B64C) AND ((emi) OR (“electromagnetic interference”)) AND ((shield) OR (protect*) OR (barrier*) OR (screen*) OR (reduc*)) AND ((system*) OR (device)) after:priority:20090101*

UYGULAMALAR

EMI girişimi sorunu hayati bir problem olduğundan konu ile ilgili çok sayıda çalışma bulunmaktadır. İçlerinde Boeing, General Electric ve Airbus’ın da bulunduğu pek çok havacılık ve teknoloji firması bu soruna çözüm geliştirmiştir. Bu çözümlerini ayrıca patent başvuruları ile de koruma altına almışlardır. Hava araçlarında elektromanyetik dalgalara maruz kalma en önemli problemlerdendir. Bu probleme çözüm için Boeing şirketi US10093041B2 numaralı “ Conductive pre-impregnated composite sheet and method for making the same” başlıklı patenti ile koruma altına aldığı uygulamasında uçak yapılarında kullandıkları kompozit malzemeleri nano malzemeler ile

katkılandırarak iletken hale getirmiştir. Fiber-takviyeli tabakanın bir yüzeyi, nanomalzeme ile katkılandırılarak iletken hale getirilmiş ve elektromanyetik dalgaları içerisine geçirmeyen başka bir kompozit tabaka ile reçine kullanılarak yapıştırılmış, böylece uçağın yapısalı dı iş etkilerden korunmuştur. Şekil 4’ de uygulanan yöntem gösterilmektedir. [Belk, Braley, Ferriell, Heinz, Truscello, 2016]



Şekil 4: “US10093041B2” numaralı patente ait görsel

Havacılıkta elektromanyetik girişim, aviyonik sistemleri de olumsuz etkilemektedir. Aviyonik sistemlerin çalışmaları esnasında veya dış etkiler sebebiyle cihazların arızalanmasına, hatalı çalışmasına, hatta tümden gayri faal olmasına yol açan bu problem için çeşitli çözümler getirilmiştir. Bunlardan biri General Electric firmasına ait olan “US8222541B2” numaralı ve “Avionics chassis” başlıklı patent ile koruma altına alınan çözümdür. Bu patentte aviyonik sistemlerin içine yerleştirildiği bir şaseden bahsedilmiştir. Karbon takviyeli kompozit bir malzemeden imal edilmiş bu şase, şasenin dış kısmında metal levhalar bulunmaktadır. Levhalar ile birlikte şase üzerinden geçen ve topraklama sistemine bağlanan metal şeritler bulunmaktadır. Yıldırım veya diğer dış elektromanyetik etkiler bu şeritler vasıyasıyla tek bir yerde toplanmaktadır. Şekil 5’te şasenin perspektif görünüşü sunulmaktadır. [Coxon, Horton, Ploeg, Steenwyk, Streyle, 2009]

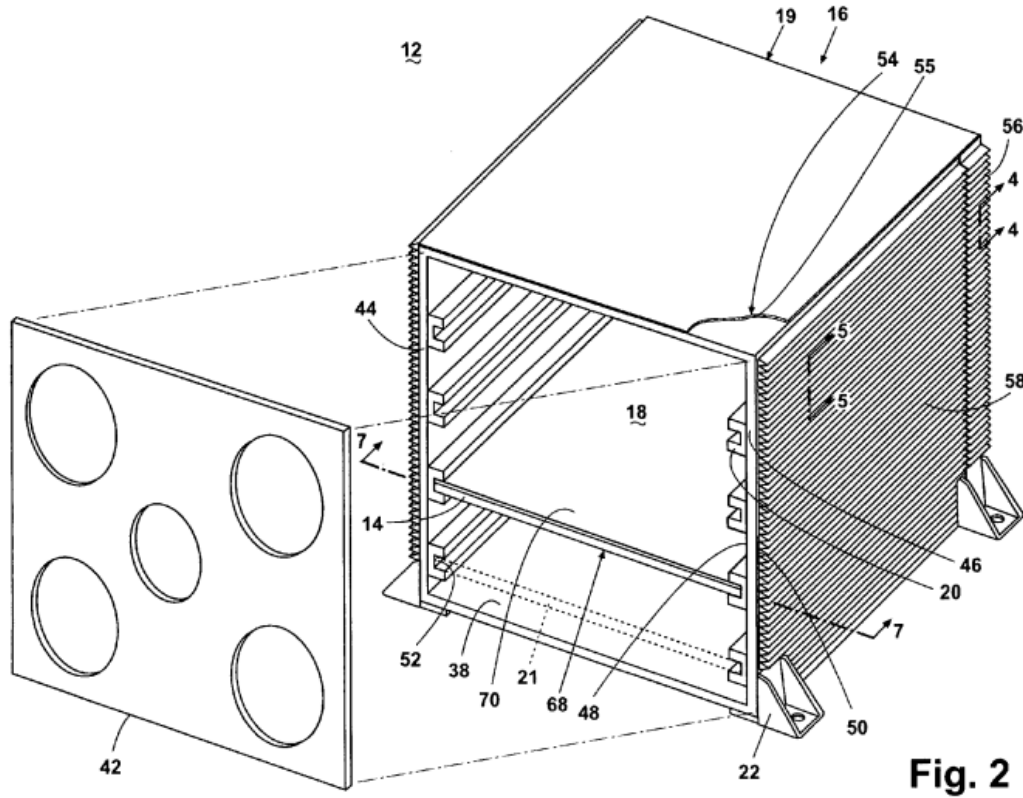
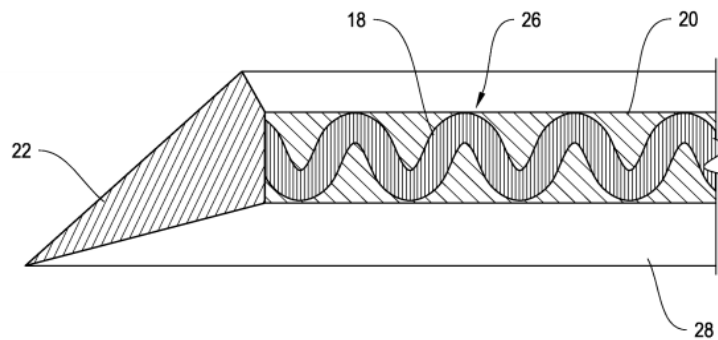


Fig. 2

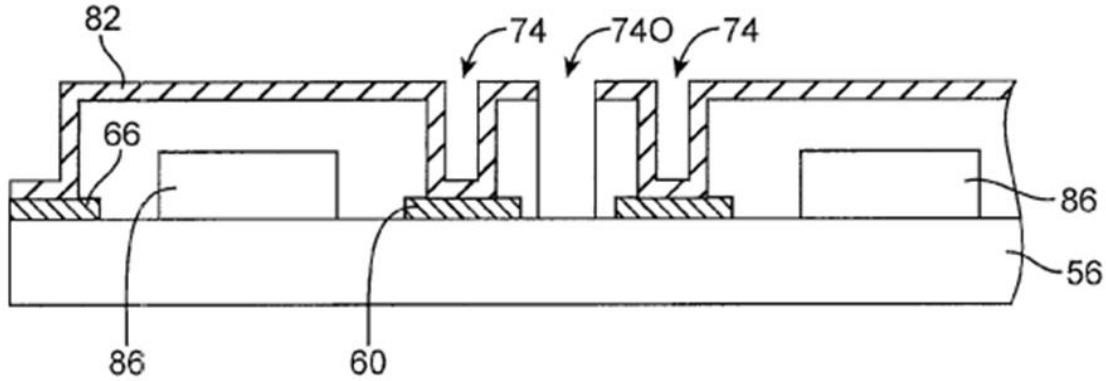
Şekil 5: “US8222541B2” numaralı patente ait görsel

Özellikle hava araçlarında en çok karşılaşılan bir diğer elektromanyetik girişim olayı yıldırım çarpmasıdır. Yıldırım çarpması sırasında hava aracı üzerinde bulunan sistemler yüksek miktarda elektromanyetik girişimin etkisi altında kalabilir. Bu probleme getirilen en etkili çözümlerden birisi de conta ve iletken macun kullanımıdır. Parker Intangibles ait olan “US8759692B2” numaralı “Encapsulated expanded crimped metal mesh for sealing, EMI shielding and lightning strike applications” başlıklı patentte soruna çözüm getirmek adına iletken macun kullanılmıştır. İletken macun, bir elastomer jel tabakası ile gömülü esnek bir iletken ağ tabakasına sahiptir. İletken ağ, macuna daha düşük sapma kuvveti, daha iyi korozyon direnci, yıldırım çarpmalarına karşı koruma ve daha yüksek EMI kalkanlama yeteneği sağlayan bir dizi tekrarlanan dalga sağlayacak bir yapıdadır. Polimer yapının içinden geçen iletken ağ topraklamayı sağlayarak uçak içerisinde elektromanyetik uyumluluğun oluşumunu sağlar. Şekil 6’da iletken macunun yapısı görülmektedir. [Bunyan, Lionetta, Watchko, 2012]



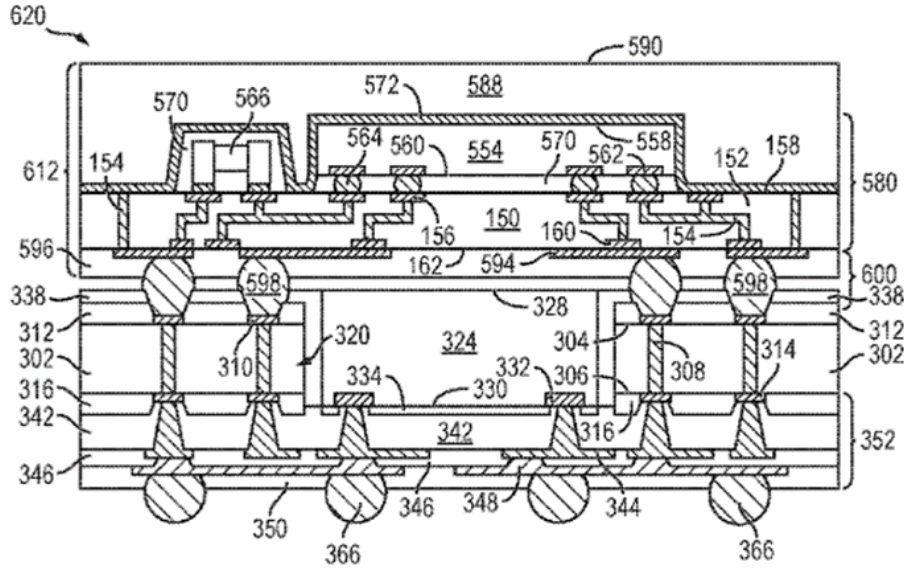
Şekil 6: “US8759692B2” numaralı patente ait görsel

Entegre devreler elektromanyetik girişimden etkilenen en önemli elektronik parçalardır. Ayrıca entegre devreler de birbirinin arasında elektromanyetik dalgalar yaydıkları için girişime sebebiyet vermektedir. “US8654537B2” sayılı “Printed circuit board with integral radio-frequency shields” başlıklı Amerika Birleşik Devletleri menşeli, Apple şirketine ait patente bahsedilen buluşta, elektrikli bileşenlerin elektromanyetik parazite maruz kalmasını önlemek için, bileşenler üzerinde radyo frekansı koruyucu yapılar oluşturulmuştur. Radyo frekansı koruma yapıları bir metalik boya tabakası kaplanması vasıtası ile oluşturulmuştur. Kanallar, devre blokları arasındaki yalıtkanlarla oluşturulmuş böylece yükün dağılımı ve iletimi dengelenip kontrol edilebilir hale getirilmiştir. Metalik boya, dielektrik yüzeyleri kaplamak ve kanalları doldurmak için kullanılmış, fazla yükün topraklama birimine iletimi sağlanmıştır. Radyo frekansı kalkanlarını birbirinden ayırmak için metalik boya yüzeyinde açıklıklar oluşturulabilir. Baskılı devre kartının yüzeyindeki iletken yollar, metalik boya tabakasının dahili baskılı devre kartı yollarında bağlanmasında kullanılabilir. Böylece buluşta elektromanyetik girişim tarafından yüklenen fazla elektrik miktarı, hava aracındaki topraklama bölümüne iletilir. Şekil üzerinde 82 numara ile gösterilmiş unsur, bunu sağlayan iletken malzemedir. Şekil 7’de baskılı devrede iletken ve yalıtkan kalkanlama sistemi görülmektedir. [Fisher, Mantovani, Mayo, Nangeroni, Pyper, 2010]



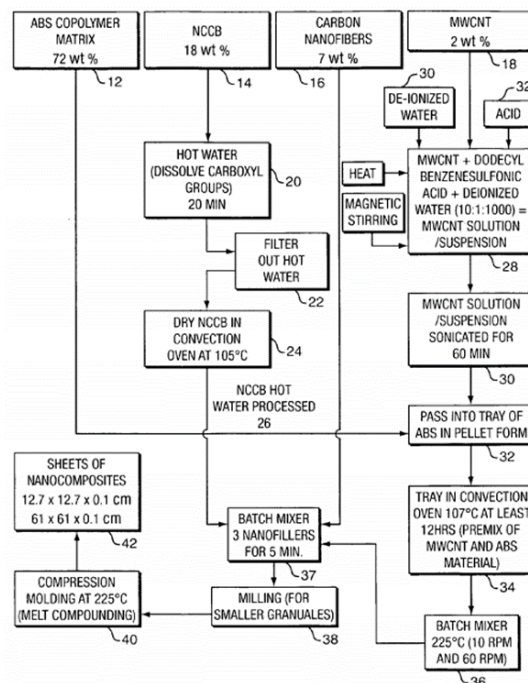
Şekil 7: “US8654537B2” numaralı patente ait görsel

Yarı iletken devreleri özellikle son yıllarda havacılık ve savunma sanayiinde yaygınlıkla kullanılmaya başlayan devrelerdir. Yarı iletkenler elektromanyetik girişimi kontrol etmede oldukça başarılıdır. Bu sebeple elektromanyetik girişim kalkanlama uygulamalarında son yıllarda kullanılmaya başlanmıştır. “US10297519B2” numaralı “Semiconductor device and method of forming PoP semiconductor device with RDL over top package” başlıklı Stats Chippac şirketine ait olan Amerika Birleşik Devletleri menşeli patente, devre elemanları, elektromanyetik girişimi kalkanlamaya yarayan ve paraziti engelleyen iletken bir tabaka ile örtülmüştür. Bu tabaka aynı zamanda ekranlama kalkanı olarak da isimlendirilebilir. Şekil 8 üzerindeki 572 numaralı unsur ile gösterilen bu yüzey Al, Cu, Sn, Ni, Au, Ag, Ti, TiW, W gibi herhangi bir metal malzemeden üretilmiş, spreyleme, CVD (Chemical Vapor Deposition), PVD (Physical Vapor Deposition) gibi yöntemler ile tüm devre üzerinde oluşturulmuştur. Ekranlama katmanı, altlığın iletken katmanlarına elektriksel olarak bağlıdır. Ekranlama katmanı aynı zamanda gereksiz elektromanyetik dalgaların topraklanmasına olanak sağlamaktadır. Yarı iletkenin bir başka faydası soğurma yöntemine olanak sağlayarak elektromanyetik girişimi engellemesidir. [Lin, 2015]



Şekil 8: "US10297519B2" numaralı patente ait görsel

Kompozit malzemelerin iletken katkılandırılması ile elde edilen malzemelerle de elektromanyetik kalkanlama sağlanabilir. Malzeme teknolojilerinde yaşanan son gelişmeler ile özellikle yapısal malzemeler sayesinde güneş patlamaları, şimşek, radyo frekansı gürültülerinin hava araçlarını etkilemesi engellenebilmektedir. "US20100311866A1" nolu "Hierarchical polymer-based nanocomposites for emi shielding" başlıklı Massachusetts Üniversitesi'ne ait olan Amerika Birleşik Devletleri menşei patent başvurusunda polimer bazlı nanokompozitlerin Elektromanyetik girişim kalkanlama görevinde kullanılmasından bahsedilmiştir. Polimerin iletken hale getirilmesi için özellikle ABS polimeri içerisine karbon nanotüp katılması ile sağlanmıştır. Ayrıca nanokompozit, nikel kaplı karbon fiber de içermektedir. İçerisinde iletken yapı içeren bu kompozit malzeme özellikle şimşek tarafından indüklenen elektromanyetik girişimin sıklıkla görülebileceği kanat ucu, kokpit bölgesi, kuyruk ve burun bölgelerinde kullanılarak kalkanlaması sağlanmıştır. Şekil 9' da bu kompozit malzemenin üretim algoritması gösterilmiştir. [Huang, Mead, 2009]



Şekil 9: “US20100311866A1” numaralı patent başvurusuna ait görsel

Şimşek veya güneş patlaması kaynaklı elektromanyetik girişimler havacılıkta sıklıkla görülen problemler olduğu için bu problem için pek çok çözüm getirilmiştir. Kompozit malzeme yüzeyine kaplanan iletken sayesinde şimşek tarafından indüklenen elektromanyetik girişim kalkanlamaları üzerine de çeşitli çalışma bulunmaktadır. “US10256618B2” numaralı “Conductive surfacing material for composite structures” Amerika Birleşik Devletleri menşei Cytec Industries şirketine ait olan bir patentte yapısal olarak elektromanyetik girişimi engellemeye yarayan kompozit malzemeden bahsedilmiştir. Bu kompozit malzeme iletken bir tabakaya sahiptir ve aynı zamanda şimşekten koruma görevi de görmektedir. Kompozit malzemede bulunan iletken yüzey kaplama malzemesi, çok ince bir iletken tabaka ve iletken tabakanın iki karşı yüzeyinden en az birinde oluşturulmuş sertleştirilebilir bir reçine filmi içeren çok katmanlı bir yapıdır. İletken tabaka bir katı metal folyo veya tabaka veya bir karbon tabaka olabilir. Bu bağlamda karbon grafit içerir. Örnek olarak metal katman / folyo, bakır, alüminyum, bronz veya bunların alaşımları gibi metallerden oluşturulabilir. Hem hafiflik hem de iletkenlik özelliklerini sağlayan bu yapısal malzeme özellikle hava araçlarında potansiyel olarak şimşeklerin elektromanyetik girişime sebebiyet verebileceği bölgelerinde kullanılabilir. Şekil 10’ iletken ile kaplanmış kompozit malzeme görülmektedir. [Kohli, Sang, 2013]

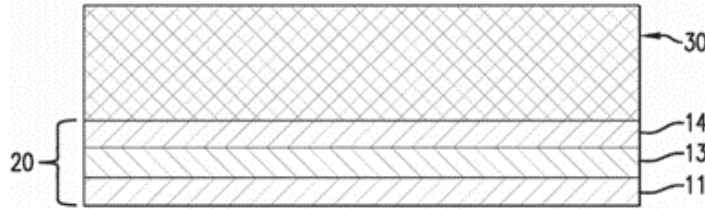
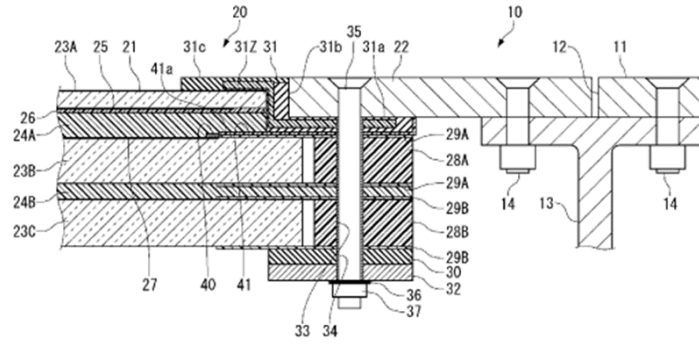


FIG.2

Şekil 10: “US10256618B2” numaralı patente ait görsel

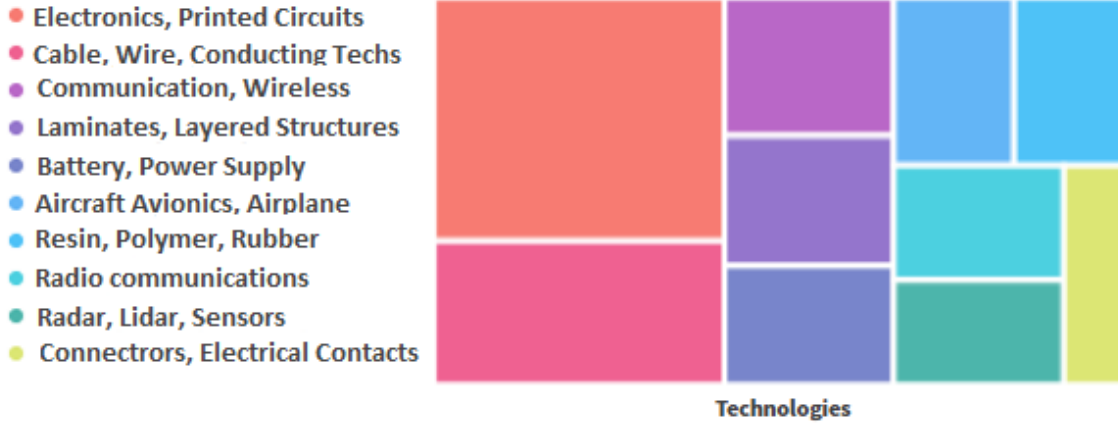
Havacılıkta sıklıkla rastlanan bir diğer elektromanyetik girişim problemi de kokpitlerde gerçekleşmektedir. İletişim esnasında ve sinyal bozma saldırılarında kokpitler hedef alınmaktadır. Kritik önem taşıyan kokpitler için de elektromanyetik girişim kalkanlama uygulamaları yapılmaktadır. “US8714487B2” numaralı “Cockpit window of aircraft having electromagnetic shield, and aircraft” başlıklı Amerika Birleşik Devletleri menşei, Mitsubishi Aircraft şirketine ait olan patentte düşük maliyetli elektromanyetik girişim kalkanlama amacı ile kokpit penceresinde film malzeme oluşturulması ile ilgilidir. Pencere parçasına bir elektromanyetik girişim kalkanı film kaplanır ve elektromanyetik girişim kalkanı film ile iletken bir malzemeden yapılmış bir dış tutucu arasında bağlantı sağlanır. İletken film, pencere parçasının dış çevre kısmı boyunca pencere parçasının dış çevre tarafına yönlendirilecek şekilde bir bağlantı elemanı vasıtasıyla elektromanyetik kalkan filmine bağlanır ve elektriksel olarak dış tutucuya bağlanır. Bu konfigürasyon ile, pencere kısmı ile dış tutucu arasında bir eklem kısmında boşluk olmadan iletken bir malzemeden yapılmış bir film oluşturulur. Ayrıca, iletken filmin esnekliğe sahip olduğu varsayılır. Kokpitte meydana gelebilecek olan elektromanyetik yüklenmeleri iletken film sayesinde topraklama bölgesine iletebilecektir. Şekil 11’de bahsi geçen sistem görülmektedir. [Yokoi, 2010]



Şekil 11: "US8714487B2" numaralı patente ait görsel

ANALİZ SONUÇLARI

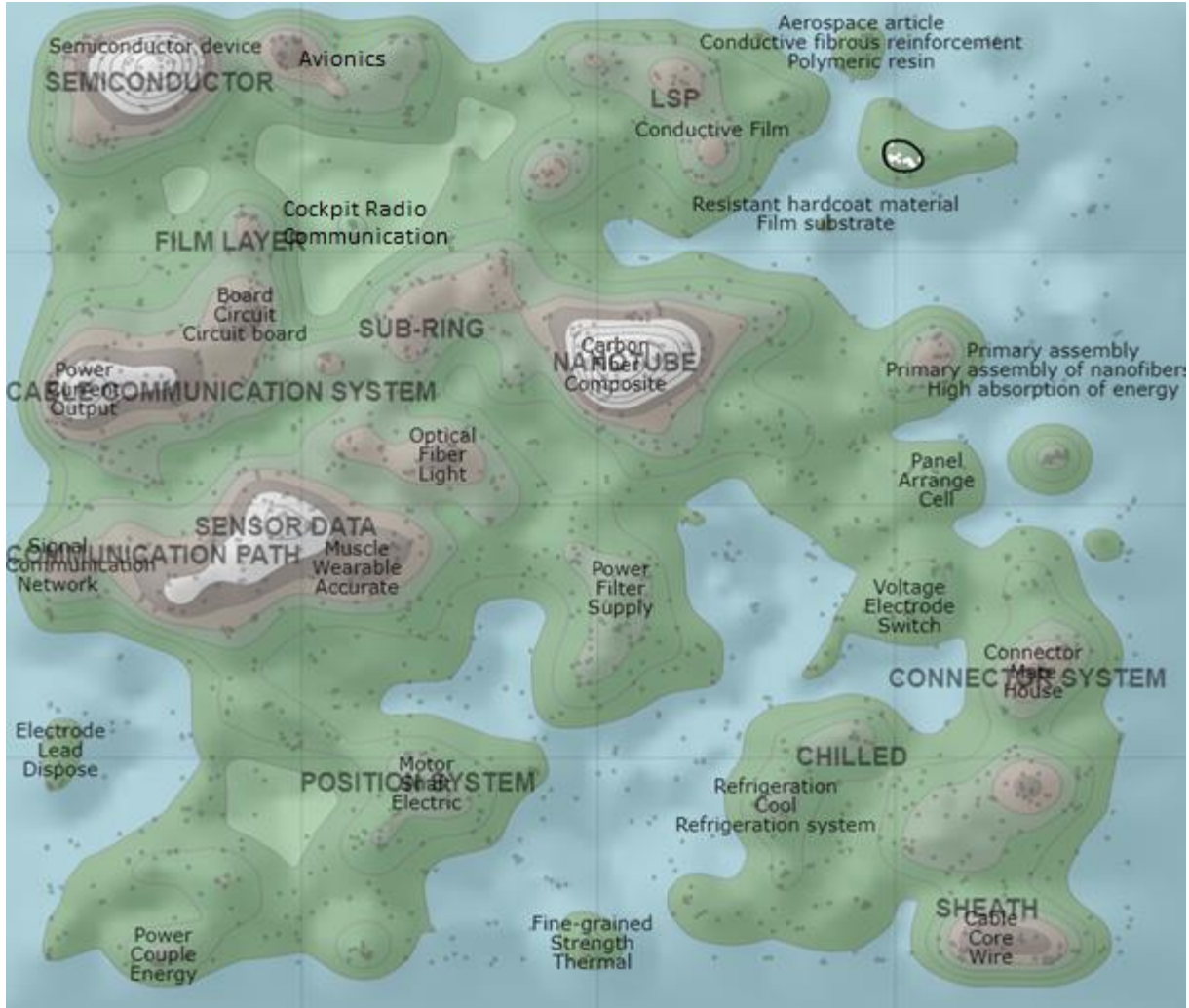
Yapılan patent veri tabanı analizi ile çıkarılan sonuçlar bu bölümde belirtilmiştir.



Şekil 12: Son 10 yıl içerisinde havacılıkta elektromanyetik girişim kalkanlama teknolojileri patentleri ve patent başvurularının kullanım alanları ve dağılımları

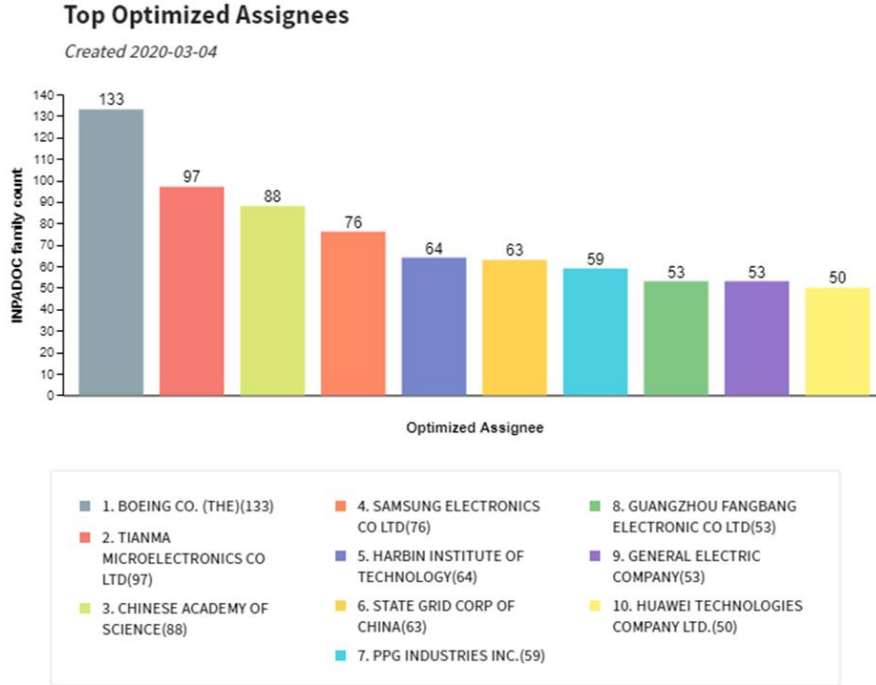
Şekil 12'ye göre son 10 yılda yapılmış olan patent başvurularına göre en çok kullanılan teknolojinin özellikle elektronik ve yazılmış devreler üzerinde kullanıldığı görülmektedir. Bunun başlıca sebebi elektronik cihazların ve devrelerin elektromanyetik girişim problemlerinin en sık görüldüğü cihazlar olmalarıdır. Bu sebeple bunların kalkanlaması üzerine başvurulmuş patent sayısının oldukça yüksek olduğu görülmüştür. Elektronikler ve yazılmış devreler teknolojilerini, kablolu ve iletim teknolojileri takip etmektedir. İçinden elektrik akımı geçen kabloların çevresinde elektromanyetik alan meydana gelmektedir. Özellikle çok yüksek voltajda elektrik taşıyan kablolardaki girişim, cihazlara iletim esnasında büyük zarar vermektedir. Bu yüzden kablolu sistemlerinde elektromanyetik girişim kalkanlama patentlerine de yaygınlıkla rastlanılmaktadır. Aynı şekilde özellikle kablosuz iletişim esnasında da kablosuz iletişim kaynağının çevreye yaydığı dalgalar havacılık cihazlarında elektromanyetik girişime sebebiyet vermektedir. Sistemlerde bozulmalara sebep olan bu zararlı etki için de elektromanyetik girişim kalkanlama problemine yaygın çözümler getirilmiştir ve bu çözümler patent başvuruları ile koruma

altına alınmıştır. Bu teknolojiyi özellikle havacılıkta yapısal olarak elektromanyetik girişimden korumak adına katmanlı yapılarda kalkanlama sistemleri kurularak engellenme gayreti ne girilmiştir. Bu patent başvuruları özellikle hava araçlarının yapısal korunması açısından şimşekten koruma üzerine yapılmıştır. Batarya ve güç kaynakları elektromanyetik dalgalar yayan kaynaklardır ve özellikle hava araçlarında kullanılan bu ürünler için elektromanyetik girişim kalkanlamasının yapılması diğer elektronik cihazlara zarar vermemeleri ve düzgün çalışabilmeleri açısından önemlidir. Aynı şekilde havacılıkta en önemli elektronik yapılar olan aviyonik cihazların elektromanyetik girişimden korunması da önemlidir. Bu sebeple bu konu özelinde de oldukça fazla patent başvurusuna rastlanılmıştır. Polimer yapıların özellikle hava araçlarında yapısal olarak elektromanyetik kalkanlama özelliği üzerine güçlendirilmesi ve katılandırılması ile hava araçları dış elektromanyetik girişim etkilerinden korunmaya çalışılmıştır. Özellikle radyo frekansları ile iletişim hava araçlarında yaygın rastlanılan iletişim şekillerindendir. Radyo frekansları da elektromanyetik girişime uğrayarak değişime uğrayabilir ve iletişimde aksamalar meydana gelebilir. Bunun engellenmesi adına konu özelinde de pek çok patent başvurusu yapılmıştır. Savaş uçaklarının da radara yakalanmaması için elektromanyetik girişim için güçlü bir şekilde kalkanlanmış olması gerekir. Ayrıca, elektriksel kontak malzemelerinin elektromanyetik girişime uğraması sonucu arızalar yaşanabilmektedir. Contalama yöntemi ile özellikle bu bölgelerdeki elektromanyetik girişimi kalkanlamak için çözümler üretilmiş ve patent başvuruları ile koruma altına alınmıştır.



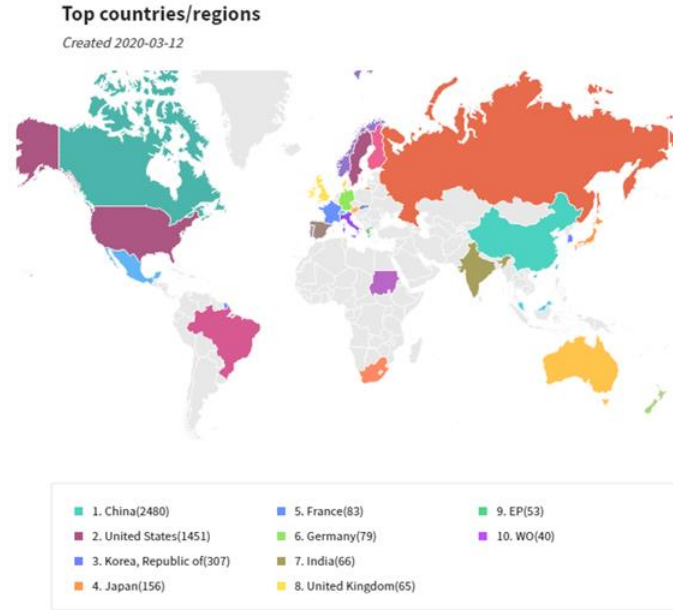
Şekil 13: İncelenen Patentlere Ait Topografik Harita

Şekil 13'te gösterilen topografik haritada özellikle yarı iletkenler, aviyonik sistemler, ince iletken filmler, contalar, kokpit radyo iletişimi, sensör, iletişim ağları, kablolama, radar görünmezliği, güç kaynakları, hava aracı yapısalı, devreler, karbon nanotüp, elektronik cihazlar üzerine patent başvurularının yoğun olduğu görülebilmektedir. Literatür araştırmasında da bu konuların en çok çalışan konular olduğu görülmüştür.



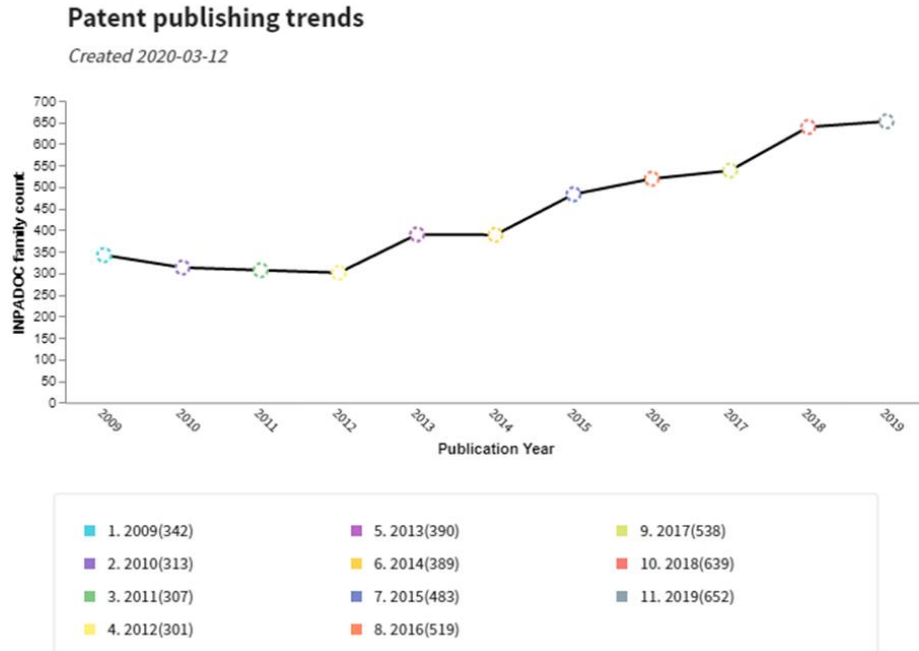
Şekil 14: Havacılıkta kullanılan elektromanyetik girişim kalkanlama ürünü üreten firmaların patent başvurusu dağılımı

Şekil 14'te havacılıkta kullanılan elektromanyetik girişim kalkanlama ürünü üreten firmalar görülmektedir. İncelenen patentlere göre en çok elektromanyetik girişim kalkanlama patentine sahip olan firmanın Boeing olduğu görülmektedir. Onu Tianma Microelectronics, Chinese Academy of Science, Samsung, Harbin Institute of Technology, State Grid Corp, Ppg, Guangzhou Fangbang gibi firmalar takip etmektedir. Havacılık firmaları ile birlikte elektronik cihaz üreten firmalar, üniversiteler ve enstitüler de bu sorunun çözümü için fikir üreten teknoloji odaklarıdır.



Şekil 15: Dünyada Havacılık Sektöründe elektromanyetik girişim kalkanlama Ürünleri ile İlgili Başvuru Yapan Patent Ofisleri Dağılımı

Şekil 15'te havacılık sektöründe kullanılan elektromanyetik girişim kalkanlama ürünleri için en çok başvuru yapan ülkeler görülmektedir. Konu hakkında Çin ve Amerika menşeli patentler bulunmaktadır. Ayrıca Kore, Japonya ve Fransa gibi ülkelerde de bu konu hakkında patentler bulunmaktadır.



Şekil 16: 2009 Sonrası Rüçhan Yıllarına Göre Havacılık Sektöründe elektromanyetik girişim kalkanlama Kullanımı ile İlgili Patent Başvurusu Dağılımı

Şekil 16'da 2009 sonrası rüçhan yıllarına göre elektromanyetik girişim kalkanlama patent başvuru dağılımları görülmektedir. Elektromanyetik girişim kalkanlama teknolojileri, giderek artan bir eğilim göstermektedir. Havacılık, savunma ve elektronik sanayiinin gelişmesine paralel olarak konu hakkındaki patent sayısının da artış gözlemlenmektedir.

SONUÇ

Bu bildiri ile gerçekleştirilen patent veri tabanı analizi ile özellikle son 10 yılda havacılık ve savunma özelinde elektromanyetik girişim problemi çözümünde kullanılan kalkanlama sistemleri özelinde inceleme gerçekleştirilmiştir. Önümüzdeki dönemde emniyet kritik olan bu problemlerinin çözümleri üzerinde kalkanlama sistemi teknolojilerine yönelik çalışmaların yoğun bir şekilde devam edeceği öngörülmektedir.

Kaynaklar

- Barcelon Y. C. 2016 "Role of patent analysis in corporate R&D.", Pharmaceutical patent analyst, 1 s. 5-7.
- Birol M., Deniz G., Gömleksiz M., 2011. "AR-GE Faaliyetleri ve Girişimcilerin İnovasyon Üzerindeki Etkileri: Patent Verileri Üzerinde Bir Uygulama." Paradoks: The Journal of Economics, Sociology & Politics, 7.
- Role of Patent Analysis in Business Strategy, <http://patentanalysis.org/articles-on-patent-analysis/role-of-patent-analysis/>
- E. Nakauchi, Controlling the EMI effects of aircraft avionics, <https://www.aerospacemanufacturinganddesign.com/article/amd0415-aircraft-avionics-emi-effects/>
- Abraham J. , Joseph K. , Mishra R. K. , Thomas M. G. , Thomas S. , 2018, "Electromagnetic Interference Shielding Materials for Aerospace Application: A State of the Art.", Advanced Materials for Electromagnetic Shielding: Fundamentals, Properties, and Applications ,327-365.
- Angaiah S. , Chen Y., Guo L.,Guo Z., He Z. , Kong J., Liu C., Mai X. , Murugadoss V. , Shao Q. , Wang C. , 2018 "Overview of carbon nanostructures and nanocomposites for electromagnetic wave shielding." Carbon, 140, 696-733.
- Derwent Innovation, <https://www.derwentinnovation.com/login/>
- Espacenet , <https://worldwide.espacenet.com/>
- Google Patents , <https://patents.google.com/advanced>
- Belk J. H. ,Braley D. J. , Ferriell D. R. , Heinz S. R. , Truscello J. M. , 2016, "Conductive pre-impregnated composite sheet and method for making the same" Patent no: US10093041B2. Boeing
- Coxon D. W. , Horton P. J. , Ploeg B. , Steenwyk M. M. , Streyle J. J. , 2009, "Avionics chassis" Patent no: US8222541B2, General Electric
- Bunyan M. H. , Lionetta W. G. , Watchko G. R. , 2012, "Encapsulated expanded crimped metal mesh for sealing, EMI shielding and lightning strike applications" Patent no: US8759692B2, Parker Intangibles
- Fisher J. , Mantovani J. , Mayo S. , Nangeroni P. , Pyper R. D. , 2010 , "Printed circuit board with integral radio-frequency shields" Patent no: US8654537B2, Apple
- Lin Y., 2015 , "Semiconductor device and method of forming PoP semiconductor device with RDL over top package" Patent no: US10297519B2, Stats Chippac Pte
- Huang J. , Mead J. L., 2009 , "Heirarchial polymer-based nanocomposites for emi shielding" Patent no: US20100311866A1, University of Massachusetts (UMass)
- Kohli D. K. , Sang J. J., 2013 , "Conductive surfacing material for composite structures" Patent no: US10256618B2, Cytec Industries
- Yokoi T., 2010 , "Cockpit window of aircraft having electromagnetic shield, and aircraft" Patent no: US8714487B2, Mitsubishi Aircraft