

**Elektromanyetik Kalkanlama Özelliği Olan Tekstil
Yüzeylerinin Üretimi ve Yüzeylerin Kalkanlama Etkinlik
Alanının Araştırılması**

Proje No: 107M454

Yrd. Doç.Dr. Sema PALAMUTCU
Yrd. Doç.Dr. Ahmet ÖZEK
Doç.Dr.Ceyhun KARPUZ
Nermin DAĞ
Pınar ÖZTÜRK

AĞUSTOS 2010
DENİZLİ

ÖNSÖZ

İletişim teknolojilerinde yaşanan hızlı gelişmeler günlük hayatımızı kolaylaştırdığı gibi bazı problemleri de beraberinde getirmektedir. Çevremizde yoğun olarak kullanılmakta olan telsiz telefonlar, elektronik ev eşyaları ve diğer tüm elektronik cihazlar potansiyel olarak elektromanyetik dalga kaynaklarıdır. Elektromanyetik dalgalar uzayda kolayca yayılabilmekte, ortamda bulunan diğer elektronik cihazlara zarar verebildikleri gibi canlı organizmalar üzerinde de çeşitli olumsuz etkilere neden olabilmektedir.

Mevcut elektronik bilgileri ve teknolojik uygulamalar ile elektromanyetik dalgaların diğer elektronik cihazlar üzerindeki etkileri belirgin bir şekilde izlenebilmekte ve gerekli teknolojik tedbirler alınabilmektedir. Ancak elektromanyetik dalgaların canlı organizmalar üzerindeki etkileri bilimsel olarak açıkça belirlenememiştir. Elektromanyetik dalgaların canlılar ve özellikle insanlar üzerindeki etkilerinin araştırıldığı çok sayıda çalışma olmasına rağmen, zararların ispatı konusundaki bulguların doğruluğu uluslararası platformlarda halen tartışılmaktadır.

Elektromanyetik dalgaların sadece istenilen yerlere ulaşmasına izin verilmesi, istenilmeyen yerlerde ise elektromanyetik dalgaların kalkanlama veya ekranlama yöntemi ile etkinliklerinin ortadan kaldırılması veya güçlerinin zayıflatılabilmesi son derece önemlidir. Öncelikle ulusal güvenlik ve sağlık alanlarında önemli olan bu ihtiyaç, gelişen teknoloji ile günlük yaşantımızda da ihtiyaç haline gelmiştir. Günlük yaşantımızda yoğun olarak kullanılmakta olan çeşitli elektrikli ve elektronik cihazlar ve özellikle cep telefonları yaşadığımız ortamlarda sürekli olarak elektromanyetik dalgalara maruz kalmamıza yol açmaktadır. Bu durum günlük yaşantımızda rahatlıkla kullanılacak ürün ihtiyacını ortaya çıkarmaktadır. Modern hayatın bir parçası olan elektromanyetik dalgaların olumsuz etkilerinin azaltılması amacı ile kullanılacak ürünler arasında üretim teknolojileri ve kullanım kolaylığı açısından tekstil ürünleri önemli bir potansiyele sahiptir.

TÜBİTAK Mühendislik Araştırma Grubu tarafından 3501 Kariyer programında desteklenmiş olan bu çalışma, toplam otuz ay içinde tamamlanmış olup, Tekstil Mühendisliği ve Elektrik-Elektronik Mühendisliği bölümlerinin bir arada yürütmüş olduğu disiplinler arası bir çalışmadır.

Projeye verdikleri destek için kurumsal anlamda TÜBİTAK-MAG'a ve TÜBİTAK-MAG çalışanlarına, projenin gerçekleşmesinde verdikleri destekler için Pamukkale Üniversitesindeki çalışma arkadaşlarımıza, iletken bakır tel temininde verdikleri destek için ERBAKIR-Denizli firmasına, numune kumaş hazırlamada yardımcı olan BEZSAN Denizli tekstil firmasına ve elektromanyetik kalkanlama etkinliği ölçüm ünitesinde ön ölçme çalışmaları yapmamıza izin verdikleri için Ege Üniversitesi Tekstil Mühendisliği Bölümüne teşekkür ederiz.

Projenin yürütüldüğü Pamukkale Üniversitesi'nin tüm ilgili birimlerine verdikleri destekler için ayrıca teşekkür eder, çalışmanın tüm ilgili taraflar için faydalı olmasını dileriz.

Yrd. Doç.Dr. Sema Palamutcu
Proje Grubu Adına

Ağustos 2010, Denizli

İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ	2
ŞEKİLLER DİZİNİ	5
TABLolar DİZİNİ	8
ÖZET	9
ABSTRACT.....	10
1 GİRİŞ.....	11
1.1 GİRİŞ.....	11
1.2 RAPORUN ORGANİZASYONU.....	13
2 GENEL BİLGİLER.....	14
2.1 FONKSİYONEL TEKSTİLLER	14
2.2 ELEKTRİK ALAN VE ELEKTROMANYETİK ALAN	15
2.3 ELEKTROMANYETİK DALGA	17
2.4 ELEKTROMANYETİK SPEKTRUM	18
2.5 ELEKTROMANYETİK DALGALARIN İNSAN VÜCUDU ÜZERİNDEKİ ETKİLERİ	19
2.6 ELEKTROMANYETİK KİRLİLİK.....	23
2.7 ELEKTROMANYETİK EKLANLAMA (KALKANLAMA).....	24
2.8.1 ELEKTROMANYETİK EKLANLAMA NASIL YAPILIR?	25
2.8.2 EKLANLAMA MALZEMELERİ NELERDİR?.....	28
2.8 TEKSTİL YÜZEYLERİNDE ELEKTROMANYETİK KALKANLAMA ETKİNLİĞİNİN ÖLÇÜLMESİ.....	29
3 KONU İLE İLGİLİ BİLİMSEL ÇALIŞMALAR VE PATENTLER	34
3.1 TEKSTİL YAPILARININ ELEKTROMANYETİK EKLANLAMA AMACI İLE KULLANIMI HAKKINDA BİLİMSEL ÇALIŞMALAR	34
3.2 TEKSTİL YAPILARININ ELEKTROMANYETİK EKLANLAMA AMACI İLE KULLANIMI HAKKINDA PATENTLER	41
4 PROJE ALTYAPISININ OLUŞTURULMASI	48
4.1 TEKSTİL YAPILARININ OLUŞUMU İÇİN KULLANILACAK OLAN ALTYAPININ OLUŞTURULMASI.....	48
4.1.1 MAKİNA ALTYAPISI	48
4.2 TEKSTİL YAPILARINDA ELEKTROMANYETİK KALKANLAMA ETKİNLİĞİ ÖLÇÜMÜ İÇİN ÖLÇÜM DÜZENEĞİNİN TASARLANMASI	49
5 MATERYAL METOD	58
5.1 TEKSTİL YÜZEYİ ÜRETİM ÇALIŞMALARI	58
5.2 TEKSTİL YÜZEYLERİNDE EMSE ÖLÇÜM ÇALIŞMALARI.....	59
5.3 KOMPOZİT LEVHALARDA EMSE ÖLÇÜMÜ.....	60

6	ÖLÇÜM BULGULARI	62
6.1	EMSE ÖLÇÜM DÜZENİĞİNİN ÖLÇME GÜVENLİĞİNE AİT BULGULAR	62
6.2	TEKSTİL YÜZEYLERİNDE EMSE ÖLÇÜM BULGULARI	65
6.3	KOMPOZİT MALZEMELERDE EMSE ÖLÇÜM BULGULARI.....	80
7	EMSE ETKİNLİK ÖLÇÜMÜ İLE İLGİLİ ELEKTROMANYETİK MODELLEME ÇALIŞMALARI	85
8	DİĞER LABORATUARLARDA YAPILAN EMSE ÖLÇÜMLERİ	93
8.1	EGE ÜNİVERSİTESİ TEKSTİL MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ EMSE LABORATUARINDA YAPILAN ÖLÇÜMLER.....	93
8.2	İZMİR YÜKSEK TEKNOLOJİ ENSTİTÜSÜ ELEKTRONİK MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ EMSE LABORATUARINDA YAPILAN ÖLÇÜMLER.....	94
9	SONUÇ VE ÖNERİLER	103
10	REFERANSLAR	106
11	TÜBİTAK	108

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1 Dalga yapısı ve özellikleri.....	17
Şekil 2 Elektromanyetik spektrum.....	18
Şekil 3 Ekranlama etkinliğinin tanımı.....	26
Şekil 4 Kalınlığı t olan bir duvarda ekranlama etkinliği bileşenleri.....	27
Şekil 5 ASTM D4935 test standardı için kullanılan ölçüm ünitesi.....	30
Şekil 6 ASTM D4935 test standardı için kullanılan ölçüm düzeneği.....	31
Şekil 7 Elektromanyetik kalkanlama amaçlı kullanıma yönelik oda ve çadır (WEB 9)	32
Şekil 8 Wiğckowski tarafından MIL-STD-285 test standardının modifiye edilmiş prensip ölçüm düzeneği.....	32
Şekil 9 Dokuma iletken tekstil modelleme, (Banaszczyk ve ark.).....	40
Şekil 10 Kumaş topolojik yapısının bilgisayar ortamına aktarılması (Volski).....	41
Şekil 11 İplik görüntüsü.....	42
Şekil 12 Kumaş görüntüsü.....	44
Şekil 13 Elektromanyetik kalkanlama amaçlı ev tekstilleri.....	47
Şekil 14 İletken iplik yapımı için kullanılan katlama makinası.....	48
Şekil 15 Numune dokuma ve örme makineleri.....	49
Şekil 16 Elektromanyetik kalkanlama etkinliği ölçüm düzeneğinin prensip şeması....	50
Şekil 17 Elektromanyetik kalkanlama etkinliği ölçüm düzeneği.....	50
Şekil 18 Anten ve adaptörler.....	51
Şekil 19 İletken olmayan numuneler ve kumaşsız yapılan ölçümlere ait veriler.....	52
Şekil 20 Antenler arası sinyal iletim etkinliği.....	53
Şekil 21 Dikdörtgen şekilli boşluk rezonatör.....	54
Şekil 22 Elektromanyetik kalkanlama etkinliği ölçüm düzeneği ve ek sinyal kaynağı	57
Şekil 23 Kompozit levha yapımında kumaş yerleşimi.....	60
Şekil 24 dBm değerinin değiştirilmesinin etkisinin karşılaştırılması.....	63
Şekil 25 Ölçüm kutusunun iç duvarında piramit şeklinde poliüretan köpük kullanımının etkisinin karşılaştırılması.....	64
Şekil 26 A1, D ve E olarak kodlandırılmış örme kumaşların SE değişimleri.....	65
Şekil 27 D ve F olarak kodlandırılmış örme kumaşların SE değişimleri.....	66
Şekil 28 E ve G olarak kodlandırılmış örme kumaşların SE değişimleri.....	67
Şekil 29 Pamuk/50 µ bakır karışımı iplikten örülen gramaj değerleri farklı örme kumaşlarda SE değişimi.....	68
Şekil 30 Pamuk/100 µ bakır karışımı iplikten örülen gramaj değerleri farklı örme kumaşlarda SE değişimi.....	69
Şekil 31 Atkı ipliği pamuk/50 µ bakır karışımı olan dokuma kumaşlarda SE değişimi	70
Şekil 32 Atkı ipliği pamuk/100 µ bakır karışımı olan dokuma kumaşlarda SE değişimi	71
Şekil 33 Atkı ipliği pamuk/50 µ bakır karışımı olan bezayağı kumaşlarda kat sayısı değişimine bağlı SE değişimleri.....	72
Şekil 34 Atkı ipliği pamuk/100 µ bakır karışımı olan bezayağı kumaşlarda katsayısı değişimine bağlı SE değişimleri.....	73
Şekil 35 Atkı ipliği pamuk/50 µ bakır karışımı olan 1/3 dimi kumaşlarda kat sayısı değişimine bağlı SE değişimleri.....	74

Şekil 36 Atkı ipliği pamuk/100 µ bakır karışımı olan 1/3 dimi kumaşlarda kat sayısı değişimine bağlı SE değişimleri	75
Şekil 37 Atkı ipliği pamuk/50 µ bakır karışımı olan panama kumaşlarda kat sayısı değişimine bağlı SE değişimleri	76
Şekil 38 Atkı ipliği pamuk/100 µ bakır karışımı olan panama kumaşlarda kat sayısı değişimine bağlı SE değişimleri	77
Şekil 39 Atkı ipliği pamuk/50 µ bakır karışımı olan kırık saten kumaşlarda kat sayısı değişimine bağlı SE değişimleri	78
Şekil 40 Atkı ipliği pamuk/100 µ bakır karışımı olan kırık saten kumaşlarda kat sayısı değişimine bağlı SE değişimleri	79
Şekil 41 Atkı ve çözgü yönünde iletken iplik kullanımı ve çözgü yönündeki iletken sıklığı değişiminin incelenmesi	80
Şekil 42 Bezayağı dokuma kompozitlerde EMSE etkinlik karşılaştırmaları	81
Şekil 43 1/3 dimi dokuma kompozitlerde EMSE etkinlik karşılaştırmaları	82
Şekil 44 Panama dokuma kompozitlerde EMSE etkinlik karşılaştırmaları	82
Şekil 45 Kırık saten dokuma kompozitlerde EMSE etkinlik karşılaştırmaları	83
Şekil 46 Süprem örme kompozitlerde EMSE etkinlik karşılaştırmaları	84
Şekil 47 Dalga kılavuzu şekilleri	85
Şekil 48 Ölçüm düzeneği için oluşturulan elektromanyetik model	86
Şekil 49 Farklı dokuma örgüleri için kullanılan simülasyon programında oluşturulan kumaş tasvirleri	86
Şekil 50 Modelin orta bölmesinde kumaş tasvirinin olmadığı boş görüntüsü	88
Şekil 51 Farklı dokuma örgüsündeki bakır iletkenli kumaş tasvirli modelin simülasyon sonuçları ile boş model simülasyon sonuçlarının karşılaştırılması (1 GHz-2.2 GHz)	89
Şekil 52 Farklı dokuma örgüsündeki gümüş iletkenli kumaş tasvirli modelin simülasyon sonuçları ile boş model simülasyon sonuçlarının karşılaştırılması (1 GHz-2.2 GHz)	90
Şekil 53 Farklı dokuma örgüsündeki bakır iletkenli kumaş tasvirli modelin simülasyon sonuçları ile boş model simülasyon sonuçlarının karşılaştırılması (1 GHz-2.2 GHz)	91
Şekil 54 Farklı dokuma örgüsündeki gümüş iletkenli kumaş tasvirli modelin simülasyon sonuçları ile boş model simülasyon sonuçlarının karşılaştırılması (1 GHz-2.2 GHz)	92
Şekil 55 Ege Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Tekstil Mühendisliği Bölümü örme kumaşlara ait EMSE ölçüm sonuçları	93
Şekil 56 Örme kumaş yapısı	94
Şekil 57 Örme kumaş numunelerinin ölçümlerinin yapıldığı ölçüm düzeneği	94
Şekil 58 Kullanılan ölçüm düzeneğindeki bir materyal için gelen, yansıyan ve iletilen enerjinin örnek şeması	95
Şekil 59 Gümüş iletkenli süprem örme kumaş için 1MHz-1 GHz frekans aralığındaki (1. bant) ölçüm sonuçları	96
Şekil 60 Gümüş iletkenli süprem örme kumaş için 1.5 GHz-4 GHz frekans aralığındaki (2. bant) ölçüm sonuçları	97
Şekil 61 Bakır iletkenli süprem örme kumaş için 1MHz-1 GHz frekans aralığındaki (1. bant) ölçüm sonuçları	98
Şekil 62 Bakır iletkenli süprem örme kumaş için 1.5 GHz-4 GHz frekans aralığındaki (2. bant) ölçüm sonuçları	99

Şekil 63 Çelik iletkenli süprem örme kumaş için 1MHz-1 GHz frekans aralığındaki (1. bant) ölçüm sonuçları.....	100
Şekil 64 Çelik iletkenli süprem örme kumaş için 1.5 GHz-4 GHz frekans aralığındaki (2. bant) ölçüm sonuçları.....	101

TABLolar DİZİNİ

Tablo 1 Elektrik alan ve elektromanyetik alan özellikleri	16
Tablo 2 Bazı elektrikli ev aletlerinin neden oldukları elektrik alan şiddetleri	23
Tablo 3 Bazı elektronik cihazların çalışma frekans aralığı.....	24
Tablo 4 Elektromanyetik koruma etkinliği	25
Tablo 5 İletken tellere ait teknik özellikler	58
Tablo 6 İplik tanımlama bilgileri	58
Tablo 7 Dokuma kumaş tanımlama bilgileri	59
Tablo 8 Örme kumaş tanımlama bilgileri	59
Tablo 9 Kompozit levha üretim planı	61

ÖZET

Elektromanyetik dalgalar teknolojik modern yaşam biçimleri ile birlikte hayatımızın her alanını etkilemeye başlamıştır. Özellikle cep telefonu servis sağlayıcıların ülke ve dünya çapındaki etkili baz istasyonu ağları ve cep telefonu kullanımındaki artış tüm diğer canlılar ile birlikte insanların üzerinde sürekli ve yoğun bir elektromanyetik dalga etkileşimine yol açmaktadır.

Elektromanyetik dalgaların olası olumsuz etkilerinden korunmak amacı ile çeşitli ekranlama-kalkanlama malzemeleri ile korunma mümkün olabilmektedir. Elektromanyetik dalgaların ekranlanması amacı ile elektriksel olarak iletken olan levha veya faraday kafesi kullanılmaktadır. Tekstil malzemelerinin elektromanyetik kalkanlama amacı ile kullanımı ise tekstil yüzeylerinin elektriksel iletken yapıda üretilmesi sayesinde gerçekleştirilmektedir. Fonksiyonel tekstil ürünleri arasında yer alan elektriksel iletken tekstil yüzeyleri hakkındaki araştırmalar özellikle son on yıl içinde artmış olup, bu tür ürünler günümüzde artan elektromanyetik kirlilik seviyesi ve yükselen toplumsal duyarlılığın sonucu olarak yoğun ilgi görmektedir.

Bu çalışmada, iki temel proje hedefi belirlenmiştir. Birinci hedef elektromanyetik kalkanlama amaçlı kullanılabilir tekstil yüzeylerinin tasarlanıp üretilmesidir. Diğer hedef ise bu yüzeylerin elektromanyetik kalkanlama etkinliklerinin ölçülebileceği bir ölçme düzeneğinin tasarlanıp, oluşturulmasıdır.

Elektromanyetik kalkanlama amaçlı kullanılabilir yüzey oluşturulması amacı ile farklı kalınlıktaki iletken teller (gümüş, çelik, bakır) ve pamuk ipliği kullanılarak öncelikle katlı iplikler hazırlanmış ve daha sonra bu iplikler elektriksel iletkenlikte dokuma ve örme yüzeylerin yapımında kullanılmıştır. Dokuma yüzeylerde çözümlü ipliği olarak % 100 pamuk, atkı ipliği olarak ise farklı yapıdaki iletken iplikler kullanılmış ve bezayağı, 1/3 dimi, panama ve saten örgü yapılarında dokuma yüzeyler hazırlanmıştır. Örme yüzey olarak süprem örgü yapısında farklı sıklıklarda yüzeyler hazırlanmıştır. Ayrıca dokuma ve örme yüzeyler kullanılarak kompozit yüzeyler hazırlanmıştır.

Elektromanyetik kalkanlama etkinliğinin (EMSE) ölçülmesi amacı ile tasarlanıp kurulan ölçme düzeneği Türkiye’de cep telefonu iletişimde kullanılan frekans aralıklarında kalkanlama etkinliği ölçümü yapabilecek niteliktedir. Ölçüm düzeneği 900 MHz ve 1800 MHz bantlarında elektromanyetik kalkanlama etkinliği ölçümü yapılacak şekilde düzenlenmiştir.

Hazırlanan iletken tekstil yüzeyleri EMSE ölçüm düzeneğinde kalkanlama etkinlikleri açısından test edilmiştir. Ölçümler sonucunda proje çerçevesinde geliştirilmiş olan iletken tekstil yüzeylerinin elektromanyetik dalgaların kalkanlanmasında fayda sağladıkları, elde edilen kalkanlama etkinlik seviyesinin ise iletken çeşidine, dokuma kumaş yapısına, örme sıklık değerine ve elektromanyetik dalgaın dBm büyüklüğüne bağlı olarak değiştiği belirlenmiştir.

Anahtar Sözcükler: Elektromanyetik tekstiller, EMSE, elektrik iletken pamuklu tekstiller

ABSTRACT

Electromagnetic waves of modern technological forms of life began to affect every aspect of our lives. In particular mobile phone service providers effectively increase the use of mobile phone and causes intensive interaction of electromagnetic waves with all living organisms.

There are various shielding and protection materials which are electrical conductive plates, faraday cage, in order to avoid possible negative effects of electromagnetic waves. Electromagnetic shielding for the purposed textile materials are also one option as shielding material. Number of researches about electrically conductive textiles has been increased during the last ten years. Reason of the increasing interest to such textile surfaces can be explained with the increasing awareness about health risk of electromagnetic waves and user friendly structure of textile products.

In this study, two main project goals are identified. The first goal is design and manufacturing of electrical conductive textile surfaces that can be used as shielding materials. Other goal is designing and building of an accurate and confident electromagnetic shielding effectiveness measurement (EMSE) unit that EMSE performance of produced textile surfaces can be measured accurately.

Electrical conductive yarns, that are containing copper wire, silver and cotton staple fibers, are spun and used for production of plain woven, 1/3 rib, satin and basket weave and single jersey knitted specimens. Textile surfaces are also used for the production of composite plates.

Produced specimens are tested in the designed EMSE measurement set in the frequency range of cellular phone communication bands of 900MHz and 1800MHz in Turkey. EMSE of the specimens are compared considering yarn components, fabric structure, number of fabric layers, and reference signal power (dBm) based on frequency changes.

Considering EMSE values; structure of specimens ratio of copper wire in the content of yarn, number of fabric layers, reference dBm value of generated signals are found influential parameters. Thin copper wire containing yarn has higher EMSE comparing those specimens produced using thicker copper wire yarns. Double layer of specimen has better EMSE than the single layer of specimens. Attenuation of specimens can be different for different reference (dBm) levels of generated signals.

Keywords : Electromagnetic textiles, EMSE, electrically conductive cotton textiles

1 GİRİŞ

1.1 GİRİŞ

Günlük hayatımızda her an etkisi altında olduğumuz doğal ve insan yapısı kaynaklardan yayılmakta olan elektromanyetik dalgalar, sağlığımız, diğer canlılar ve elektronik cihazlar üzerinde olumsuz etkiler yaratmaktadır. Elektromanyetik spektrum içinde farklı dalga boylarında yer alan bu ışınımlar canlılar üzerinde çeşitli hastalık ve kalıcı zararlara; diğer elektronik cihazlar üzerinde çalışma performanslarında bozulmalara neden olabilmektedir.

Elektromanyetik dalgaların canlılar ve diğer elektronik cihazlar üzerindeki olumsuz etkilerini azaltmak veya yok etmek için çeşitli yöntemler geliştirilmiştir. Bu ışınımlardan korunmak için ışınların yayılmasının engellenmesi ya da gelen ışınların etkinliklerinin azaltılması yoluna gidilmektedir. Her iki korunma yönteminde de özel malzemeler kullanılarak yalıtım veya kalkanlama yapılabilmektedir. Elektro manyetik kalkanlama amacı ile kullanılmakta olan çok çeşitli malzemeler olup, tekstil yapıları da bu amaçla kullanılmakta olan ürünler arasındadır.

Elektromanyetik kalkanlama özellikli tekstil yüzeylerinin üretimi ve yüzeylerin kalkanlama etkinlik seviyelerinin araştırıldığı bu çalışma da dokuma ve örme yüzey elde etme yöntemleri kullanılarak farklı yapılarda ve farklı derecelerde iletkenlik özelliği olan tekstil yüzeyleri elde edilmiştir. Pamuk ipliği ile farklı kalınlıklarda gümüş, çelik ve bakır teller kullanılarak oluşturulan iletken iplikler ile örme ve dokuma tekstil yüzeyleri elde edilmiştir. Bu yüzeyler daha sonra proje kapsamında tasarlanmış olan bir elektromanyetik alan kalkanlama etkinlik ölçüm ünitesinde test edilmiştir. Tekstil yapıları ayrıca tekstil takviyeli kompozit malzeme haline getirilerek oluşturulan kompozit plakaların elektro manyetik kalkanlama etkinlikleri de incelenmiştir. Projede ayrıca tekstil yüzeylerinin yapısının simülasyon ile modellenmesi ve elektromanyetik kalkanlama etkinliklerinin bu yöntem ile hesaplanması amacına yönelik çalışmalar da yürütülmüştür.

Türk ekonomisi için en önemli sektörlerden olan tekstil ve konfeksiyon sektörü DPT IX. Kalkınma Planı içinde yer alan Tekstil, Deri, Hazır giyim ve Konfeksiyon Özel İhtisas Komisyonu Raporunda belirtildiği üzere “ürün çeşitliliği” konusunda “yeniden yapılanma” zorunluluğu içindedir. Bu projede üzerinde çalışılan ürün tekstil sektörümüzün katma değeri yüksek, teknolojik ürünler geliştirmesi zorunluluğuna katkı sağlayabilecek olan bir üründür. Projede elde edilen bilgi birikimi tekstil sektörüne hizmet edeceği gibi çevre, canlılar ve teknoloji kullanımı açılarından son derece önemli ve bir o kadar da tehlikeli olan elektro manyetik kirliliğin etkilerinin azaltılması konusunda ürün geliştirilmesi ve ürünün kullanımı konularında da faydalı olacaktır.

Proje üniversite sanayi işbirliğinin gelişimine, çok disiplinli çalışma kültürü oluşumuna ve ileri teknoloji ürünlerinin geliştirilmesini mümkün kılacak altyapı çalışmalarına katkı sağlayacak bir çalışmadır. Proje ile bursiyer öğrencilerin konu ile ilgili bilgi edinmelerinin yanında ürün geliştirme, bilimsel araştırma yapma ve bilimsel yaklaşım geliştirme konularında tecrübe kazanmaları sağlanmış ve ülkemizin ihtiyaç duyduğu bilimsel çalışmaya yatkın insan gücünün artmasına katkı verilmiştir. Ayrıca çalışma sonucunda elde edilen veriler bilimsel ortamlarda yayınlanarak mevcut bilimsel birikimin artmasına destek verilmiştir.

Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Tekstil Mühendisliği ve Elektrik-Elektronik Mühendisliği Bölümlerinin işbirliği ile yürütülen bu çalışma elde edilen bilimsel sonuçların yanı sıra disiplinler arası proje tecrübesi açısından önemli bir çalışmadır. Elektrik elektronik mühendisliği yaklaşımlarının tekstilde ürün geliştirme amacı ile kullanılabileceği bir düşünce kültürü oluşturulmuştur.

Proje konusu, proje çalışanları dışında; lisans öğrencileri, proje gelişim sürecini takip eden Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Fakültesi çalışanları, projeye katkı veren firmalar ve yayın girişimlerinin yapıldığı dergi ve kongre komiteleri değerlendirme komiteleri tarafından ilgiyle karşılanmıştır.

“Elektromanyetik Kalkanlama Özelliği Olan Tekstil Yüzeylerinin Üretimi ve Yüzeylerin Kalkanlama Etkinlik Alanının Araştırılması” konulu 3501 kariyer programı araştırma projesi TÜBİTAK MAG tarafından 107M454 numaralı proje olarak yürütülmüş proje kapsamında bir yüksek lisans çalışması tamamlanmış ve iki ayrı yüksek lisans öğrencisi proje bursiyer bütçesinden yararlandırılmıştır.

1.2 RAPORUN ORGANİZASYONU

Rapor içeriğinin konuya ilgi duyan öğrenci, araştırmacı ve sektörel bilgi taleplerini cevaplandırabilecek şekilde düzenlenmesi amaçlanmıştır.

Proje sonuç raporu, proje konusu ile ilgili açıklayıcı bilgi, yapılan çalışmanın metodolojisi ile ilgili detaylı bilgi, test ve ölçme yöntemleri ile ilgili bilgiler, ölçüm ve test sonuçları, sonuçların değerlendirilmesi, yorumlanması ve öneriler bölümlerinden oluşmaktadır. Ayrıca referanslar listesinde proje sırasında yararlanılmış olan çeşitli yerli ve yabancı bilimsel bildiri, makale, kitap adları ve bazı ticari amaçlı internet sayfalarının verileri listelenmiştir. Proje metninde elektriksel iletkenlik özelliği olan farklı ürün ve üretim süreçlerine ait çeşitli patentlerin tanıtımı yapılarak patent konusuna özellikle dikkat çekilmesi amaçlanmıştır.

2 GENEL BİLGİLER

2.1 FONKSİYONEL TEKSTİLLER

Fonksiyonel tekstiller geleneksel kullanım amaçlı tekstil ürünlerinden farklı olarak örtünme, örtme ve koruma amaçlarının yanında farklı işlevleri de yerine getiren bariyer özelliği olan esnek yapılar olarak tanımlanmaktadır. Bu esnek bariyer yapıları alev ve ısı karşısında tutuşma dayanımları olan, ses ve ısı yalıtım yapabilen, elektrostatik veya elektromanyetizma fenomenlerine karşı izolasyon özelliği olan, toz, böcek ve haşerelere karşı filtrasyon yapabilen, çeşitli mikro organizmaların yerleşmesine ve gelişmesine engel olabilen özel tekstil malzemeleridir.

Ekonomik ve sosyal refah açılarından gelişmiş toplumlarda binaların, ulaşım sistemleri ve araçlarının emniyet ve güvenlik seviyelerinin artırılması, insan sağlığının tehdit eden mikro organizmaların çoğalmasının engellenmesi insanların temel ihtiyaçları arasında yer almaktadır. Bu tür ihtiyaç ve taleplerin karşılanması için esnek bariyer malzemeleri olan tekstil ürünlerinin yeni bir bakış açısı ile yeniden tasarlanması ile fonksiyonel tekstiller elde edilebilmektedir.

Gelişmiş ülkelerde refah düzeyinin artması, alım gücünün yükselmesi ve insan ömrünün uzaması sonucunda fonksiyonel tekstillere olan taleplerde de artış görülmektedir. Tekstil sektörünün bu taleplere cevap verecek şekilde yeni ürün çeşitlilikleri yaratması ve geleneksel tekstil üretim yöntemleri ve ürünlerinin yanında fonksiyonel tekstillerin teknolojik ve işlevsel tasarımı, üretimi ve geliştirilmesi konularında çalışmalara ağırlık vermesi beklenmektedir. Özellikle klasik tekstil üretimindeki zorlu rekabet koşulları gelişmiş ülkelerin ucuz, basit ve ileri teknoloji gerektirmeyen ürünlerin üretiminden uzaklaşıp bilgi, teknoloji ve tasarım yoğun olan fonksiyonel tekstillerin üretimi konusunda yoğunlaşmaları gerekmektedir. Bu tespit son on beş yıllık süreçte Almanya başta olmak üzere gelişmiş ülkelerdeki tekstil stratejileri ve ürün çeşitliliğindeki değişim ile örtüşmektedir. (Palamutcu, 2007)

Elektromanyetik kalkanlama amaçlı tekstil ürünleri elektro tekstiller veya tektronik olarak tanımlanmakta olan fonksiyonel tekstil ürün çeşitleri arasında önemini her geçen gün arttırmaktadır. Bu tekstil yapıları genel olarak klasik tekstil ürünlerinin

sahip olduğu yumuşaklık, dökümlülük, tuşe, mukavemet, şekil alabilme gibi özelliklerinin arandığı örtme, koruma, ısıtma gibi fonksiyonlarının yanı sıra çevremizde var olan elektro manyetik dalgaların zararlarını azaltma fonksiyonunu da yerine getirebilmektedir. Sağlık sektörü, savunma sanayii, moda trendleri, eğlence sektörü gibi alanlarda tekstil ve elektronik fonksiyonlarının bir arada gerçekleştirildiği ürünlerin sayısı ve çeşitliliği her geçen gün artmaktadır. Özellikle son on beş yıllık dönemde dünyada önemli çalışmaların yapıldığı bu alanda ülkemizde de önemli başarılar elde edilmektedir.

2.2 ELEKTRİK ALAN VE ELEKTROMANYETİK ALAN

Elektrik enerjisi çağımızın en önemli enerji kaynakları arasındadır. Teknolojik gelişmeler ve ekonomik kalkınmışlık düzeyine bağlı olarak, elektrikli araç ve gereçlerden yararlanma da her gün biraz daha artmaktadır. Artan elektrik enerjisi talebini tüketim merkezlerinde karşılamak gerekmektedir. Ancak enerji üretim merkezlerinin doğal kaynakların bulunduğu yerlerde tesis edilmesi zorunluluğundan dolayı, büyük miktarda enerjinin tüketim merkezlerine yüksek gerilimli enerji iletim hatları ile iletilmesi gerekmektedir. Büyük miktarda enerjinin uzak mesafelere iletilmesi, gerilim değerinin yükseltilmesi ile mümkün olmaktadır. Yüksek gerilim ve akımdan dolayı enerji iletim hatlarının çevresinde elektrik alan ve elektromanyetik alan meydana gelmektedir. Çevre bilincinin giderek önem kazanması ile enerji iletim hatlarının çevresindeki alçak frekanslı elektrik ve manyetik alanların, çevredeki bitki örtüsü, hayvanlar, insanlar üzerindeki biyolojik etkisinin belirlenebilmesi için çeşitli araştırmalar yapılmaktadır.

Elektrik alan ortamdaki voltaj farklılıklarının sonucunda ortaya çıkmakta ve voltaj yüksekliğine bağlı olarak artmaktadır. Manyetik alan ise ortamdaki elektrik akımının varlığına bağlı olarak ortaya çıkmakta ve akım değerine bağlı olarak artmaktadır. Ortamda elektrik akımı olmaksızın voltaj varlığı elektrik alan oluşumu için yeterli olup akımın varlığı ile elektrik alanın büyüklüğü değişmezken ortamdaki manyetik alanın büyüklüğü güç harcamasına bağlı olarak artacaktır. (WEB 1) Tablo 1'de elektrik alan ile elektromanyetik alan özellikleri karşılaştırmalı olarak verilmektedir.

Tablo 1 Elektrik alan ve elektromanyetik alan özellikleri

Elektrik alan	Elektromanyetik alan
<p>—Elektrik alan şiddeti voltaja bağlı olarak artar.</p> <p>-Ölçü birimi V/m'dir.</p> <p>-Cihazların açma-kapama düğmeleri kapalı olduğunda bile elektrik alan oluşur.</p> <p>-Elektrik alan şiddeti kaynaktan uzaklaştıkça azalır.</p> <p>-Bina yapı malzemelerinin büyük çoğunluğu elektrik alan için yalıtım etkisi sağlayabilir.</p>	<p>-Manyetik alan şiddeti akım arttıkça artar.</p> <p>-Ölçü birimi A/m'dir. Ayrıca mikrotesla (μT) veya militesla (mT) birimleri de kullanılır.</p> <p>-Manyetik alan oluşumu için ortamda elektrik akımı oluşması gerekir. Yani cihazın açık konumda olması gereklidir.</p> <p>-Manyetik alan şiddeti mesafe arttıkça azalır.</p> <p>-Manyetik alan şiddetinde azalmaya neden olan malzeme sayısı son derece sınırlıdır.</p>

Elektrik ve elektromanyetik alanlar doğada kendiliğinden mevcut alanlardır. Doğal elektro manyetik alan çevremizde her yerde mevcut olan kuzey-güney doğrultusunda yönlendirilmiş olan, kuşlar ve balıkların yön bulmalarına yardımcı olan ancak gözle görülemeyen dalgalardan oluşmaktadır. Doğal elektrik alan ise atmosferde meydana gelen yıldırım, şimşek oluşumları ile lokal olarak görülmektedir.

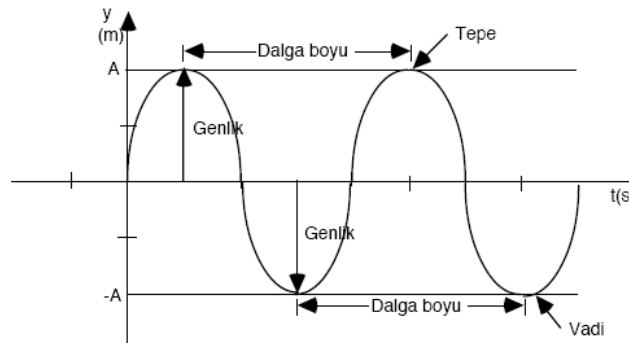
Çevremizdeki doğal elektrik ve elektromanyetik alanların yanı sıra insan yapımı kaynaklardan yayılan elektrik ve elektromanyetik alanlar da mevcuttur. İnsan yapısı kaynaklar arasında X ışınlarının kullanıldığı röntgen cihazları, düşük frekanslı elektromanyetik dalga kaynağı olan elektrik soketleri, yüksek frekanslı radyo dalgaları yayyan TV anteni, radyo istasyonları ve mobil telefon istasyonları gibi veri iletim hatları sayılabilmektedir.

Bir iletken üzerinden geçen akım şiddeti ve gerilim seviyesine bağlı olarak, bu iletkenin bulunduğu ortama elektrik alan ve manyetik alan yayılmaktadır. Ev ve işyerlerindeki uygulamalarda yaşamı kolaylaştırıcı olarak kullanılan elektrikli cihazların tümü birer elektromanyetik alan kaynağıdır. Bunlardan televizyon, elektrikli traş makinası, elektrikli battaniye, mutfak robotu, cep telefonu, bilgisayar monitörü, fotokopi makinası örnek olarak sayılabilir. EM alanlar hassas cihazlar üzerinde de etki yaparak bunların doğru çalışmasını engeller, parazit oluşturur, göstergeleri bozarak hatalı değer okunmasını sağlar. Bu duruma örnek olarak hastanelerin ameliyathane ve yoğun bakım ünitelerindeki hassas cihazlar verilebilir. Binaların trafo merkezleri ve güç kablolarının konumu bu durum üzerinde etkili olmaktadır. Bu

olumsuz etkileri önlemek için elektrik ve manyetik alan ekranlaması yapılması gereklidir. (WEB 2)

2.3 ELEKTROMANYETİK DALGA

Elektromanyetik dalgalar dalğanın; dalga boyu, frekansı ve hızı ile tanımlanır. **Dalga** boşlukta ve madde içinde yayılabilen ritmik bir olaydır. Bir ip ile yaratılan dalga, bir tepe ve bir vadiye sahiptir. Tepeye **karın**, vadiye ise **çukur** adı verilir (Şekil 1). Her dalga belli bir dalga boyuna sahiptir. Bir karından bir karına olan toplam mesafeye bir **dalga boyu** adı verilir. Aynı şekilde bir çukurdan, diğerine olan mesafede aynıdır.



Şekil 1 Dalga yapısı ve özellikleri

Genlik, bir dalğanın normal konumundan yükselme ve alçalma mesafesidir. Uzanımın en büyük ve en küçük olduğu konumlar diye de tarif edilebilir. Genlik, dalgayı ortaya çıkaran enerjinin miktarına bağlıdır. Dalğanın enerjisi artarken, genlik de artar.

Tüm dalgalar belli bir frekansa sahiptir. **Frekans**, bir saniyede belli bir noktadan geçen dalgaların sayısıdır.

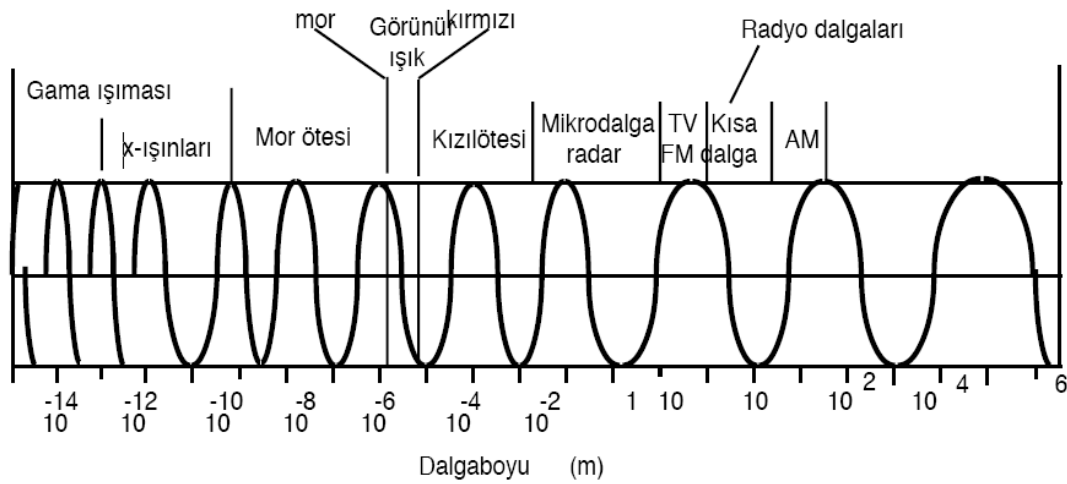
Maddenin ileri geri hareketine **titreşim hareketi** denir. Bir titreşimin frekansı, hertz birimi ile ölçülür. Bir **hertz** (Hz), bir dalğanın her saniyede bir devir veya bir titreşim yapmasıdır. Bir dalğanın frekansı ve dalga boyu arasında bir ilişki vardır. Bir dalğanın boyu artarsa, frekansı azalır. Uzun dalgalar düşük bir frekansa, kısa dalgalar ise yüksek frekansa sahiptir. Bir dalğanın hızı, dalğanın frekansı ve dalga boyuna bağlıdır. Bir dalğanın hızı aşağıdaki denklem ile hesaplanır.

Hız = dalga boyu x Frekans

$$V = \lambda \times f$$

2.4 ELEKTROMANYETİK SPEKTRUM

Elektromanyetik spektrum gama ışınlarından radyo dalgalarına kadar bilinen tüm elektromanyetik dalgaları içeren dizilimdir. Şekil 2'de görüldüğü gibi elektro manyetik spektrum içinde dalga boyları 10^{10} ile (elektrik dalgaları) 10^{-16} metre (kozmetik ışınlar) arasında değişir. Bundan dolayı, çok düşük elektromanyetik dalga frekansları ile çok yüksek kozmik ışınların frekansları arasında frekanslar değişme gösterirler. En yüksek frekanslı dalgalar, en büyük enerjiye sahiptirler.



Şekil 2 Elektromanyetik spektrum

Spektrum üzerinde yer alan ışınlar ait genel tanımlar aşağıda verilmektedir.

Gamma ışınları: 0,01 nanometreden daha küçük dalga boylu ışınlar olup bir atom çekirdeğinin çapından daha küçük dalga boylu dalgalar içerirler. Elektromanyetik spektrum içinde en yüksek enerjili ve frekanslı bölgede yer alırlar.

X ışınları: 0.01 ile 10 nanometre arasında dalga boyuna sahip ışınlardır (bir atomun boyu kadar).

Morötesi (UV) radyasyon: 10 ile 310 nanometre arasında dalga boyuna sahip ışınlardır (yaklaşık olarak bir virüs boyutunda). A, B ve C olmak üzere üç kısımda incelenirler. Kısa dalga boylu morötesi ışınlar zararlı olabilirler.

Görünür ışık: 400 ile 700 nanometre dalga boyları arasındaki ışınları kapsar (bir molekül ile tek hücreli arası boydadırlar). Işık olarak tanımlanmakta olan elektromanyetik spektrumun bu küçük bölümü insan gözü ile görülebilir. Bu bölümde mor ile başlayan ve kırmızıyla biten renkler vardır.

Kızılötesi (IR) radyasyon: 710 nanometreden 1 milimetre arası dalga boylarına sahip ışınları kapsar (iğne ucu ile küçük bir tohum kadar boyları vardır).

Mikrodalga radyasyonu: 1 mm ile 1 metre arası dalga boylarına sahip ışınları kapsar. Radarlarda kullanılan çok kısa dalga boyuna sahip radyo dalgalarıdır. Aynı zamanda mikrodalga fırınlarda ve kablo gerektirmeyen uzak mesafe iletişimlerde kullanılır.

Radyo dalgaları: 1 milimetreden uzun dalgalarıdır. En uzun dalga boyuna sahip olduklarından en düşük enerjiye ve sıcaklığa da sahipler. Radyo dalgaları her yerde bulunabilir: Bu dalgaların kaynakları elektrik titreşimleridir. Telefon, televizyon ve radyoda bağlantı kablosu gerektirmeden kullanımı sağlar.

2.5 ELEKTROMANYETİK DALGALARIN İNSAN VÜCUDU ÜZERİNDEKİ ETKİLERİ

Elektromanyetik Radyasyonlar (EMR), dalga özellikli radyasyonlar olarak tanımlanır. Elektromanyetik Radyasyonlar (EMR) boşlukta yayılma özelliğine sahip olup bu tür dalgalar, dalga boyları ve frekansları ile belirlenir. Tüm elektromanyetik dalgalar, boşlukta aynı hızla yayılır. Bu hızın ışık hızına eşit olup saniyede 300,000 km olduğu bilinmektedir. EM dalgaların hızı ile frekans ve dalga boyu arasındaki ilişki aşağıdaki gibi açıklanmaktadır.

$$\text{Işık Hızı (3x10}^{10}\text{cm/sn)} = \text{Frekans (1/sn)} \times \text{Dalga Boyu (cm)}$$

Dalga boyu son derece küçüldüğünde EMR, madde ile karşılaştığında, dalga olmaktan çok, bir enerji kümesi gibi davranır. Bu enerji kümelerine “kuantum” veya “foton” denir. Bu tipteki EMR’ler, X ve gamma ışınlarıdır. Enerjileri çok yükselen bu ışınlar moleküllere çarptığında onları iyonlaştırarak, molekül yapısını, yani yaşamsal fonksiyonlarını bozar ve böylece olumsuz biyokimyasal tepkimeler sonucunda kanser oluşumunu kolaylaştırır. Yapılan çalışmalarda X ve gamma ışınlarına maruz kalan

insanlarda, kanserlerin oluşumu artmıştır. Bu nedenle bu ışınlar, “İyonlaştırıcı Elektro Manyetik Radyasyon” şeklinde ifade edilir.

Bir diğer Elektromanyetik Radyasyon (EMR) grubu ise, proje çalışma alanında olan İyonlaştırmayan Elektromanyetik Radyasyonlar (EMR) grubudur. Bu gruba giren dalga özellikli EMR’ler, az enerjiliden yüksek enerjiliye doğru, radyo dalgaları, mikro dalgalar, infrared radyasyon, görünür ışınlar ve laser ışınları, ultraviyole ışınları olmak üzere sıralanırlar. Dalga boyu olarak, insan vücut kalınlığı içine düşen mikro dalgalar ve altındaki ışınların (infrared radyasyon, görünür ışınlar ve laser ışınları, ultraviyole ışınları) insan vücuduna verdiği zararlar yapılan araştırmalarla kanıtlanmıştır. Mikro dalgaların pişirme özelliği, infrared ışınlarının göz merceğine, görünür ışınların göz dibine, ultraviyole ışınlarının deriye verdiği zararlar kesin olarak bilinmektedir.

Elektronik teknolojisinin geniş kapsamlı uygulamalarıyla çeşitli frekanslardaki elektromanyetik dalgalar tüm evrene yayılmaktadır. Bu dalgaların varlığı ise yüksek iletkenlik özelliğine sahip insan bedenine önemli ölçüde zarar vermektedir. Birleşmiş Milletler, elektromanyetik kirliliği, su, hava ve ses kirliliğinden sonra dördüncü önemli kirlilik olarak görmektedir. Elektrik dalgası ve manyetik dalgadan oluşan elektromanyetik dalga, hücre zarına işleyerek Na/K gibi iyon dağılımlarını değiştirmekte ve melatonin salgısının azalmasına neden olmaktadır. Bu durum vücut ısısının yükselmesine ve biyolojik ritmin bozulmasına sebep olmaktadır. (WEB 3)

Cep telefonlarının ve baz istasyonlarının yaydığı radyasyonun insan dokularında oluşturduğu zararları, ısı etkisini, ifade etmek üzere ilgili kuruluşlar tarafından, “SAR (Spesifik soğurma hızı) değeri” kavramı ortaya atılmış ve yine aynı kuruluşlar tarafından standartlar belirtilmiştir. Temel standart olarak “ortalama insan vücut sıcaklığını 1°C arttıran EM enerji yutulmasının zararlı olduğu” kabul edilmiştir. Bu standarda göre kilogram başına dokuların yutabileceği maksimum güç 4 Watt olarak saptanmıştır. Fakat bu değer çalışan insanlar için 0,4 W/kg SAR, genel halk için 0,08 W/kg SAR değerine yani güvenlik sınırlarına çekilmiştir.

Diğer taraftan alternatif akımla çalışan bütün cihazların civarında veya üzerinden alternatif akım geçen yüksek gerilim hatlarının etrafında bir elektromanyetik alan oluşmaktadır. Yapılan deneysel çalışmalar, EM alana maruz kalan deney hayvanlarında her türlü olumsuz etkiyi belirlemiştir. Ayrıca EM alana maruz kalan meslek grupları üzerine yapılan epidemiyolojik çalışmalar, bu gruplarda lösemi ve

beyin kanseri ölümlerinin normal halktan anlamlı biçimde yüksek olduğunu göstermiştir. Burada ifade edilen manyetik alanlar, 50.000 Volt üzerinde alternatif akım taşıyan havai hatlar veya indirme merkezlerinde yapılan çalışmalardır. Daha düşük seviyeli etkilenmeler, örneğin saç kurutma makinesi veya cep telefonları EM alanının etkileri gibi, henüz epidemiyolojik araştırmalarla kesin olarak kanıtlanmamıştır. Ancak bu durum, uzun seneler bekleyip, risk gruplarının farklılıklarını belirlememizi gerektirmemelidir.

Elektromanyetik ışınlar ve alanların, güncel olarak cep telefonları, baz istasyonları ve elektrikli cihazların sağlığınıza getirdiği riskler ve bu etkiler karşısında yapmamız gerekenler şu şekilde sıralanabilir:

1. Elektromanyetik Radyasyonların (Radyo frekansları, Mikro dalgalar, infrared, görünür ve ultraviyole ışınlarının, yani genel olarak iyonize etmeyen radyasyonun) ve bu ışınları kullanan veya yayınlayan cihazların etrafa yaydığı elektromanyetik alanın, biyolojik sistemler ve insan sağlığı üzerine olumsuz etkileri, yapılan çok sayıda deneysel çalışmayla kanıtlanmıştır. Cep telefonları ve baz istasyonları gibi EM Radyasyon ve EM alan oluşturan cihazların etkilerinin toplum sağlığı açısından çok ciddi sağlık riskleri oluşturabileceğini; bu olumsuzlukların ortaya konmasının uzun yıllar alabileceğini, bu durumun bu gün önlem alınmamasının bir nedeni olmaması gerektiğini önemle ifade etmeliyiz. Ayrıca İnsanlarda, bu fiziksel etkilenmeler yanında, konu ile ilgili bilgi noksanlığına bağlı rahatsızlıkların oluşturduğu ruhsal sorunların da kesinlikle göz ardı edilmemesi gerekmektedir.

2. Cep telefonu baz istasyonları, oluşturduğu sağlık riskleri dolayısıyla, okul bahçeleri, kreşler, hastaneler, parklar gibi yaşlıların, çocukların, hastaların daha çok bulunduğu toplu yaşam ve kullanım alanlarına kesinlikle kurulmamalıdır. İnsanların toplu yaşadığı bina tepelerine baz istasyonlarının kurulması işlemi, kat maliklerinin kararına bırakılmamalıdır. Baz istasyonlarının nereye kurulması işlemi, bir kurum tarafından mutlaka denetlenmeli ve belirli kurallar çerçevesinde bu istasyonların kurulmasına izin verilmelidir. Kurulan baz istasyonlarının civarında yaşayan insanları ne düzeyde etkilediği hususu kolayca belirlenebilmelidir. Bu ölçümleri kolayca yapabilecek kurumlar süratle oluşturulmalı ve başvurulara süratle cevap verilmelidir.

3. Özellikle Elektromanyetik radyasyona ve elektromanyetik alana maruz kalan çalışanların, maruziyetleri sonucu ortaya çıkacak olumsuzlukların saptanabilmesi için

işyeri hekimleri tarafından periyodik muayenelerinin ve çalışma çevresi ölçümlerinin derhal yapılması gerekmektedir.

4. Elektromanyetik radyasyona ve elektromanyetik alana en fazla maruz kalan meslek gruplarından birisi hekim grubudur. Bu nedenle hekimlerin bu maruziyetler konusunda süratle bilinçlendirilmesi gerekmektedir. Hatta hekimlerin çalışma alanlarındaki sağlık risklerinin belirlenmesi için Hastanelerde “İşyeri Hekimliği Kurumu” derhal oluşturulmalıdır.

5. Cep telefonlarının, toplu taşıma araçlarında, elektronik haberleşme yapan sistemleri, olumsuz yönde etkilemesi nedeniyle oluşabilecek kazaların önlenmesi amacıyla, cep telefonlarının bu tür araçlarda kesinlikle kapalı tutulması konusunda gerekli uyarıların, sadece görsel uyarılar şeklinde değil, araçlarda gerekli anonslar yapılarak da halkın uyarılması ve bilinçlendirilmesi gerekmektedir. Bu bilinçlendirme eğitiminin araç sürücülerinden başlatılması en öncelikli konulardan biridir.

6. Taşıdıkları yüksek gerilim nedeniyle, etraflarında oluşturdukları Elektromanyetik alanın zararları kanıtlanmış Havai hatların, geçtiği yerler süratle denetlenmeli ve kesinlikle meskun alan bulunmamalıdır. Bu hatlar altında yaşayanlar varsa, bu insanlar kontrol altına alınmalıdır. Ülkemizde bu hatların özellikle olmaması gerektiği şekilde, okulların üzerinden geçtiği görülmektedir. Manyetik alanın şiddeti kaynaktan uzaklığın karesi ve içinde yayıldığı ortamın yoğunluğu ile ters orantılı olduğundan, bu hatlardan mümkün olduğu kadar uzağa gitmeli ve mümkünse bu hatlar, toprak altına alınmalıdır. WEB 4

Elektromanyetik dalgalara maruz kalan insanlarda baş ağrısı, halsizlik, kusma, konsantrasyon bozukluğu, hafıza kaybı, reflekslerde zayıflama, kas ve eklemlerde ağrı gibi **nörolojik** etkiler, göğüs ağrısı, düşük veya yüksek tansiyon, kalp artışı hızlanma veya yavaşlama, nefes alma sıklığında değişim gibi **kardiyolojik** etkiler, sinüzit, bronşit, astım gibi **solunum yolu** sorunları, ciltte tahriş, kaşıntı, yanma, yüzde kızarıklık gibi **dermatolojik** etkiler, göz yanması, görme bozukluğu gibi etkiler ve sindirim sorunları, ağrı, burun kanamaları, bağışıklık sisteminde zayıflama, saç dökülmesi, kulak çınlaması, koku alma duyusunda bozulma gibi olumsuzlukların ortaya çıktığı ifade edilmektedir.

Ayrıca uzun dönemde kanser, normal hücre bölünmesi, sinirlerde hasar, beyin hasarları ve düşüklere neden olabilecek olumsuz etkiler görülmektedir. (WEB 5)

2.6 ELEKTROMANYETİK KİRLİLİK

Elektro manyetik kirlilik günlük hayat içerisinde çevremizde mevcut olan elektro manyetik dalgaların yoğunluğu ile oluşan bir kirlilik olarak kabul edilmektedir. Elektro manyetik kirlilik olarak tanımlanan bu çevrenin oluşmasının nedenleri

- 1-TV ve radyo yayınları: AM, FM, TV
- 2- İletişim yayınları: Telekom, uydu, GPS, radar
- 3-Elektrik dağıtımı: elektrik iletim hatları, elektrikli trenler
- 4-Yüksek gerilim hatları
- 5-Yüksek frekanslı endüstriyel, medikal, araştırma cihazları: X-Ray, ısıtıcılar

Hayatımızın her alanında yaygın olarak kullanmakta olduğumuz elektrikli ve elektronik aygıtların vücudumuz üzerinde olumsuz etkilere neden olduğu değişik çevrelerce dile getirilmektedir. AC motorlar, dijital bilgisayarlar, hesap makineleri, yazıcılar, modemler, dijital devreler, cep telefonları ve yüksek gerilim hatları gibi birçok aygıt ve tesisatın neden olduğu elektrik ve elektromanyetik alanların insan vücudu üzerindeki olası olumsuz etkilerinin azaltılması veya tamamen ortadan kaldırılmasını sağlayacak yani kalkanlama veya ekranlama etkisi olan tekstil yüzeylerine olan ihtiyaç artmaktadır.

Tablo 2 Bazı elektrikli ev aletlerinin neden oldukları elektrik alan şiddetleri
(30cm mesafede- Alman radyasyon güvenliği kurumu-1999)

Elektrikli cihaz	Elektrik alan şiddeti (V/m)
Stereo radyo	180
Ütü	120
Buzdolabı	120
Mikser	100
Tost makinası	80
Saç kurutma makinası	80
Renkli TV	60
Kahve makinası	60
Elektrikli süpürge	50
Elektrikli fırın	8
Ampul	5

Dünya sağlık örgütü-WHO (WEB 6) verilerine göre evlerde kullanılan bazı elektrikli alet ve elektronik cihazların nede olduğu elektrik alan şiddetleri Tablo 2 'de

verilmektedir. Elektrik iletim hatlarının hemen altında (10kV/m) gibi yüksek değerlere ulaşan elektrik alan şiddeti evsel kullanım cihazları için 30 cm mesafede da çok daha yüksek seviyelere çıkmaktadır. Aşağıdaki tablo dikkate alındığında günlük hayatta çevremizde bulunan pek çok cihazın sağlığımız üzerinde tehdit oluşturduğu görülmektedir.

Tablo 3'de günlük hayatımızda kullanılan elektromanyetik dalga kaynaklarının çalışma frekans aralıkları verilmektedir.

Tablo 3 Bazı elektronik cihazların çalışma frekans aralığı

Sistem veya cihazın adı	Frekans aralığı
AM radyo	535 kHz ~ 1,7 MHz
Çamaşır makinesi (50cm mesafe içinde)	1~20 MHz
TV (100cm mesafe içinde)	20~40 MHz
Garaj kapısı açma kumandası ve alarmı	~40 MHz
Analog telsiz telefon	40-50 MHz
Bebek izlem monitörü	49 MHz
Hava temizleme üniteleri (30cm mesafe içinde)	80 MHz
FM radyo	88 ~ 108 MHz
Elektrikli süpürge (30cm mesafe içinde)	90 MHz
Saç kurutma makinesi (10cm mesafe içinde)	100~1000 MHz
Elektrikli traş makinası (10cm mesafe içinde)	200~1000 MHz
Telsiz telefon	864 - 948 MHz
Cep telefonları	824 - 960 MHz
GPS	1228 ~ 1575 MHz
Telsiz telefon (GSM)	1710 - 1990 MHz
Dijital telsiz telefon	1880 - 1900 MHz
Bluetooth	2402 - 2495 MHz
Mikro dalga fırın	2450 MHz

Elektro manyetik alanların vücudumuz üzerindeki etkilerini azaltmak için aşağıdaki yöntemler önerilmektedir.

- elektrikli cihazları bir arada ve birbirine yakın mesafede kullanılmaması,
- elektrikli cihazların uzun süreli ve yakın mesafede kullanılmaması
- elektro manyetik dalgalara karşı koruyucu ürün ve malzemelerin kullanılması
- uygun besinlerin alınması, A ve C vitaminleri, protein

2.7 ELEKTROMANYETİK EKLANLAMA (KALKANLAMA)

Elektro manyetik dalgaların olumsuz etkilerinden vücudumuzun korunabilmesi amacı ile çeşitli ürünler geliştirilmiştir. 1960 yılında kurulmuş olan Uluslar arası Radyasyondan Korunma Komisyonu (ICRP) tarafından geliştirilmiş olan

Antiradyasyon Standardına bağılı olarak çeşitli iletken tel ve tekstil yüzeyi; metal lif-kimyasal lif; kaplanmış kumaş, çelik lif-bitkisel lif ve diğere güncel polimer teknolojilerinden kullanımı ile oluşturulmuş tekstil yapıları geliştirilmektedir. Özel tekstil yapıları sayesinde farklı frekans aralıklarında farklı koruma etkinlik alanlarında (dB) %99'dan daha yüksek değerlerde koruma sağlanabilmektedir. (Tablo 4)

Tablo 4 Elektromanyetik koruma etkinliği

Frekans (MHz)	Koruma verimliliği (dB)	Azaltma oranı (%)
1	29.6	99.890%
10	29.1	99.899%
100	28.5	99.859%
300	28.0	99.841%
1000	27.7	99.831%
3000	27.3	99.814%

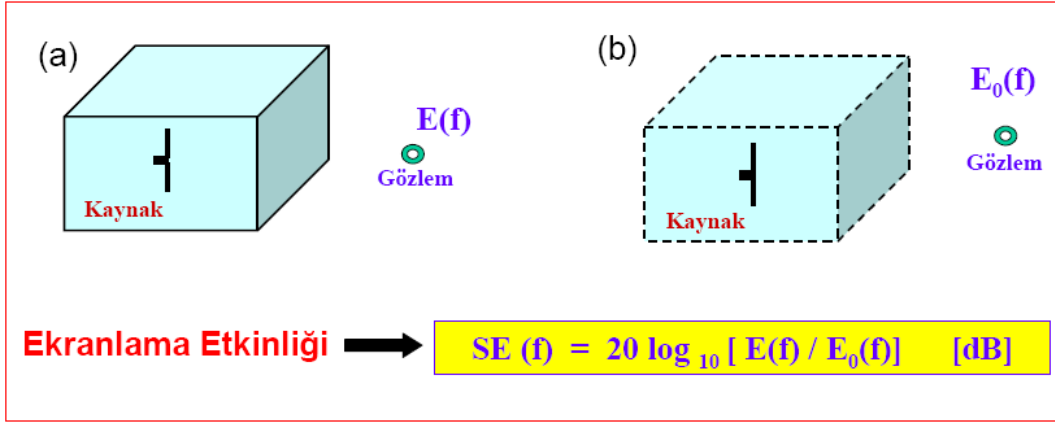
2.8.1 ELEKTROMANYETİK EKLANLAMA NASIL YAPILIR?

Ekranlama; "kart, devre ya da cihaz düzeyinde iki ortamı birbirinden elektromanyetik anlamda izole etmek" şeklinde tanımlanmaktadır. Ekranlamanın etkili olması ekranlanacak kaynağın cinsine bağılıdır. EMC problemlerinde elektrik dipolü olarak davranan kaynaklar, manyetik dipol olarak davranan kaynaklar olmak üzere iki tip girişim kaynağı söz konusudur. İçinden akım geçen iletken tel parçaları elektrik dipol, içinden akım geçen halka şeklindeki parçalar ise manyetik dipol olarak davranmaktadırlar. Elektrik dipol yakınında güçlü elektrik alan, manyetik dipol yakınında ise güçlü manyetik alan oluşur. Uzak alanda iki kaynağın etkileri açısından bir fark yoktur. Elektrik dipol gibi davranan girişim kaynağı yakınında elektriksel ekranlama; manyetik dipol gibi davranan girişim kaynağı yakınında ise manyetik ekranlama gereklidir.

Elektriksel ekranlama için mükemmel iletken duvarlar kullanılırken, manyetik ekranlama ferro-manyetik malzemelerden oluşan filtrelerle sağlanır. Alüminyum folyodan oluşan ince metal perdeler bile bazen yeterli elektriksel ekranlama sağlayabilir.

Ekranlama ölçüsü olarak ekranlama etkinliği (*SE, Shielding effectiveness, kaynak ile kurban arasında ekran yok iken ki alan şiddetinin ekran varken oluşan alan şiddetine oranı*), kullanılır. SE, Şekil 3'de gösterildiği gibi, kaynak ile kurban arasında ekran yok iken ölçülen (ya da hesaplanan) elektrik alan şiddetinin ekran varken oluşan alan şiddetine desibel (dB) olarak oranı şeklinde tanımlanmaktadır. Yüksek SE iyi

ekranlama etkinliği, negatif SE ise çınlama (rezonans) yani ekranlamadan çok işaretin kuvvetlenmesi anlamına gelmektedir. (Sevgi, 2004)

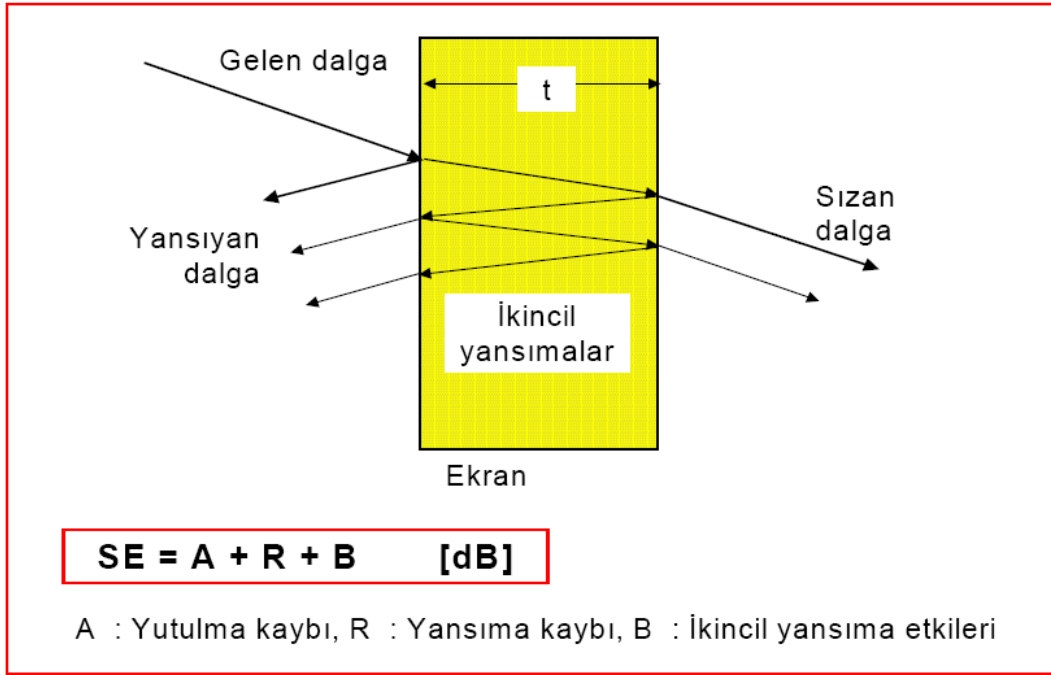


şekil 3 Ekranlama etkinliğinin tanımı

şekil 4'de t kalınlığındaki bir duvarda ekranlama etkisini oluşturan bileşenler görülmektedir. Kalınlığı t olan kayıplı duvarda elektromanyetik dalgalar  şekilde zayıflatılmaktadır. Birinci zayıflama etkisi duvardan yansımalar, ikinci zayıflama etkisi duvar içindeki zayıflamalar (yutulma) ve nc zayıflama etkisi ise duvar içerisindeki ardışıl yansıma kayıpları olarak tanımlanmaktadır.

Ekranlama ile ilgili temel bilgiler;

- Ekranlama elektrik alanın düşük frekanslarda yansıtılması yüksek frekanslarda yutulması ile gerçekleşir.
- Ekranlama manyetik alanın düşük frekanslarda yutulması ile gerçekleşir.
- Yüksek iletkenlik, yansıma ve yutulmayı pozitif yönde etkiler.
- Yüksek manyetik geçirgenlik yüksek yutulmaya neden olurken, düşük yansıma oluşturur.
- Çok düşük frekanslı manyetik kaynakların ekranlanacağı hallerde yüksek manyetik geçirgenlikli malzemeler kullanılır.
- Ekran kalınlığı arttıka yutulma artar.
- Manyetik alan için kalın ekranlara ihtiyaç duyulurken elektrik alan için ince yapılar (folyo kalınlığında) kullanılabilir.
- Kaynak ile ekran arasındaki uzaklık yansıma özeliklerini değiştirir.
- Elektrik kaynaklar ekrana yakın, manyetik kaynaklar ekrana uzak yerleştirilmelidir.



Şekil 4 Kalınlığı t olan bir duvarda ekranlama etkinliği bileşenleri

Uygulamaya yönelik özel notlar:

- Ekranlama yapısını tasarlamadan önce, elektrik, manyetik ya da her ikisine de ihtiyaç duyulduğunun belirlenmesi gereklidir (çoğu durumda elektriksel ekranlama gereksinimleri karşılamak için yeterli olmaktadır).
- Manyetik ekranlama frekansın artması ile yükselir.
- Elektriksel ekranlama ise belli bir frekansta minimum gösterir.

Sonuç olarak bir ekranlamanın EMC performansı, kullanılan malzemelerin özelliklerine, çalışma frekansına ve dikkate alınan kaynaklara bağlıdır. Ancak, pratikte

- Girişim kaynağına göre ekranın konumu
- Farklı ekran parçalarının arasındaki bağlantılar
- Ekran üzerindeki delikler ve boşluklar ve benzeri başka etkenler de önemlidir.

Manyetik ekranlama pratik olarak düşük frekanslarda ($f < 30$ MHz) önemlidir. Ekran içindeki direnç mümkün olduğunca düşük tutulmalıdır.

Elektrik ekranlama ise pratik olarak yüksek frekanslarda ($f > 30$ MHz) önemlidir. Değişik parçalar arasındaki kontak direncinin kalitesi önemlidir (izole edilmiş parçalar

anten gibi davranır). Delikler ve açıklıklar frekansa bağımlı olarak önemlidir. Kablo bağlantısı yâda havalandırma nedeniyle bırakılan açıklıklar ekranlamayı etkiler. Değişik kaynaklarda verilen yaklaşık formüller genelde yarı sayı ve uzaklığa bağlı olarak ekranlama etkinliğini verir. Sorun bu formüllerin birkaç ölçme ile test edilememesidir. Çoğunlukla teori ile pratik arasında 30 dB'den büyük farklar gözlenir. Bunun nedeni verilen formüllerin hangi uzaklık ve konumda geçerli olduğunun belirtilmemesidir. Deneyimler 10 MHz'e kadar materyal ve bağlantının 10 MHz'in üstünde ise açıklık geometrisinin ekranlama etkinliğini belirlediğini doğrulamaktadır.

2.8.2 EKLANLAMA MALZEMELERİ NELERDİR?

Ekranlama amacıyla seçilecek malzemeler üç grupta toplanabilir:

1. Yüksek performanslı malzemeler: Çelik, bakır, paslanmaz çelik gibi malzemelerden yapılmış ve tamamen metal kaplı kutu (80-120 dB ekranlama etkinliği)
2. Standart performanslı malzemeler: İletken metal tabakalar ya da metal parçalıklı plastikler (20-40 dB ekranlama etkinliği)
3. Zayıf performanslı malzemeler: Metalleştirilmiş kumaş yapılar iletken kâğıt malzemeler (iletken polimerler), (15-30 dB ekranlama etkinliği) Pratikte verilen ekranlama etkinliği değerlerinin anlamlı olabilmesi için Tablo 1'deki ekranlama seviyeleri verilmiştir. Tablodan görüleceği üzere 30 dB ekranlama etkinliği ortalama değer olarak kabul edilmektedir. Pratikte birçok sorunu 40 dB ekranlama etkinliği çözebilir. Askeri sistemlerde 100-120 dB ekranlama etkinliği istenebilmektedir. Telefon kabloları için şartnamelerde istenen değerler 80-90 dB civarındadır.

Alüminyum: Üstün elektriksel iletkenlik, hafiflik, paslanmaya karşı dirençli ancak; kötü manyetik özellik, yüksek kontak direnci, yüzey iletkenliğinin artırılması için kromatizasyon gerekliliği

Sertleştirilmiş paslanmaz çelik: Paslanmaya karşı direnci çok iyi, düşük ve orta kalitede ekranlama için kullanılabilir ancak; oldukça düşük seviyede elektriksel iletkenlik, ihmal edilebilecek seviyede manyetik özellik, yaşlanma sonucu kontak direncinin artması

Ferritsel paslanmaz çelik: Sertleştirilmiş paslanmaz çelik ile aynı özelliklere sahip ancak; daha iyi ekranlama özelliği, daha iyi iletkenlik, daha iyi manyetik özellikler,

daha iyi yüzey kontak direnci, düşük paslanma direnci, sertleştirilmiş paslanmaz çeliğe göre daha ucuz,

Çelik: İletkenlik ve manyetik özellikleri iyi, ucuz ve kolay üretilebilir, yüksek manyetik ekranlamaya uygunluk, ancak; paslanabilirliği yüksek, yüzey işlem ihtiyaçları (galvanizleme, kromatizasyon, nikel ve kalay kaplama)

Diğer malzemeler:

Bakır: Mükemmel malzeme fakat pahalı

Pirinç: Bu da mükemmel bir malzeme fakat yine pahalı

Gümüş: Mükemmel malzeme fakat okside olmakta

Altın: Mükemmel malzeme(paslanmaz)

Bu malzemeler ekranlama için tek başına nadiren kullanılır. Genellikle pahalı olmayan malzemelerle karışımları kullanılır.

Metalleştirilmiş plastikler: İnce tabakaların kullanılmasından dolayı sadece iyi bir elektriksel ekranlama sağlanabilir.

İletken parçacıklı plastikler: Orta kalitede bir zayıflatma beklenmelidir.(30 dB)

İletken kumaşlar: Tekstil yüzeyinin oluşumu sırasında kullanılan malzemeler arasında elektriksel iletkenliği yüksek bileşenler kullanılarak (iletken lifler, teller) yüzey elde edilmesi; polimerik kaplamalar yapılması veya nano kaplamalar yapılarak tekstil yüzeyleri iletken hale getirilmelidir.

2.8 TEKSTİL YÜZEYLERİNDE ELEKTROMANYETİK KALKANLAMA ETKİNLİĞİNİN ÖLÇÜLMESİ

Kalkanlama, elektromanyetik alan yoğunluğunun, kalkanlama materyalinin kurulumundan önceki ve sonraki ölçüm oranları ile tanımlanır. Kalkanlama etkinliğinin ölçümü karmaşık bir işlem olup ölçüm standartları konusunda çeşitli belirsizlikler bulunmaktadır.

IEEE Std 299-1997, MIL-STD-285, NSA 65-6, EN50147-1 standartları tekstil yüzeyleri gibi düzlemsel materyallerin elektro manyetik kalkanlama etkiliği ölçümlerinde kullanılmaktadır.

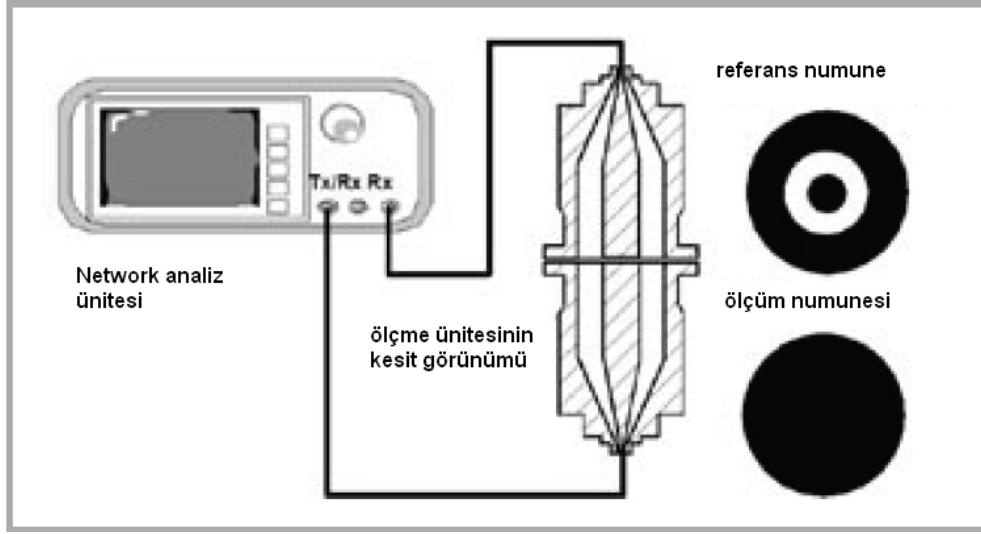
MIL-STD-285, kalkanlama etkinliğini ölçmek için ABD'de askeri amaçlı olarak 1956'da yayınlanmıştır. 100kHz-10GHz frekans aralığında kalkanlanmış duvarın ölçümü için en çok tercih edilen yöntem olmakla beraber bu standart iptal edilerek (WEB 7) yerine IEEE-STD-299-1997 standardı geliştirilmiştir. IEEE-STD-299-2005'in son düzenlemesinde önemli değişiklikler yapılmamış, kararsız ölçümle ilgili bir bölüm eklenmiştir. ASTM D 4935-99 standardı iptal edilmiş ve yerine yenisi önerilmemiştir. (WEB 8) EN50147-1 standardı TSE tarafından TS EN50147-1 olarak 1996'dan 2005 yılına kadar kullanılmış daha sonra iptal edilmiş ve yerine TS EN 50147-1 standardı getirilmiştir.

ASTM D4935 standardı düzlemsel malzemelerin elektromanyetik kalkanlama etkinliğini ölçmek için geliştirilmiş bir standarttır. Bu standarda göre yaklaşık 5¼" (13.3 cm) çaplı disk şeklinde hazırlanmış olan malzeme sinyal jeneratörü ve alıcı arasındaki özel olarak tasarlanmış bir koaksiyel iletim hattı arasına yerleştirilerek ölçüm yapılmaktadır. (Şekil 5, Şekil 6)

Elektromanyetik kalkanlama etkinliği referans dalga gücü değeri ile numuneden geçen elektromanyetik dalga gücü arasındaki değişim ile ölçülmektedir. Bu yöntemde yapılan ölçümlerde frekans ölçüm bölgesi 1GHz 'in üzerine çıkamamaktadır. Dolayısıyla bu yöntem cep telefonlarının çalışma alanlarından olan 900MHz bölgesi için kullanılabilen ancak 1800MHz bölgesi için kullanılmamaktadır.



Şekil 5 ASTM D4935 test standardı için kullanılan ölçüm ünitesi



Şekil 6 ASTM D4935 test standardı için kullanılan ölçüm düzeneği

Elektromanyetik kalkanlama etkinliği ölçümünde kullanılan bir diğer standart Mil Std 285 standardına benzer bir yöntem olan ölçüm odacıkları yöntemidir. Bu yöntemde iki ayrı yalıtımlı odacık (veya bir yalıtımlı odacık) içine alıcı ve verici antenler yerleştirilmekte ve ölçüm yapılacak olan numune iki odacık arasındaki bir pencereye yerleştirilmektedir. Test standardında bir sinyal kaynağında üretilen sinyal verici anten ile atmosfere yayılmakta ve alıcı anten tarafından alınan sinyalin büyüklüğü ölçülmektedir. Sinyal üretimi için bir sinyal jeneratörü ve amplifikatör, alınana sinyalin büyüklüğünü ölçmek belirlemek için de bir spektrum analiz cihazı kullanılmaktadır. Yalıtımlı odalar sayesinde yalnızca sinyal jeneratörünün ürettiği sinyaller ölçülmekte, ortamda bulunan diğer cihazlardan kaynaklanan sinyallerin (cep telefonları, bilgisayarlar, radyo dalgaları, güneş ışınları, vb.) ölçüm sonuçlarını etkilemesi engellenmiş olmaktadır. Şekil 3'te yalıtımlı oda olarak tasarlanmış ürünlerden bazıları görülmektedir. İlk resimde yalıtımlı odaların iç yüzeyinde kullanılmakta olan piramit formlu sünger yalıtım malzemesi görülmektedir. İkinci resimde yalıtımlı odanın dış görünüşü verilmiştir. Odanın ana gövdesi alüminyum levhalar kullanılarak yapılmıştır. Bağlantı noktaları ve kapı için özel yalıtım malzemeleri ile yalıtım yapılmıştır. Üçüncü resim iletken tekstil yüzeyi kullanılarak yapılmış bir yalıtkan çadıra aittir. Yalıtkan çadır taşınabilir olması açısından kullanıcılara kullanım kolaylığı sağlamaktadır.

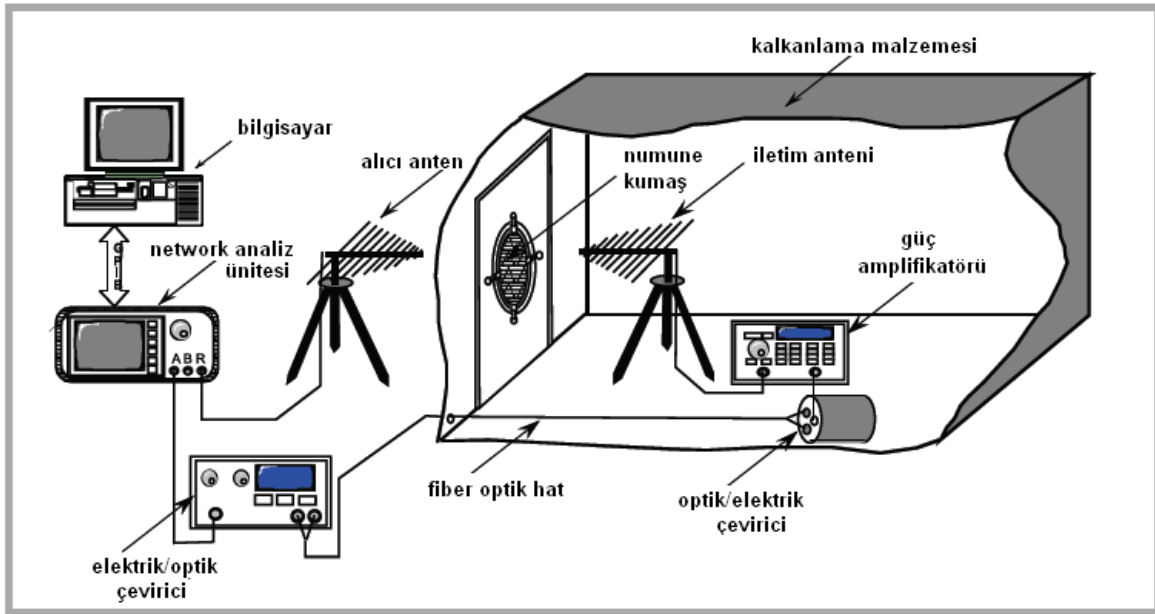
Yalıtımlı odalarda test numunesinin performansının ölçülebilmesi için bir pencere açılmakta ve numune yüzey bu pencereye yerleştirilmektedir. Kalkanlama etkinliği

numune kumaşın varlığında ve yokluğunda alıcı anten tarafından alınan sinyallerin farkı alınarak hesaplanmaktadır. Yalıtımlı odacık testleri genel olarak ASTM D4935 testi için tercih edilmektedir. Ayrıca bu yöntemde yüksek frekans bölgelerinde ölçüm yapmak mümkün olmaktadır.



Şekil 7 Elektromanyetik kalkanlama amaçlı kullanıma yönelik oda ve çadır (WEB 9)

Şekil 8'de görülen prensip test düzeneği Wiğckowski ve Janukiewicz tarafından yapılan çalışmada kullanılmış olup, prensip olarak MIL-STD-285 standardındaki ölçüm yönteminin kullanıldığı bu ölçme düzeneğinde yer alan ünitelere ait detaylar görülmektedir.



Şekil 8 Wiğckowski tarafından MIL-STD-285 test standardının modifiye edilmiş prensip ölçüm düzeneği

TS EN 50147-1 Türk standardı 9 KHz-40 GHz frekans aralığında kalkanlanmış odaların ekranlama zayıflama etkisini ölçmekte kullanılmaktadır. Ekranlama etkinliği hesabı için aşağıdaki denklemler kullanılmaktadır.

$$\alpha_s=20\log(E_0/E_1)$$

$$\alpha_s=20\log(H_0/H_1)$$

Buradaki α_s ; dB cinsinden kalkanlama etkinliği, E_0 ve H_0 verici ve alıcı antenler arasında herhangi bir ekranlamanın olmadığı durumdaki değerlerdir. E_1 ve H_1 ise verici ve alıcı antenler arasında ekranlamanın olduğu durumdaki değerleri göstermektedir.

3 KONU İLE İLGİLİ BİLİMSEL ÇALIŞMALAR VE PATENTLER

3.1 TEKSTİL YAPILARININ ELEKTROMANYETİK EKSPANLAMA AMACI İLE KULLANIMI HAKKINDA BİLİMSEL ÇALIŞMALAR

Halk sağlığı ve sivil uygulamalar ve özellikle de askeri uygulamalar açısından son derece önemli olan bu konu ile ilgili dünyada yürütölen çalışmalar ürün teknolojik parametreleri ve ürün kullanım etkinlik alanlarının geliştirilmesi üzerinde yoğunlaşmıştır. Bu konu ile ilgili yapılmış olan çalışmalardan bazıları aşağıda özetlenmektedir.

Foster ve arkadaşları tarafından yapılan çalışmada kablosuz iletişim sağlayan küçük boyutlu elektronik aletlerde elektromanyetik kalkanlama kontrolü için kullanılan test yöntemi tanıtılmaktadır. Çalışmada elektromanyetik kalkanlama etkinliğini test etmek için kullanılan ASTM D4935 ve Mil Std 285 standartları hakkında bilgi verilmekte ve ilgili standartların küçük boyutlu kablosuz elektronik cihaz uygulamalarındaki elektromanyetik kalkanlama belirleme testleri için uygun olup olmadığı açıklanmaktadır. Küçük boyutlu kablosuz elektronik cihaz uygulamalarında kalkanlama etkinliğini ölçmek için önerilen yöntemde özel hücresel yapılı bir kutucuk düzeneği kullanılmıştır. Deney setinde kutucukların iç yüzeylerinde kullanılan farklı yalıtım malzemelerinin performansları araştırılmıştır. Deney düzeneğinde yalıtım malzemesi olarak kullanılan malzemeler alüminyum, bakır/nikel elektroliz kaplama, gümüş /bakır boya, teneke/kalay kaplama, iletken PC/ABS karışımı ve iletken PA 66 olup en iyi performans iletken PC/ABS karışımının dolgu malzemesi olarak kullanımı ile elde edilmiştir. Foster ve arkadaşları tarafından yapılmış olan bu çalışmanın sonuçları proje kapsamında tasarlanmış olan ölçüm düzeneğinin planlanmasında faydalı olmuştur.

Cheng'in yaptığı çalışmada öncelikli olarak ABD Federal İletişim Komisyonunun radyo vb. ürünlerden yayılan elektromanyetik dalgaları düzenlemek için yayınladığı kural ve düzenlemeler hakkında bilgi verilmiş ve istenmeyen elektromanyetik dalgalara karşı kalkanlama için nasıl bir yöntem izlenmesine dair bilgi verilmiştir. Elektrostatik deşarj özelliklerinin ölçümü ile ilgili bilgilendirme yapılmıştır. Çalışmanın

deneysel kısmında elektromanyetik kalkanlama uygulamaları için paslanmaz çelik /polyester örgü kumaşı tasarlamıştır. Paslanmaz çelik/polyester kesikli lif karışımı ring eğirme sistemlerinde ve paslanmaz çelik kesikli lifi, paslanmaz çelik teli, polyester kesikli lif karışımı open-end friksiyon eğirme sistemlerinde üretilmiş daha sonra düz yataklı örme makinesinde örgü kumaşı elde edilmiştir. Kalkanlama etkisi için coaxial transmission line holder (ASTM 4935) düzeneği kullanılarak 30 kHz den 300 MHz'e değişen frekans aralığında testler yapılmıştır. Sonuç olarak numune örgü kumaşların elektrostatik deşarj ve elektromanyetik kalkanlama etkisinin kumaş yapısı, sıklığı ve kullanılan iletken malzemenin miktarına bağlı olarak değiştiği ortaya konmuştur. İletken iplikler içindeki çelik tel oranının artmasının elektromanyetik kalkanlama ve elektrostatik deşarj özelliklerinin artmasına yardımcı olduğu görülmüştür. Radyo frekans seviyesinde yapılmış olan ölçümlerin kumaş parametrelerine bağlı olarak değiştiğinin ortaya konduğu bu çalışma proje kapsamında üretimi yapılan numunelerin çeşitlendirilmesi konusunda yönlendirici olmuştur.

Ueng ve Cheng tarafından yapılan çalışmada mikrodalga fırın uygulamalarında kullanılmak üzere paslanmaz çelik/polyester, paslanmaz çelik/rayon ve paslanmaz çelik/kevlar özlü ipliklerden dokuma kumaşlar tasarlamışlar. Çalışmada kullanılan iplikler Dref III open-end eğirme yöntemiyle elde edilmiş ve daha sonra 8 çerceveli, Picanol rapier dokuma makinesinde dimi örgü deseninde dokunmuştur. Tasarlanan numune kumaşların elektriksel iletkenlik, mekanik özellikler, dökümlülük ve esneklik gibi özellikler açısından optimum değeri veren kumaş çeşitleri belirlenmiştir. Kumaşların üretiminde kullanılan ipliklerde paslanmaz çelik kesikli elyaf (SS) ve çelik tel (SW) iletken malzeme olarak iplik merkezinde; rayon (RS) veya kevlar kesikli elyaf (KS) ise aleve dayanıklı malzeme olarak iplik dış yüzeyinde kullanılmıştır. Ayrıca iplik dış yüzeyindeki PET, RS ve KS lifleri elektrostatik deşarj azalması ve elektromanyetik kalkanlama etkisinin azalmasına neden olmakla beraber, yüzeylerde oksidasyon ve korozyon oluşumunu engellemektedirler. Çalışmada elektromanyetik kalkanlama etkinliğini belirlemek için D-2000 mikrodalga sızıntı detektörü kullanılarak EN EMC directive 89/336/ECC ve EN-50082-1:1992,EN-50081-:1992 test yöntemlerine göre ölçümler yapılmıştır. Ayrıca numunelerin yüzey ve hacim direnç testleri için özel tasarlanmış test düzeneği kullanılmıştır. Yüzey ve hacim direnç testi JIS K 7194 standartlarına göre Loresta-GP cihazıyla yapılmıştır. Numune dokuma kumaşların EMSE testleri için ASTM ES 7-83 standardında tanımlanmış olan

özelleştirilmiş coaxial transmission line holder yöntemi kullanılmıştır. Sonuç olarak dokuma kumaşların sızıntı miktarı ve elektromanyetik kalkanlama etkisinin kumaş yapısı, sıklığı ve iletken malzeme oranına bağlı olarak değiştiği görülmüştür. Mikro dalga frekans seviyesi için yapılmış olan bu çalışma proje kapsamında kullanılmakta olan bakır ve gümüş liflerinin yanında çelik elyaf kullanımının da denenmesinin faydalı olacağı fikrini gelişmesini sağlamıştır.

Berberi tarafından çalışmada tekstil ürünlerinde elektrik direncini ölçmek için yeni önerilmiş olan bir yöntem – çoklu adım yöntemi kullanılmıştır. Kullanılan çoklu adım metodunda, elektriksel direncin yanı sıra basınç faktörü de dikkate alınarak yeni bir tanımlama yapılmıştır. Bu metot kullanılarak pamuk ve yün elyaflarının eğrilme prosesleri sırasında elektriksel direncinin değişimi ölçülmüştür. Çalışma iki bölümden meydana gelmektedir. Birinci bölümde yeni test metodunun doğruluğunu ispatlamaya yönelik çalışmalara yer verilirken, ikinci bölümde tekstil malzemelerinin elektriksel özelliklerinin prosesler arasındaki değişimi değerlendirilmiştir. Tekstil materyallerinin elektriksel davranışının numune formundan (iplik, kumaş, elyaf) bağımsız olduğu ortaya konmuştur. Berberi'nin çalışmasından elde edilen sonuçlar proje kapsamında kullanılan tekstil elyafı veya ipliğinin görmüş olduğu ön işlemlerin malzeme iletkenliği üzerinde önemli bir etkisinin olmayacağını göstermiş ve böylece projede kullanılan yarı mamul ürünlerin farklı kaynaklardan temin edilmesinin yaratacağı şüphe ortadan kalkmıştır. (Örneğin proje kapsamında kullanılmakta olan pamuk iplikleri farklı partilerden gelmiş aynı numaradaki iplikler olabilmektedir.)

Asanoviç ve arkadaşlarının yaptığı çalışmada ham malzeme bileşenleri ve farklı şekillere sahip olan tekstil numunelerin bazı elektrofiziksel özellikleri araştırılmış ve ayrıca tekstil numunelerinin elektrik direncini belirlemek amacı ile doğru akım ölçümüne dayalı için ölçü aleti geliştirilmiştir. Tekstil malzemelerinin direncinin çok güçlü bir oranda numune üzerindeki nem oranına bağlı olduğu belirtilmiştir. Sentetik liflerden üretilen tekstil ürünlerinin yüzey dirençlerinin genellikle oldukça yüksek olduğuna dair bilgi verilmiştir. Çalışmada pamuk, viskoz, yün, PAN, kenevir, keten, jüt lifleri kullanılarak bezayağı ve dimi örgüsünde dokunmuş numuneler kullanılmıştır. Tekstil iplikleri ve dokuma yüzeylerin direnç ölçümü için özel bir ölçüm düzeneği geliştirilmiştir. Deneylede ölçüm odasındaki bağıl nem oranının numunelerin elektrik direnci üzerindeki etkileri araştırılmıştır. Bu çalışma ile nemin iletkenlik üzerindeki

etkisi anlaşılmış olup, proje kapsamında yapılan ölçümlerde ortam neminin elektromanyetik kalkanlama ölçümü için de son derece önemli ve ölçüm odasının nemliliğinin sabit olması gerektiği anlaşılmıştır.

Wieckowski ve Janukiewicz tarafından yapılan çalışmada öncelikli olarak kalkanlama teorisi hakkında bilgi verilmiştir. Kalkanlama etkinliğini etkileyen faktörlerin frekans aralığı, numune boyutları, ve numune üretim-performans parametreleri olduğu belirtilmiştir. Çalışmada ince düzlemsel malzemelerde elektromanyetik kalkanlama etkinliği ölçümü için kullanılan standart test yöntemleri (Mil Std 285, ASTM D4935) hakkında bilgi verilmiş ve özel bir ölçüm düzeneği tasarlanmıştır. Ölçüm düzeneğinde Network analiz ünitesi (devre çözümleyici), koaxial iletim hatlı ölçme ünitesi, güç amplifikatörü, antenlerden ve iletim hatlarından oluşmaktadır. (Şekil 8) Elde edilen sonuçlar ışığında mevcut standart elektromanyetik kalkanlama ölçüm yöntemleri değerlendirilmiştir. Mevcut teknolojik bilgi altyapısının tekstil yüzeylerinde elektromanyetik kalkanlama etkinliği ölçümü konusunda tam olarak güvenilir olmadığı belirtilmektedir. Tekstil yüzeylerinde yapılacak elektromanyetik kalkanlama etkinliği ölçümlerinin numune boyutu, test düzeneğindeki geometrik boyutlar, elektromanyetik dalga kaynağının özellikleri, numune yüzey özellikleri gibi pek çok faktöre bağlı olarak değiştiği ve bu faktörlerin her birisinin kontrollü olarak test yapılabilmesinin her zaman mümkün olmayabileceği ifade edilmektedir. Farklı yöntemler kullanılarak yapılan ölçümlerin sonuçlarının karşılaştırılabilir olmadığı belirtilmiştir. Bu belirsiz durumu ortadan kaldırmak için tekstil yüzeylerinde yapılacak elektromanyetik kalkanlama etkinlik testlerinin sürekli olarak aynı ayarlar ve aynı ölçme standartlarının kullanılması gerektiği tavsiye edilmektedir. Araştırma sonuçlarının açıklanması sırasında da ölçme yönteminin detayları ve geometrik yapı tam olarak açıklanmalıdır. Wieckowski ve Janukiewicz'nin çalışması proje kapsamında tasarlanan ölçme ünitesi için ve test standardının belirlenmesinde faydalı olmuştur.

Roh ve arkadaşları tarafından yapılan çalışmada elektromanyetik ekranlama teorisi ve bu amaçla kullanılan malzemeler konusunda bilgi verilmiş ve elektromanyetik ekranlama malzemesi olarak geliştirilen çok fonksiyonlu kompozit metal kumaş tanıtılmıştır. Paslanmaz çelik filament elyaf kullanılarak geliştirilen kumaşta elektromanyetik ekranlama etkinliğini belirleyen parametreler incelenmiştir. Kumaş

içinde yer alan metal ağın yerleşim yapısındaki değişiklikler ve geometrisinin elektromanyetik ekranlama üzerinde etkili oldukları görülmüştür.

Chen ve arkadaşları çalışmalarında iletken kumaşlar kullanılarak yapılmış olan kompozit levhaların elektromanyetik ekranlama etkinliklerini araştırmıştır. Kompozit levhaların elektromanyetik ekranlama etkinliğini belirlemek için üç ayrı ölçüm yöntemi kullanılmıştır, ASTM 4935, ASTM ES7 ve özel olarak yapılmış ölçüm düzeneği. Her bir ölçüm düzeneğinde farklı ölçüm verileri elde edilmiştir.

Kim ve Chung tarafından yapılan çalışmada karbon lifleri, metal kaplama karbon lifleri ve metal kaplama polimer liflerinden yapılmış tekstil materyalleri elektromanyetik kalkanlama etkinliği açısından karşılaştırmaktadır. Çalışmada kesikli karbon lifli kumaş, kesikli PAN esaslı karbon liflerinden elde edilmiş dokusuz yüzeydir. Sadece kesikli karbon liflerinden elde edilmiş kumaşlar ise iki tiptir; Technical Fiber Products Inc (birim ağırlık 8-34 g/m², kalınlık 64-180 mm, elektrik direnci 0.06-0.09Ω, lif çapı 10 mm ve gerilme modülü 230Gpa) ve SGL Carbon Group (birim ağırlık 61g/m², kalınlık 310 mm, elektrik direnci 0.0.31Ω, lif çapı 7 mm ve gerilme modülü 225GPa). Nikel kaplama karbon lifler Technical Fiber Products Inc (birim ağırlık 9g/m², kalınlık 60 mm, elektrik direnci 0.022Ω, lif çapı kaplamadan önce 7 mm). Nikelin kaplanmış lifteki oranı %50 wt'dir. Elektriği ileten lifler içeren kumaşlar 300kHz'den 1.5GHz'e kadar kalkanlamada etkin, sürekli liften kumaşlar daha iyi elektrik bağlantıları sonucunda kesikli lif içeren kumaşlardan daha iyi etkinlik göstermektedir. Metal kaplama polimer veya metal kaplama karbon lifi formundaki iletken lifler kalkanlamada karbon liflerden daha üstün olup, en etkili yüzey metal kaplama PES liflerinden oluşan yüzey olarak bulunmuştur. Bu yüzey 53dB (1 Ghz'de) kalkanlama etkinliği sağlamaktadır. Kalkanlama etkinliğinin kumaş kalınlığı il arttığı görülmüştür.

Su tarafından yapılan çalışmada paslanmaz çelik lifler kullanılarak karışım (özlü) iplik elde edilmiş ve bu iplikler daha sonra farklı tiplerde dokuma yüzeyler haline getirilmiştir. Koaksiyel iletim ekipmanları kullanılarak yapılan elektromanyetik kalkanlama etkinliği ölçümü sonucunda daha yoğun ve sık kumaşların daha etkin kalkanlama özelliği gösterdiği belirlenmiştir. En etkin dokuma çeşidinin düz bez dokuma olduğu belirlenmiştir.

Lin tarafından yapılan çalışmada rotor tipi bir eğirme ünitesi kullanılarak sarımlı iplik yapılmıştır. Sarımlı iplik yapısı paslanmaz çelik filament, polipropilen dokusuz yüzey şeritleri ve kuvvetlendirici bir filamentten oluşturulmuştur. Şişli tezgah kullanılarak yapılan dokuma yüzeyler 170 °C sıcaklıkta 60, 90, 120 ve 150 saniye süre ile işlem görmüş ve böylece polipropilen eriyerek esnek kumaş lamine esnek yüzeyler haline getirilmiştir. Yüzey içindeki çelik elyaf yüzdesi ağırlık olarak % 3.65-4.89 arasında değişmiştir. Yüzey dirençleri 103- 105 ohms/kare arasında değişen lamine numunelerin 30-60 dB arasındaki elektromanyetik dalgalar için kalkanlama malzemesi olarak kullanılabileceği belirlenmiştir.

Cheng tarafından yapılan çalışmada elektromanyetik kalkanlama amacı ile geliştirilen olan örme kumaş ile takviye edilmiş termoplastik kompozitlerin iletkenliğinin incelenmesi yapılmıştır. Çalışmada polipropilen matris, cam elyafı da takviye malzemesi olarak kullanılmıştır. Paslanmaz çelik filament ve stapel iplik kompozit malzeme içinde iletken malzeme olarak kullanılmıştır. İçi boş eğirme yöntemi ile elde edilen karışım iplikler kullanılarak farklı yapıda örme kumaşlar elde edilmiş ve bu kumaşlar kompres kalıplama yöntemi ile kompozit yüzey haline getirilmiştir. Bu yüzeyler 300 kHz-3 GHz frekans aralığında kalkanlama etkinlikleri açısından değerlendirilmiştir. Örme yüzeylerin ilmek sıklığı, kumaş kat adedi, çelik lif içeriği kalkanlama etkinliğini etkileyen parametreler olarak belirlenmiştir.

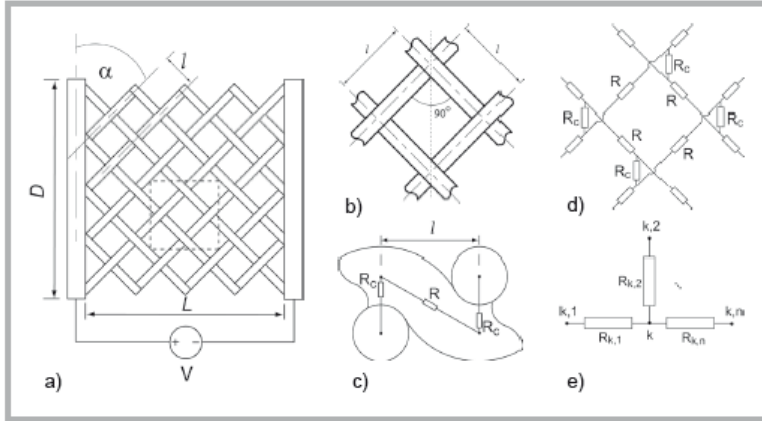
Cheng tarafından yapılan çalışmada jakarlı el dokuma tezgahı kullanılarak dimi (3/1) bakır dokuma yüzeyler dokunmuştur. Farklı atkı ve çözgü sıklıkları, farklı çaptaki bakır teller ve yerleşim açıları dikkate alınarak elektromanyetik kalkanlama etkinliği ölçülmüştür. Ölçüm aralığı 144-3000MHz aralığıdır. Kumaş katman sayısındaki artış, atkı ve çözgü sıklığının artması ile kalkanlama etkinliğinin arttığı gözlemlenmiştir. Bakır tel çaplarının artmasının ise kalkanlama etkinliğini azalttığı görülmüştür.

Aniolczyk tarafından yapılan çalışmada Lodz Tekstil Araştırma merkezinde geliştirilip patenti alınmış olan elektrik iletkenliği olan elyaf kullanılarak dokusuz yüzey numuneleri elde edilmiştir. Dikiş bağlayıcı yöntem ve iğneleme yöntemi kullanılarak elde edilen iletken dokusuz yüzeyler elektrik iletkenlik değerleri açısından incelenmiştir. Kalkanlama etkinliği açısından yapılan değerlendirmeler numune dokusuz yüzeylerin elektromanyetik kalkanlama yüzeyleri olarak kullanılabileceğini

göstermiştir. Bu numune yüzeylerin kısa dalga ve mikro dalga elektromanyetik ışınımın olduğu fizyoterapi uygulamalarında kullanılabileceği gösterilmiştir.

Koprowska tarafından yapılan çalışmada hassas elektronik cihazlar ve insan sağlığı açısından zararlı olan elektromanyetik ışınların etkisini azaltmaya yönelik ürün geliştirilmiştir. Dikiş yöntemi ile birleştirilmiş iletken dokusuz yüzey numuneleri farklı inorganik içeriği olan bileşenler ile kaplanmıştır. Bu numuneler daha sonra 100-1700MHz aralığında kalkanlama etkinliği açısından test edilmiştir. Numune kumaşların askeri amaçlı kullanımda kamuflaj malzemesi olarak kullanımı önerilmiştir. Ayrıca numunelerin kısa dalga ve mikro dalga ışınımının kalkanlanması için de kullanılabileceği öngörülmüştür.

Banaszczyk ve arkadaşları çalışmalarında elektrokondüktif dokuma kumaş yüzeylerde akım dağılımını araştırmışlardır. Geniş direnç ağırları modeli oluşturularak tekstil yüzeylerindeki akım modeli tartışılmıştır. Lif iletkenlik katsayısı, liflerin birbiri ile temas noktalarındaki dirençleri temas açıları ve elektrod davranışları dikkate alınarak yapılan çalışmada yüzey direncini etkileyen faktörler araştırılmıştır. Bilgisayar modelleme ile elde edilen yüzey akım dağılımı makale içinde verilmiştir.



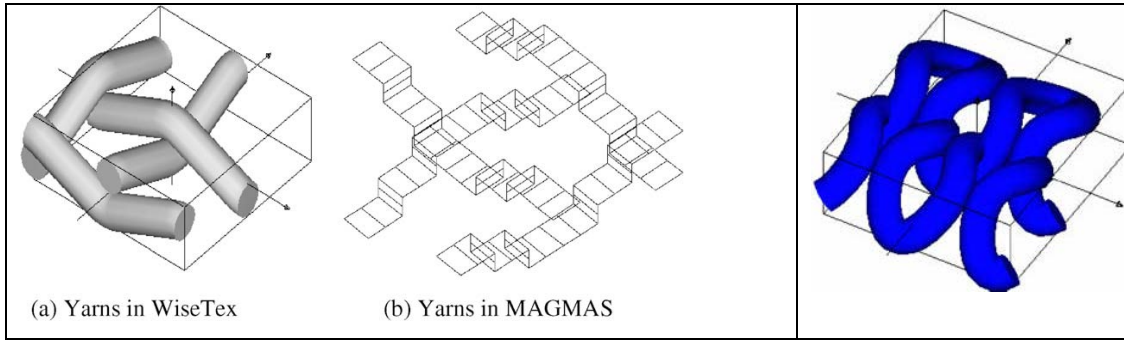
Şekil 9 Dokuma iletken tekstil modelleme, (Banaszczyk ve ark.)

Brzeziński ve arkadaşları tarafından yapılan çalışmada %40'dan daha yüksek oranlarda elektromanyetik kalkanlama etkinliği olan tekstil yapılı yüzeyler tanıtılmıştır. Çok katlı olarak birbiri ile bağlanan, kaplanana yüzeyler kullanılarak elde edilen bu yapılarda EMR (elektromanyetik radyasyon) emme kapasitesi yansıtma kapasitesinden daha yüksek olup, aynı zamanda bu malzemeler hafif, esnek ve kolay

taşınır ürünlerdir. Bu ürünler kullanılarak 0.8 – 18 GHz aralığında iyi derecede EMSE elde edildiği belirtilmiştir.

Lee ve arkadaşları [4] tarafından yapılan çalışmada bezayağı dokuma kumaşlar kullanılarak yapılan alüminyum matris kompozitlerin mekanik davranışları tahminleşmek üzere modelleme yapılmıştır.

Volski ve Vandenbosh tarafından yapılan çalışmada farklı iplikler kullanılarak yapılmış olan kumaş ve kompozit malzemeler kullanılarak kumaş topolijisi ile mekanik özellikler arasındaki bağlantı araştırılmıştır. Topoloji verileri elektromanyetik kalkanlama analizi için kullanılarak farklı topolojik yapıya neden olacak iletken iplikler için elektromanyetik kalkanlama özelliği tahminlenmiştir.



Şekil 10 Kumaş topolojik yapısının bilgisayar ortamına aktarılması (Volski)

Lin ve Lou tarafından yapılan çalışmada rotor iplik makinasında elde edilen PP-çelik iplikler kullanılarak dokunmuş olan bezayağı kumaşlardan elde edilen katlı kompozit yapıların elektromanyetik davranışları araştırılmıştır. Isı ile PP eritilerek elde edilen kompozit yüzeylerin 1000- 100 000ohm/m² arasında elektrik direnci olduğu ve 30-60dB arasında elektromanyetik kalkanlama etkisi gösterdiği görülmüştür.

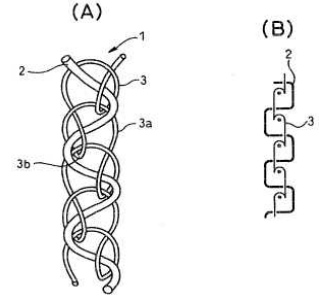
3.2 TEKSTİL YAPILARININ ELEKTROMANYETİK EKLANLAMA AMACI İLE KULLANIMI HAKKINDA PATENTLER

Bu bölümde konu ile ilgili alınmış patentlerden bazıları hakkında özet bilgiler verilmiştir.

1-Metal Kaplamalı İplik İçeren Çözümlü Örmeli Kumaşlar

WO 1990/057350, Compound Yarn and Warp Knitted Fabric Containing Metal Plated Thread

Mükemmel antibakteriyel ve elektromanyetik dalga kalkanlayıcısı özelliklerine sahip metal kaplamalı iplik kullanılarak oluşturulan kumaş veya bileşik iplik (1), istenen dış görünümü sağlayacak şekilde ve elektromanyetik dalga kalkanlama özelliği ayrıca antibakteriyel özellikte olduğu belirtilmiş ve bileşik iplik (1) zincir halka yapılı iplik (3) ve metal kaplamalı ipliklerin (2) özlü iplik oluşturacak şekilde birbiri etrafına sarılması ile oluşturulmuştur. İletken ipliğin kumaş dış yüzeyinden görünmemesi için özel tasarım yapılmıştır.



Şekil 11 İplik görüntüsü

2-Fonksiyonel özellikte elastik tekstil yapıları

IPC8 Class: AB32B500FI, USPC Class: 428123 Functional Elastic Textile Structures

Esneme özelliği olan lamine edilmiş fonksiyonel büzölmüş cecikler (puckered) içeren yıkamaya dayanıklı üç boyutlu form verilebilecek yapılar ve bu tür kumaşların tasarımı açıklanmaktadır. Fonksiyonel esnek kaplamalı kumaş en az bir fonksiyonu (elektrik iletkenlik, ışık iletkenlik, elektromanyetik alan veya kalkanlama özelliği) olan kumaşlardır. Genel olarak fonksiyonel streç lamine kumaşlar giyilebilir elektronik kumaşlar için uygun olabilecektir.

3-Elektromanyetik kalkanlama amaçlı kalay-bakır alaşımlı tekstiller ve hazırlanma metodları

United States Patent 7495182, Copper-in-tin electromagnetic screen textile and method for preparing same

Bu buluşta kalan içinde bakır alaşımının kullanıldığı elektromanyetik kalkanlama amaçlı tekstil yüzeyi ve elde edilme yönteminden söz edilmektedir. Metal olmayan liflerden elde edilmiş tekstil yüzeyinin üzeri öncelikle bakır ile kimyasal olarak kaplanmakta daha sonra bu yüzey kalay ile elektroplating yöntemi ile tekrar kaplanmakta ve

böylece elektromanyetik kalkanlama özelliği olan elektrik iletken yüzey elde edilmektedir. İletken olmayan yüzey olarak naylon, dakron veya orlon lifleri kullanılabilir. Bu elektromanyetik kalkanlama özelliği olan kumaş yüksek elektrik iletkenlik, kaynak yapılabilme, esneklik, hava geçirgen ve sülfür izolasyonu için kullanılabilir.

4-Nikel-Bakır kompozit metal tekstil ürünü ve hazırlanma yöntemi

CN 1558017, Nickel-copper composite metal textile and preparation method thereof

Nikel ve bakır ile kaplanmış dakron veya naylon tekstil yüzeyi sertleştirme, yüzey işleme, aktivasyon, nikel ile kimyasal kaplama, bakır ile elektrokaplama ve son kat olarak koruyucu katman olarak nikel ile elektro kaplama yapılmıştır. Nikel bakır ve nikel miktarları 5-20g/m²; bakır nikel oranları 1,5-3 arasında değişmektedir. Bu kumaş kullanılarak düşük frekanslarda 10 kHz -3 GHz için 60-90 dB aralığında; 10 KHz'in altında 50-70 dB aralığında elektromanyetik kalkanlama etkinliği elde edilmiştir.

5-Elektromanyetik dalga kalkanlama özellikli dokuma kumaş ve çalışma giysisi üretimi

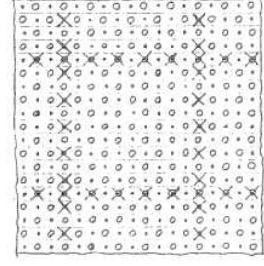
United States Patent 5073984, Electromagnetic Wave Shielding Woven Fabric And Working Wear

Esnek, aşınma dayanımı yüksek, tuşesi iyi, elektromanyetik kalkanlama amaçlı perde, örtü, işçi giyimi için uygun kumaş üretimi amaçlanmıştır. Bu dokuma kumaşlar 1-50 mikro metre kalınlığındaki metalik monofilamentlerin tekstil iplikleri ile bir araya getirilerek kullanımı sonucunda elde edilmektedir. Bu iplikler daha sonra atkı veya hem atkı hem çözümlü ipliği olarak kullanılmaktadır.

6-Elektromanyetik dalgalara karşı kalkanlama özelliğine sahip karbon filamentiyle karıştırılmış kısmen tek veya çok katlı ipliklerle dikdörtgen desene göre tek katlı veya çok katlı ipliklerden yapılmış kumaş

European Patent EP0624669, Kind Code:B1, A compound fabric made up of single or ply yarns of conventional textile fibers interlaced, according to a rectangular pattern, with single or ply yarns at least partially mixed with a carbon filament, possessing shielding properties against electromagnetic waves.

Doğal veya yapay liflerden oluşan herhangi bir lif kullanılarak elde edilen tek veya iki katlı veya daha çok katlı ipliklerden oluşan bir kumaşın içine, çözgü ve/veya atkıda, dokuma çeşidine göre düzenlenen, dikdörtgen veya kare ağa sahip olan ortogonal ızgaranın(grid) içine karbon lifli iletkenler yerleştirilmiştir. Yapı 50-1000Hz aralığı için elektromanyetik kalkanlama amaçlı yüzey olarak kullanılmıştır.



Şekil 12 Kumaş görünüşü

7-Elektromanyetik radyasyon kalkanlama amaçlı tekstil kumaşı ve elbise

United States Patent 5103504, Textile fabric shielding electromagnetic radiation, and clothing made thereof

Çapı 6-10 mikron arasında değişen çelik ve pamuk içeren tekstil lifleri kullanılarak eğrilmiş dikiş iplikleri kullanılarak 38 ve 40 çözgü ve atkı iplikleri ile 18-20 atkı ve çözgü sıklıklarında kumaş dokunmuştur. Kumaş ile 10 GHz'lik frekansta elektromanyetik radyasyona karşı 20 ve 40 dB'lik kalkanlama elde edilmiş olup bu kumaşın hastanelerde, radar personelleri için ve elektromanyetik radyasyona karşı koruyucu ürünlerde kullanılabileceği belirlenmiştir.

8-Elektromanyetik kalkanlama aparatı

United States Patent 6001282, Electromagnetic shielding device

Elektromanyetik kalkanlama aleti alt katman, kalkanlama katmanı ve üst katmandan oluşan; kalkanlama katmanı; alt katman ve üst katman arasında yerleştirilmiş metal ve tekstil liflerinden oluşan bir yapıdır. Kalkanlama katmanı tekstil lifleri ve metal filamentleri karıştırılarak mesh oluşturulmuştur. Bu ürünle elektrik ve elektronik malzemelere yapıştırılabilen, veya yama biçimine dönüştürülebilecek ürünler geliştirilmiştir.

9-Elektromanyetik radyasyon-kalkanlama yüzey malzemesi üretiminde metalize edilmiş polyester lifi kullanımı

United States Patent 4681591, Process for producing an electromagnetic radiation shielding, metallized polyester fiber textile material

Elektromanyetik radyasyon-kalkanlama üretimi için metalize edilmiş polyester lifi üretim aşamaları tanımlanmıştır. Polyester lifi kostik ortamda işlemden geçirilerek ağırlıkça % 10-35 kadar azaltılmıştır. Daha sonra elektrolitik olmayan yöntem ile nikel, bakır, kobalt, krom, ve alaşımları ile kaplama yapılmıştır. Kaplamada en az iki ayrı bileşen kullanılmıştır.

10-Metalik lif içeren iplik ve bu ipliklerden yapılmış elektromanyetik kalkanlama amaçlı kumaş

United States Patent 5617713, Yarn having metallic fibers and an electromagnetic shield fabric made therefrom

Elektromanyetik kalkanlama amaçlı kumaş içeriğinde iletken lifler ve diğer tekstil liflerinden oluşmuş iplikler bulunmaktadır. Metalik lifler ipliğin kesitinde orta kısımda yer almaktadır. Dış yüzeyde yer alan lifler ise cilt ile temasta sorun yaratmayacak lif çeşitleri arasından seçilmelidir. Bu ipliklerin tek kat veya çok katlı kullanımı ile çözümlü örme kumaşlar yapılarak kullanımı kolay, uygun tuşeli elektromanyetik kalkanlama amaçlı kumaşlar geliştirilmiştir. Ayrıca bu iplikler dokuma, örme veya çözümlü örme kumaşlar olarak ta elektromanyetik kalkanlama amaçlı kullanılmaktadır.

11-Portatif elektronik aletler için EMI kalkanlama

United States Patent 6738265, EMI shielding for portable electronic devices

Liflerden yapılmış bir mesh – ağ yapı telsiz telefon ve cep telefonlarının iç kapağına yapıştırılarak EMI kalkanlaması yapılmıştır. Lifli ağ yapı ayrıca bir yüzünden polimer yüzeye yapıştırılmış olup, bu yüzeyde elektronik devreler ve elektrik bağlantı yolları kullanılmıştır.

12-Metalize edilmiş tekstil ürünü ve mikrodalga ekranlama malzemesi olarak kullanımı

United States Patent 4439768, Metallized sheet form textile microwave screening material, and the method of use

Doğal veya sentetik tekstil yüzeyleri üzerine yaş kimyasal akımsız depozisyon yöntemi ile kaplanan metal levha formları ile elde edilen yüzeyler 10MHz-1000GHz aralığı için elektromanyetik ekranlamaya uygun malzemelerdir. Bu ürünler tıbbi ve haberleşme alanları için uygun olabilmektedir. Çok katlı yapılar kullanılarak düşük frekans bölgeleri için de ekranlama mümkün olmaktadır.

13- İletken plastik bileşimler ve üretim yöntemleri

United States Patent 6689835, Conductive plastic compositions and method of manufacture thereof

Polimerik kompozit malzemeler polimer reçine, lifleri ve karbon tozları içeren iletken olmayan dolgu maddelerinden oluşmaktadır. İletken dolgu malzemesi miktarına bağlı olarak yüzeysel ve hacimsel iletkenlik ve ayrıca kompozit malzemenin fiziksel özellikleri belirlenmektedir. Bu ürün elektromanyetik kalkanlama, elektrostatik eleman ve antistatik amaçlı olarak paketlenme malzemesi, elektronik komponent, elektronik elemanlar için koruyucu yapı, otomotiv endüstrisi gibi alanlarda kullanım yeri bulabilecektir.

14- Metal kaplamalı iplik içeren kompozit iplik ve çözümlü örme kumaş

United States Patent 6374643, Composite thread containing metal-plated yarns and warp-knit fabric thereof

Boyanabilir özellikte antibakteriyel ve elektromanyetik kalkanlama özelliği olan metal kaplamalı iplik içeren iplik yapılar kullanılarak çözümlü örme tekstil yüzeyleri yapılmıştır. Boyanabilir iplik, metal iplik ve zincir yapılı ipliklerin bir arada kullanımı ile elde edilen kompozit iplik yapı ile örülen kumaş içinde bulunan metal iplik herhangi bir olumsuzluğa neden olmayacak şekilde kumaş içi kısmında yer almaktadır.

15- Elektroiletken Lifli Malzeme

United States Patent 4764779, Electroconductive fibrous material

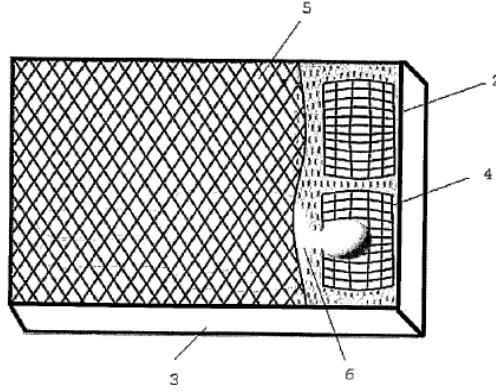
Elektrokodüktif lifli malzemelerden oluşturulan kompozit iplik organik veya organik olmayan liflerden ve kurdele formu iletken metal liften oluşmuştur. Metal lif spiral olarak merkeze konulan tekstil lifinin etrafına sarılarak oransal olarak % 50 den az

olmamak üzere iplik bileşenlerini oluşturmuştur. Bu lifli malzeme parabolik antenler için yansıtma yüzeyi olarak kullanılmaktadır.

16- Elektromanyetik dalgaların kalkanlanmasını sağlayan yatak ve ev tekstilleri

WO2009/091345 A1, Matress and Home Textile Products Having the Capability of Shielding Electromagnetic Waves,

Bu buluş elektromanyetik dalgaların etkinliğini azaltıcı özelliği olan kumaştan yapılan yatak(3), yorgan(5) ve yastıklara(4) ait bir buluştur. Elektromanyetik kalkanlama etkinliği olarak tanımlanabilecek olan iletkenlik özelliği ile birlikte ev tekstili kumaşlarında aranılan yumuşaklık, termal özellikler ve güç tutuşurluk özelliklerini de beraberinde bulunduran bir kumaş tanımlanmıştır. Bu kumaşın kullanımı ile elektromanyetik alanın etkilerine karşı koruma sağlayan, böylece rahat ve sağlıklı uyku ortamı sağlayan bir ürün geliştirilmiştir.



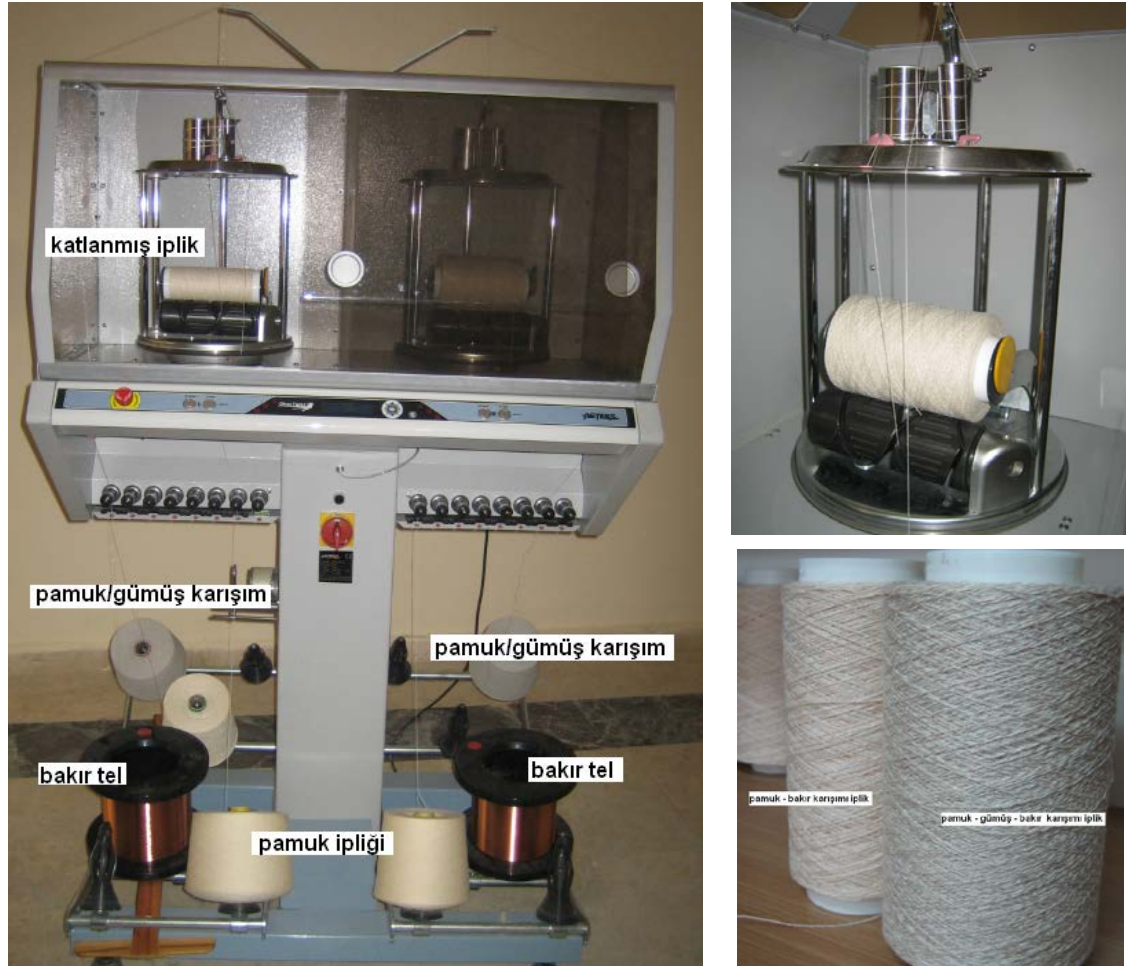
Şekil 13 Elektromanyetik kalkanlama amaçlı ev tekstilleri

4 PROJE ALTYAPISININ OLUŞTURULMASI

4.1 TEKSTİL YAPILARININ OLUŞUMU İÇİN KULLANILACAK OLAN ALTYAPININ OLUŞTURULMASI

4.1.1 MAKİNA ALTYAPISI

İletken iplik eldesi için iplik katlama büküm makinası kullanılarak farklı özelliklerde iplikler yapılmıştır.



Şekil 14 İletken iplik yapımı için kullanılan katlama makinası

Numune dokuma makinası ve örme makinaları kullanılarak hazırlanmış olan iletken iplikler, tekstil yüzeyine dönüŐtürülmüŐtür.



Şekil 15 Numune dokuma ve örme makineleri

4.1.2 MALZEME ALTYAPISI

Çalışma kapsamında %100 pamuk ipliği ve çeşitli kalınlıklarda bakır, gümüş ve çelik filament teller ve pamuk /gümüş karışımı iplik kullanılmıştır.

4.2 TEKSTİL YAPILARINDA ELEKTROMANYETİK KALKANLAMA ETKİNLİĞİ ÖLÇÜMÜ İÇİN ÖLÇÜM DÜZENİĞİNİN TASARLANMASI

4.2.1 ÖLÇÜM ÜNİTESİNDE KULLANILAN CİHAZLAR

Sinyal Jeneratörü

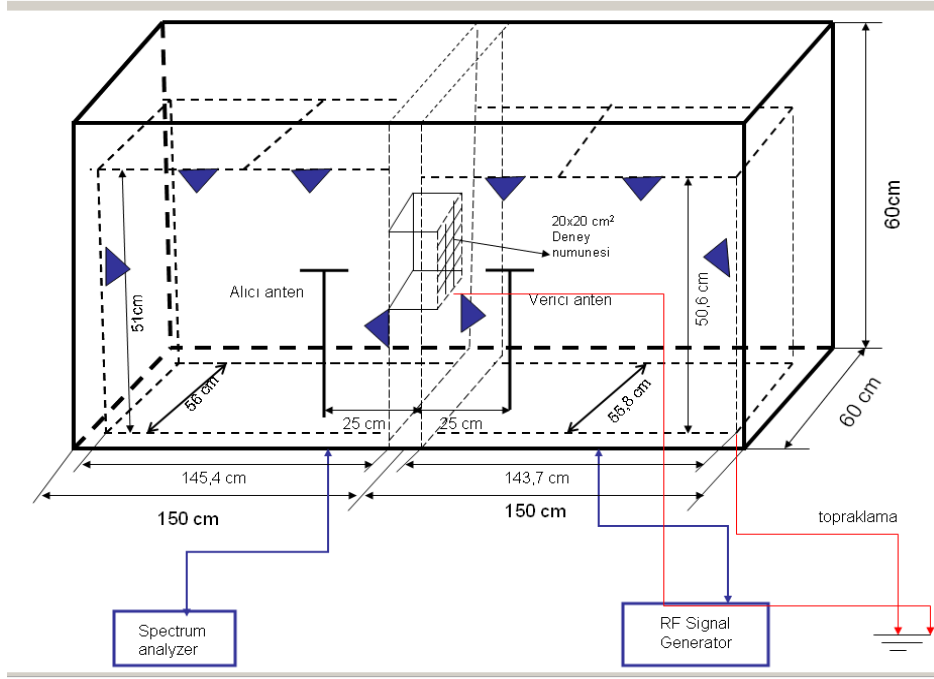
Agilent N9310A RF Sinyal jeneratörü, ölçüm ünitesinde sinyal kaynağı olarak, verici anteni besleyecek şekilde 700 MHz – 2000 MHz aralığında 20dBm* genlikte sinyal üretimi için kullanılmıştır. dBm 1 mW 'a göre güç seviyesini gösteren bir logaritmik değer olup aşağıdaki formül ile açıklanmaktadır.

$$\text{dBm}=10 \log_{10} (P1/P2)$$

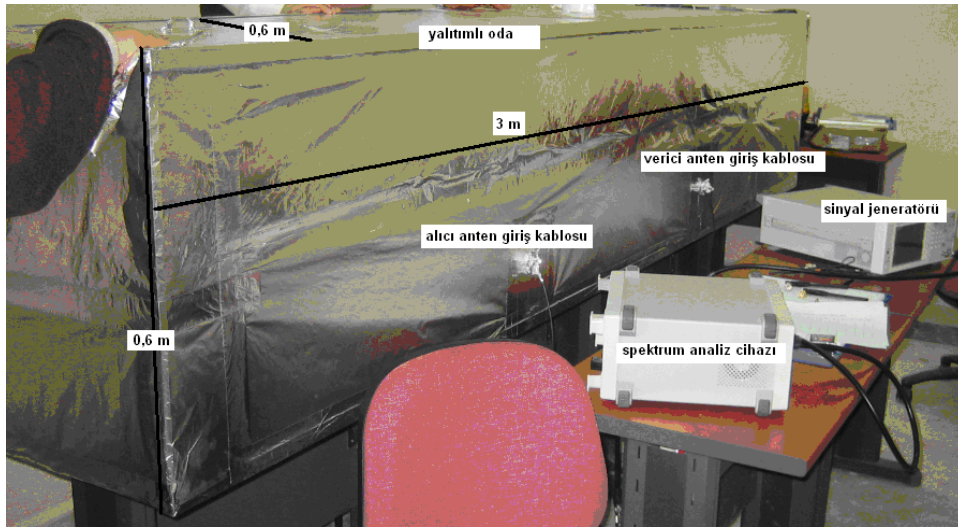
Burada P1 verici antene iletilmiş olan sinyalin mW olarak gücü, P2 ise alıcı antene ulaşılmış olan sinyalin mW olarak gücünü göstermektedir. Antenler üzerinde ölçülen sinyal güç değerlerin dBm olarak büyüklüğünü hesaplamak için yukarıdaki formül kullanılmaktadır.

Spektrum Analiz Ünitesi

Spektrum Analiz Ünitesi GW Instek GSP 827 (2.7 GHz) marka olup, alıcı anten tarafından alınan sinyallerin büyüklüğünü ölçmek amacı ile alıcı anten çıkışına bağlanmıştır. Cihaz tarafından analiz edilen veriler cihaza bağlanmış olan bilgisayara aktarılabilmektedir.



Şekil 16 Elektromanyetik kalkanlama etkinliği ölçüm düzeneğinin prensip şeması



Şekil 17 Elektromanyetik kalkanlanlama etkinliği ölçüm düzeneği

Numune kumaşların elektromanyetik kalkanlama etkinliği ölçümü sırasında spektrum analiz cihazı tarama modunda çalıştırılarak sinyal jeneratöründen üretilen frekans aralığının tamamında sinyal analizi yapılmaktadır. Tarama modunda yapılan bu çalışmanın amacı, ilgili frekans aralığında ölçme düzeneğinin davranışlarının görsel olarak tespit etmektir.

- Antenler

Anten çifti proje kapsamında satın alınmış olan Miniwing GSM & S dualband antenlerdir. GSM dual band içinde 900/1800 MHz ve AMPS/PCS Dual Band içinde 800/1900 MHz aralıkları için uygun anten tipleridir.



Şekil 18 Anten ve adaptörler

-Kablolar ve adaptörler

Ölçüm düzeneğinde kullanılan cihazların birbirine bağlanması için kullanılan ara kablolar ve adaptör uçlar, cihazların ve antenlerin empedansları ile uyumlu özel seçilerek satın alınmış olan elemanlardır.

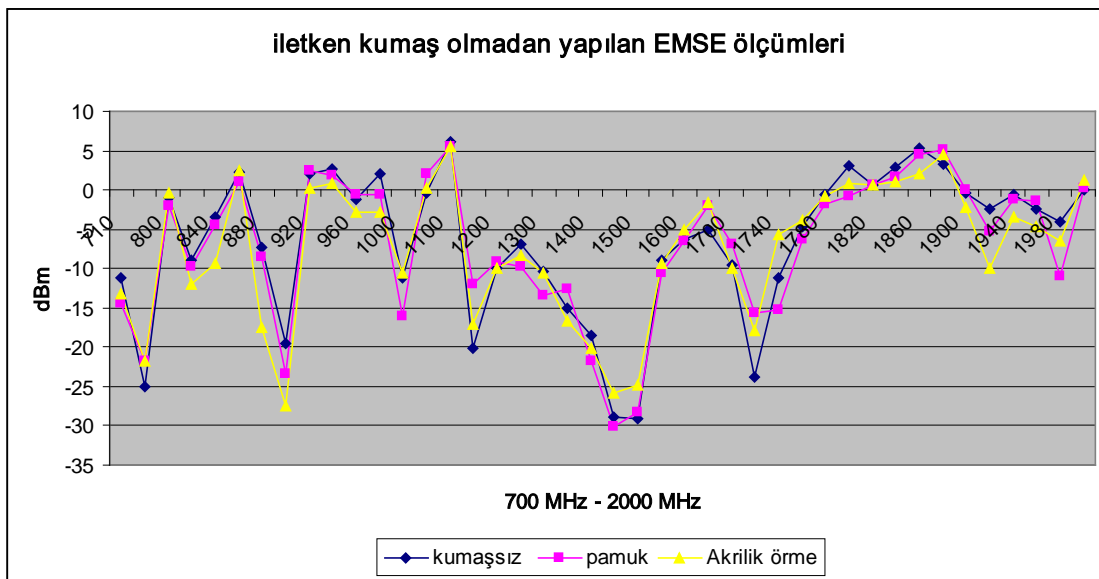
4.2.2 ÖLÇÜM DÜZENEĞİNİN GÜVENİLİRLİĞİNİN TEST EDİLMESİ

Numune kumaşların ekranlama etkinliğini ölçmeden önce tasarımı ve imalatı yapılmış olan ölçüm sisteminde antenler arasındaki sinyal iletiminin etkinliğini (700 MHz-2000 MHz aralığındaki davranışının) belirlemek amacı ile 10dBm ve 20 dBm sinyal gücü değerlerinde iletken olmayan kumaşlar (% 100 pamuk dokuma ve % 100 akrilik örme) ile ölçümler yapılmıştır.

Öncelikle antenler arasına kumaş yerleştirmeden ölçüm yapılmış ve ölçüm verileri kontrol ölçümleri olarak kaydedilmiştir. Daha sonra numune kumaşlar kullanılarak yapılan ölçüm verileri kaydedilmiştir. Kumaşsız yapılan ölçüm sonuçları ile kumaşlı yapılan ölçüm sonuçları arasındaki fark (aynı frekans değerleri için olan veriler) numune kumaşlar sayesinde elde edilen ekranlama etkinlik değeri olarak kabul edilmiştir.

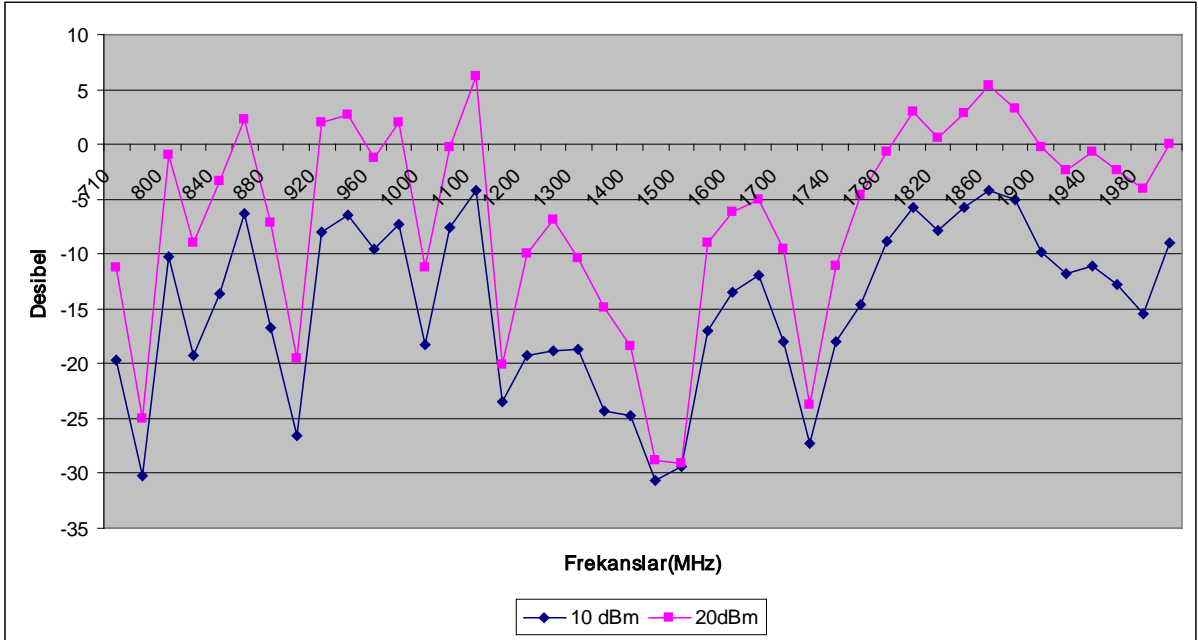
Şekil 19 'da görülen grafikte iletken olmayan kumaşlar (% 100 pamuk ve % 100 akrilik) ve kumaşsız yapılan ölçümlerle elde edilen veriler aynı grafikte gösterilmiştir. İdeal şartlar altında düz bir çizgi biçiminde olması beklenen grafikte, ölçme kutusundaki iç yansımalar, sinyal iletim hatlarındaki olası kayıplar ve antenlerin etkili oldukları ölçüm aralıklarından kaynaklanan hatalar nedeniyle frekans büyüklüklerine bağlı olarak ekranlama etkinliğinde değişimler görülmektedir.

Grafikten de görüleceği gibi kumaşsız ve kumaş ile elde edilen sinyal iletim değerleri birbiri ile paralel kabul edilebilecek ölçüm sonuçları vermiştir. Antenler arasında sinyal iletiminin frekans değeri ile değiştiği ancak antenler arasında kumaş olmamasının veya elektriksel iletken olmayan tekstil yüzeyi kullanımının antenler arasındaki sinyal iletim davranışını etkilemediği görülmüştür. Bu durum yukarıda tanımlamış olduğumuz ekranlama etkinliği ölçüm yönteminin kullanılabilir olduğunu göstermektedir.



Şekil 19 İletken olmayan numuneler ve kumaşsız yapılan ölçümlere ait veriler

Antenler arasında iletimi yapılan sinyalin genlik farkının iletim etkinliği üzerindeki etkisini araştırmak amacı ile 10dBm ve 20 dBm genliklerde sinyal iletilerek spektrum analiz ünitesinden alınan sinyaller ölçülmüştür. İletken olmayan kumaş kullanılarak yapılan ölçümler sonucunda Şekil 20'de görölen grafikteki ölçüm verileri elde edilmiştir. 710 MHz - 2000MHz frekans aralığında yapılan ölçümde 10dBm genlikle yapılan iletimin, 20 dBm genlik değerindeki sinyallere göre daha düşük verimlilikte olduğu görölmüştür. Ayrıca antenler arası sinyal iletiminin her iki sinyal genlik değeri için birbiri ile paralel kabul edilebilecek bir profilde olduğu görölmüştür.



Şekil 20 Antenler arası sinyal iletim etkinliği

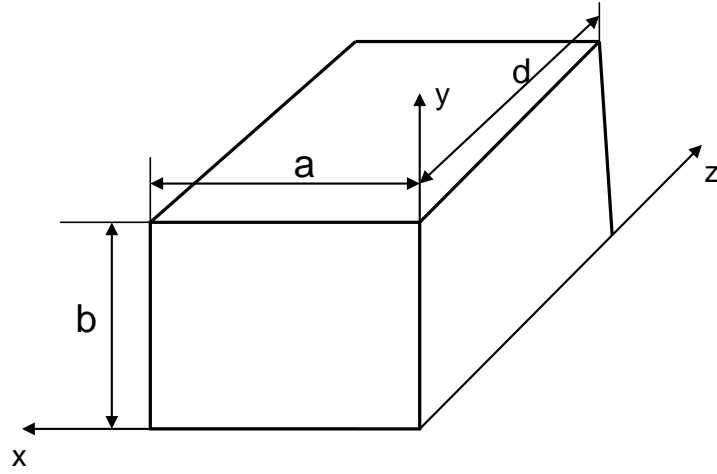
Bu ölçümler sonucunda 710 MHz - 2000MHz aralığında yapılan ölçümlerin 900 MHz için 850MHz-950MHz ve 1800MHz için 1750 MHz-1850MHz aralıklarında 10MHz'lik ölçüm aralığında yapılmasının uygun olacağı kararlaştırılmıştır.

4.2.3 ÖLÇÜM DÜZENEĞİNİN BOYUTLANDIRILMASI

Bu bölümde proje kapsamında tasarlanıp, imal ettirilmif olan elektromanyetik ekranlama ölçüm düzeneği ile ilgili boyutsal hesaplamalar ve yapılan modifikasyonlar hakkında bilgi verilmektedir.

Rezonans frekansının hesaplanması

Tasarlanmış olan elektromanyetik ekranlama ölçüm ünitesi dikdörtgen şekilli boşluk rezonatörü olarak kabul edilmiştir. Boşluk rezonatörleri genel olarak sınır yüzleri kapalı bir dalga kılavuzu parçası olarak tanımlanmaktadır. Şekil 21’de görülen dikdörtgen kesitli yapı ölçüm ünitesinde kullanılan kuru ile benzeştirilerek teorik rezonans frekansı hesaplanmıştır. Şekilde dikdörtgen prizmanın kenar uzunlukları a, b ve d olan dikdörtgen boşluk rezonatörde TM ve TE modları tanımlanmalıdır. Formül (1) kullanılarak enine elektrik (TE) ve enine manyetik (TM) modları için ayrı ayrı yapılan hesaplamalar ile dikdörtgen kesitli dalga kılavuzunun rezonans frekansları tespit edilmiştir.



Şekil 21 Dikdörtgen şekilli boşluk rezonatör

$$f_{mnp} = \frac{c}{2\pi} \sqrt{\left(\frac{m\pi}{a}\right)^2 + \left(\frac{n\pi}{b}\right)^2 + \left(\frac{p\pi}{h}\right)^2} \quad (1)$$

Şekil 21’de görülen dikdörtgen prizma kenar uzunlukları a, b ve d olan dikdörtgen boşluk rezonatör olarak kabul edilmiştir. Bir boşluk rezonatöründe TM veya TE modlarındaki duran dalgalar üç sembolü (mnp) alt indisi kullanılarak tanımlanmaktadır. Formül (1) kullanılarak enine elektrik (TE) ve enine manyetik (TM) modları için ayrı ayrı yapılan hesaplamalar ile dikdörtgen kesitli dalga kılavuzunun rezonans frekansları tespit edilmiştir. Rezonatörde z yönü referans yansıma yönü olarak kabul edilmiş, TM ve TE modlarındaki duran dalgalar üç sembolü (mnp) alt indisi kullanılarak tanımlanmıştır. (formül 1)

E:Elektrik Alan şiddeti (V/m)

H:Manyetik Alan Şiddeti(A/m) olmak üzere;

TM dalgalar enine manyetik dalgalar olup yayılma yönünde bir manyetik alan bileşeni yoktur. Yani $H_z=0$ dır.

TE dalgalar enine elektrik dalgalar olup yayılma yönünde bir elektrik alan bileşenine sahip değildir. Yani $E_z=0$ dır.

Dikdörtgen dalga kılavuzlarında TM modları için m veya n sıfır olamayacağından TM₁₁ modu bir dikdörtgen dalga kılavuzundaki tüm TM modları arasında en düşük kesim frekansı olmaktadır.

TE modlarında indislerden en az ikisi sıfırdan farklı olmalıdır; p sıfır olamayacağından ayrıca m ve n beraber sıfır olamayacağından TE modlarında indislerin hiçbirisi sıfır olamamaktadır.

TM_{mnp} modlarında rezonans frekansı için formül (1) aşağıdaki şekle dönüşmektedir.

$$f_{mnp} = \frac{1}{2\sqrt{\mu\epsilon}} \sqrt{\left(\frac{m}{a}\right)^2 + \left(\frac{n}{b}\right)^2 + \left(\frac{p}{d}\right)^2} = \frac{c}{2} \sqrt{\left(\frac{m}{a}\right)^2 + \left(\frac{n}{b}\right)^2 + \left(\frac{p}{d}\right)^2} \quad (2)$$

Bu durumda ölçüm düzeneğinde kullanılan ünitenin geometrik boyutları a=0,6 m, b=0,6 m; ve d=3 m formül (2)'de yerine yazıldığında;

TM₁₁₁ ve TE₁₀₁ modları için rezonans frekansları aşağıdaki gibi hesaplanmaktadır.

$$TM_{111} = \frac{3 \cdot 10^8}{2} \sqrt{\left(\frac{1}{0,6}\right)^2 + \left(\frac{1}{0,6}\right)^2 + \left(\frac{1}{3}\right)^2} = 357 \text{ MHz}$$

$$TE_{101} = \frac{3 \cdot 10^8}{2} \sqrt{\left(\frac{1}{0,6}\right)^2 + \left(\frac{0}{0,6}\right)^2 + \left(\frac{1}{3}\right)^2} = 255 \text{ MHz}$$

Ölçüm düzeneğinin geometrik büyüklükleri dikkate alınarak yapılan hesaplamalarda 357 MHz ve 255 MHz frekanslarının ölçüm ünitesi için rezonans frekansları olduğu belirlenmiştir. Bu frekanslarda sinyal iletimi olması halinde ölçüm düzeneğinden elde edilecek bulguların güvenilir olmayacağı belirlenmiştir.

Mevcut proje kapsamında çalışılacak olan frekans aralığının 900 MHz ve 1800 MHz olarak belirlendiğinden hesaplanmış olan rezonans frekansları ile karşılaşılması olası bir durum olmayacaktır.

Odacık yüzeylerine yansıma elamanlarının yerleşimi

Elektromanyetik ekranlama ölçüm düzeneği iskelet yapısı metal profiller ve bu profillerin üzeri alüminyum levhalarla kaplanarak oluşturulmuş olan dikdörtgen prizma şeklindedir. Kaplama malzemesi olarak alüminyum/kauçuk/alüminyum (1mm -2mm - 1mm) şeklinde katmanlı yapıda levhalar kullanılmıştır. Levhaların bağlantı kenarları ve köşeler tam temas sağlayacak şekilde birleştirilmiştir. Alüminyum levhanın dış yüzeyi ayrıca tam sızdırmazlık sağlanması için alüminyum folyo ile kaplanmıştır. İç yüzeyde yalıtım amaçlı olarak strafor kullanılmıştır. Ölçüm cihazlarının giriş ve çıkış bağlantıları için açılan kanalcıklar uygun şekilde izole edilmiştir.

Ölçüm ünitesinin iç yüzeyinin levha şeklinde düz olması, ölçüm kutusu içinde sinyallerin yansımaya neden olabilmekte ve yansıma ile güçlenen sinyaller daha sonra ölçüm hatalarına neden olabilmektedir. Ölçme kutusu içindeki yansımaları sönmölemek amacı ile ölçüm kutusunun iç yüzeyi piramit yapıli elemanlarla kaplanmıştır. Piramitlerin yüksekliği 2,5 cm olarak kullanılmıştır. Piramit yüksekliğinin belirlenmesinde ölçme yapılan frekans aralıkları dikkate alınmıştır.

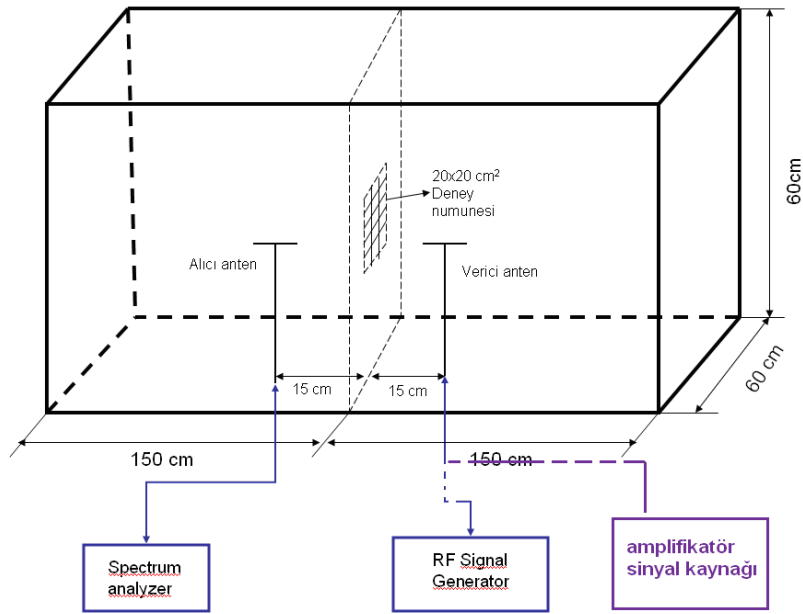
Ölçüm ünitesinde numune yerleşim çerçevesi önceki tahta çerçeve değiştirilerek iletken bir malzemededen yapılan çerçeve ile değiştirilmiştir. Bu çerçeve tüm ölçüm ünitesi ile beraber topraklama yapılarak ölçüm güvenilirliği arttırılmıştır.

4.2.4 ÖLÇÜM DÜZENEĞİ İÇİN EK SİNYAL KAYNAĞI

Elektro manyetik ölçüm düzeneğinde sinyal kaynağı olarak kullanılmakta olan sinyal jeneratörüne alternatif olarak, çıkış gücü daha yüksek olan bir amplifikatör sinyal kaynağı tasarlanıp imal edilmiştir. Yeni yapılan sinyal kaynağının çıkış gücü, mevcut sinyal jeneratörünün çıkış gücünden daha yüksektir. 900MHz için sinyal çıkış gücü 0-

4 Watt arasında ayarlanabilir olup, maksimum 4 Watt değerine kadar çıkabilmektedir. 1800MHz çıkış sinyali için ise sinyal çıkış gücü 0-2 Watt arasında ayarlanabilir olup, maksimum 2 Watt değerine kadar çıkabilmektedir.

Bu sinyal kaynağı EMSE ölçüm düzeneğinde sinyal jeneratörüne alternatif olarak kullanılmakta olup, verici anten için sinyal üretilmesinde kullanılmak üzere tasarlanmıştır. (Şekil 22) Verici antene beslenecek sinyalin daha yüksek güçle beslenmesi ile düzenek kullanılarak yapılan EMSE ölçüm etkinliğinin artırılması istenmiştir.



Şekil 22 Elektromanyetik kalkanlama etkinliği ölçüm düzeneği ve ek sinyal kaynağı

5 MATERYAL METOD

5.1 TEKSTİL YÜZEYİ ÜRETİM ÇALIŞMALARI

Proje kapsamında kullanılmış olan iletken malzemeler (Tablo 5) kullanılarak yapılan iletken özellikte pamuk karışımı iplikler (Tablo 6 Hata! Başvuru kaynağı bulunamadı.) hazırlanmıştır.

Tablo 5 İletken tellere ait teknik özellikler

İletken metal adı	incelik, mikron	Elektriksel özdirenc, Ωm
bakır	50	$1.724 \cdot 10^{-8}$
	100	$1.724 \cdot 10^{-8}$
çelik	35	$1.611 - 7.496 \times 10^{-7}$
	50	$1.611 - 7.496 \times 10^{-7}$
gümüş	40	$1,59 \cdot 10^{-8}$
	50	$1,59 \cdot 10^{-8}$
	60	$1,59 \cdot 10^{-8}$

Tablo 6 İplik tanımlama bilgileri

Kod	İplik içeriği	Elyaf çeşitleri ve ağırlık olarak oranlar,%				İplik numara (Nm)	Büküm tur/m
		pamuk	bakır	gümüş	çelik		
1	20/2 Ne pamuk + 20/2 Ne pamuk + 50 μ bakır	89	11	-	-	7,06	400
2	20/2 Ne pamuk + 20/2 Ne pamuk + 100 μ bakır	62	38	-	-	5,05	300
3	20/2 Ne pamuk + 30/1 Ne pamuk /gümüş + 50 μ bakır	78	20	2	-	10,4	400
4	20/2 Ne pamuk + 30/1 Ne pamuk /gümüş + 100 μ bakır	50	48	2	-	6,81	300
5	24/1 Ne pamuk + 24/1 Ne pamuk + 50 μ bakır	73	27	-	-	15,39	300
6	24/1 Ne pamuk + 24/1 Ne pamuk + 50 μ gümüş	73	-	27	-	15,27	300
7	24/1 Ne pamuk + 24/1 Ne pamuk + 50 μ çelik	74	-	-	26	15,66	300
8	20/2 Ne pamuk + 20/2 Ne pamuk + 50 μ gümüş	87	-	13	-	7,19	300
9	20/2 Ne pamuk + 20/2 Ne pamuk + 50 μ çelik	86	-	-	14	7,67	300

Tablo 7’de ve Tablo 8’de iletken iplikler kullanılarak hazırlanmış olan numune kumaşlara ait özellikler verilmektedir. Dokuma kumaşlarda atkı ipliği olarak iletken iplik çeşitleri, çözgü ipliği olarak % 100 pamuk iplik kullanılmıştır. Dokuma kumaşlar

el tezgahı ve otomatik tezgah olmak üzere iki ayrı makinada dokunmuştur. El tezgahında sadece bezayağı ve dimi, otomatik tezgahta ise bezayağı, dimi, kırık saten ve panama kumaşlar dokunmuştur.

Tablo 7 Dokuma kumaş tanımlama bilgileri

	Numune kodu	Atkı çeşidi	Bezayağı			1/3 Dimi			Kırık Saten			Panama		
			Ç	A	Gramaj (g/m ²)	Ç	A	Gramaj (g/m ²)	Ç	A	Gramaj (g/m ²)	Ç	A	Gramaj (g/m ²)
EL TEZGAHI	W1	1	11	9	236	11	13	302						
	W2	2	12	8	254	11	13	350						
	W3	3	11	10	205	12	13	255						
	W4	4	11	10	258	11	13	310						
OTOMATİK TEZGAH	W5	1	13	13	245	12	14	244	12	14	273	13	14	245
	W6	2	13	13	333	13	14	338	13	14	310	13	14	358
	W7	3	13	13	186	13	14	178	14	14	215	13	14	195
	W8	4	13	12	265	13	13	253	12	14	288	13	14	285

Ç: çözgü sıklığı; tel /cm A: Atkı sıklığı, atkı/cm

Tablo 8 Örme kumaş tanımlama bilgileri

İplik tipi	Kodu	İplik numarası (Nm)	İlme sıklığı (1/cm)	Sıra sıklığı (1/cm)	Gramaj (g/m ²)
Pamuk/50 µ Cu	A1	7,06	4,5	12	298
Pamuk/100 µ Cu	A2	5,05	4,5	14	415
Pamuk/50 µ Cu	B1	7,06	4	16	395
Pamuk/100 µ Cu	B2	5,05	3,5	22	528
Pamuk/50 µ Cu	C1	7,06	4,5	18	404
Pamuk/100 µ Cu	C2	5,05	4	26	533
Pamuk/50 µ Ag	D	7,19	4	12	375
Pamuk/50 µ Çelik	E	7,67	4	11	373
Pamuk/50 µ Ag	F	15,27	4	13	208
Pamuk/50 µ Çelik	G	15,66	4	12	198

5.2 TEKSTİL YÜZEYLERİNDE EMSE ÖLÇÜM ÇALIŞMALARI

Elektromanyetik kalkanlama etkinliği ölçümünde Türkiye'deki cep telefonları çalışma frekansları olan 900 MHz ve 1800MHz için ölçüm yapılmıştır. Bu ölçüm frekanslarında tek ölçüm yapmak yerine 860-960 MHz ve 1750 – 1850 MHz frekans aralıklarının iki ayrı ölçüm grafiği tanımlanmış ve her numune için sonuçlar bu aralıklar için ayrı ayrı gösterilmiştir.

5.3 KOMPOZİT LEVHALARDA EMSE ÖLÇÜMÜ

Elde edilen dokuma ve örme iletken tekstil yüzeyleri kullanılarak kompozit levhalar imal edilmiştir. Kumaşlar dokumalar için atkı yönleri ve örmeler için çubuk yönleri birbiri ile 90 derece açı yapacak şekilde üst üste yerleştirilmiş ve levha oluşturacak şekilde kompozit plaka olarak hazırlanmıştır.



Şekil 23 Kompozit levha yapımında kumaş yerleşimi

Tablo 9'de kompozit levhaların genel özellikleri verilmekte olup, kompozit levhaların EMSE etkinlikleri her bir kumaş çeşidi için (bezayağı, dimi, panama, kırık saten ve örme kumaşlar) ayrı ayrı hazırlanmıştır.

Tablo 9 Kompozit levha üretim planı

	KODU	İÇERİĞİ	KAT SAYISI	YERLEŞİM
DOKUMA KUMAŞLAR	1	50 µ Cu Bezayağı	4	↑ → ↑ →
	2	100 µ Cu Bezayağı	4	↑ → ↑ →
	3	50 µ Cu-Ag Bezayağı	4	↑ → ↑ →
	4	100 µ Cu-Ag Bezayağı	4	↑ → ↑ →
	5	50 µ Cu 1/3 Dimi	4	↑ → ↑ →
	6	100 µ Cu 1/3 Dimi	4	↑ → ↑ →
	7	50 µ Cu-Ag 1/3 Dimi	4	↑ → ↑ →
	8	100 µ Cu-Ag 1/3 Dimi	4	↑ → ↑ →
	9	50 µ Cu Panama	4	↑ → ↑ →
	10	100 µ Cu Panama	4	↑ → ↑ →
	11	50 µ Cu-Ag Panama	4	↑ → ↑ →
	12	100 µ Cu-Ag Panama	4	↑ → ↑ →
	13	50 µ Cu Kırık Saten	4	↑ → ↑ →
	14	100 µ Cu Kırık Saten	4	↑ → ↑ →
	15	50 µ Cu-Ag Kırık Saten	4	↑ → ↑ →
	16	100 µ Cu-Ag Kırık Saten	4	↑ → ↑ →
ÖRME KUMAŞLAR	17	50 µ Cu 1.Grup-1	2	→ ↑ →
	18	100 µ Cu 1.Grup-2	2	↑ →
	19	50 µ Cu-Ag 1.Grup-3	2	↑ →
	20	100 µ Cu-Ag 1.Grup-4	2	↑ →

6 ÖLÇÜM BULGULARI

6.1 EMSE ÖLÇÜM DÜZENEGİNİN ÖLÇME GÜVENLİĞİNE AİT BULGULAR

6.1.1 ÖLÇÜM DÜZENEGİNDE FARKLI SİNYAL KAYNAĞI KULLANIMININ İNCELENMESİ

Proje kapsamında imalatı yapılan amplifikatör sinyal kaynağı kullanımının mevcut sinyal jeneratörü kullanımına göre fark yaratıp yaratmadığı araştırılmıştır. Çıkış sinyal gücünün daha yüksek olması amacı ile tasarlanan amplifikatörün çıkış sinyal gücü mevcut sinyal jeneratörünün çıkış sinyal gücü ile karşılaştırılmıştır. Sinyal jeneratörü ve amplifikatör kullanımı arasındaki farklılıklar 900 MHz ve 1800 MHz için detaylı ve karşılaştırmalı olarak Ek 1'de verilmektedir.

Ölçüm düzeneği içinde numune kullanılmadan yapılan ölçmeler sonucu elde edilen grafiklere göre;

-900 MHz için yapılan ölçmede amplifikatör sinyal kaynağı 870MHz, 890MHz ve 910MHz seviyelerinde mevcut sinyal jeneratörüne göre daha yüksek sinyal çıkış gücüne ulaşmıştır,

-1800MHz için yapılan ölçümlerde amplifikatör sinyal kaynağının 1840 MHz dışında tüm ölçüm aralıklarında mevcut sinyal jeneratörüne göre daha yüksek sinyal çıkış gücüne ulaştığı görülmüştür.

Sinyal jeneratörü ile amplifikatör sinyal kaynağı arasındaki ölçüm farklılığını araştırmak amacı ile W5, W6, W7 ve W8 kodlu bezayağı, 1/3 dimi, panama ve kırık saten kumaş numuneleri EMSE etkinlik ölçümleri her iki sinyal kaynağı ayrı ayrı kullanılarak tekrarlanmıştır. Gerek 900MHz ve gerekse 1800MHz için incelendiğinde amplifikatör kullanımının sinyal jeneratörü kullanımına göre daha yüksek sonuç verdiği görülmüştür. Bu durum ölçüm düzeneğinde sinyal kaynağı olarak amplifikatör kullanımının yararlı olduğu bulgusunu ortaya koymaktadır.

6.1.2 NUMUNE YERLEŞİM ÇERÇEVESİNİN EMSE ÖLÇÜM VERİLERİNE ETKİSİ

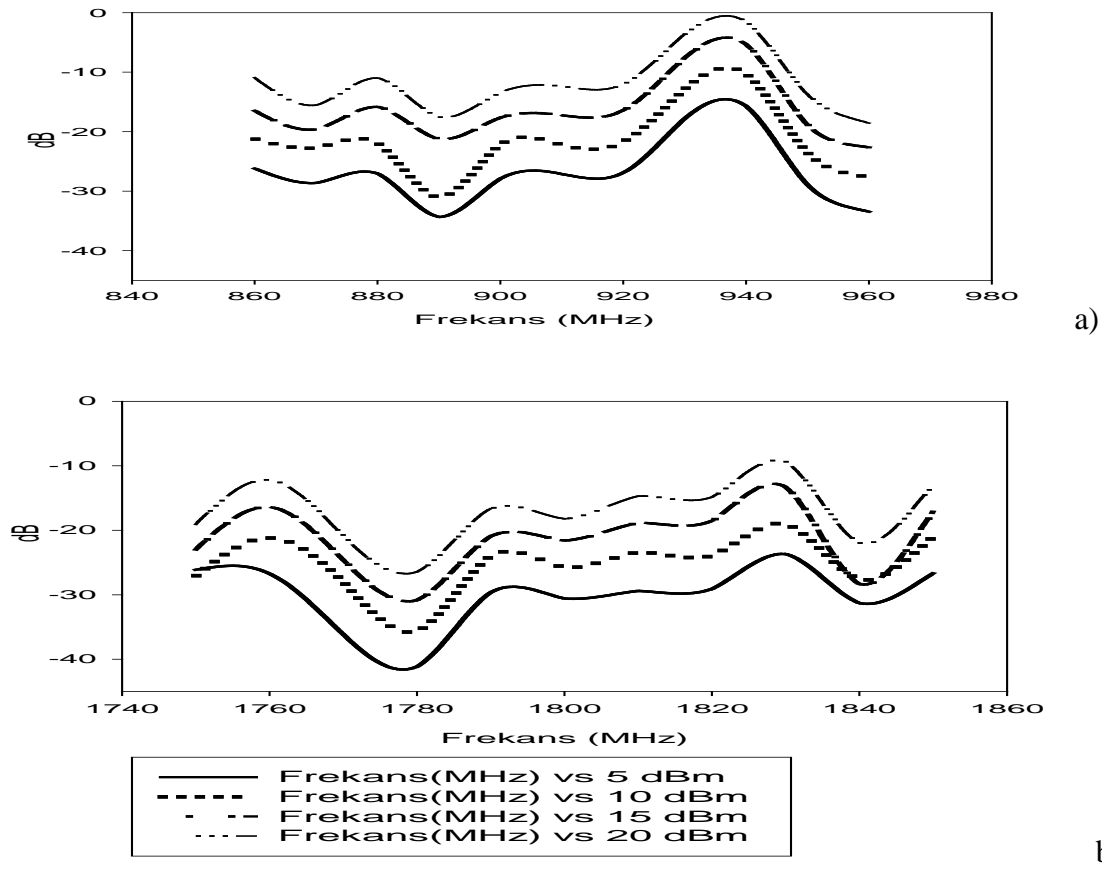
Tahta çerçeve kullanarak yapılan ölçümler ile topraklanmış iletken metal çerçeve kullanılarak yapılan ölçümler arasında fark olup olmadığını araştırmak amacı ile aynı

kumaş numunesi kullanılarak her iki frekans bölgesinde bir seri ölçüm yapılmıştır. Ölçüm verileri Ek 2'de gösterilmiştir.

Ölçümlerde iletilen sinyalin gücü 5, 10, 15 ve 20 dBm olacak şekilde tekrarlı ölçümler yapılmıştır. İletken çerçeve ile yapılan ölçümlerde elektromanyetik ekranlama etkinliğinin daha yüksek seviyede ölçülebildiği görülmüştür. Her iki frekans aralığı için ve farklı sinyal güçleri için benzer etkinlikler elde edilmiştir.

6.1.3 dBm DEĞERİNİN DEĞİŞTİRİLMESİNİN EMSE ETKİNLİĞİ ÜZERİNDEKİ ETKİSİ

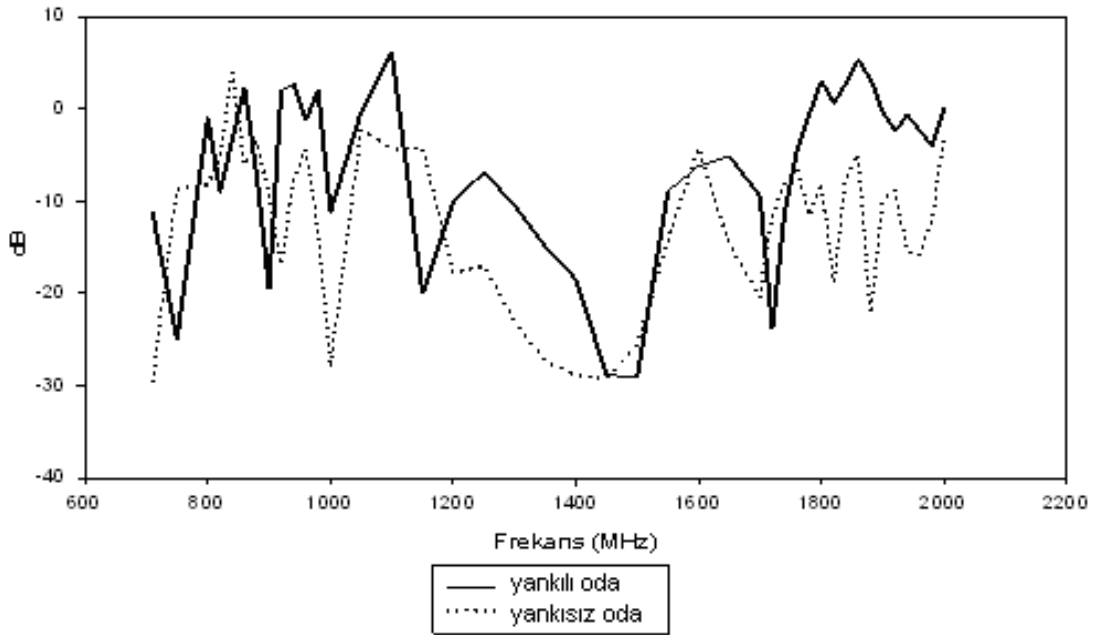
Bu bölümde verici anten üzerinden gönderilen sinyallerin farklı dBm değerlerinde (5, 10, 15 ve 20 dBm) olmasının EMSE değeri üzerindeki etkilerinin incelenmesi amaçlanmıştır. Sırayla 5, 10, 15 ve 20 dBm sinyal gücündeki ölçümlere ait değerler Şekil 24 'de gösterilmiştir. Şekilden de anlaşıldığı üzere 20 dBm sinyal gücünde daha yüksek SE değerleri elde edilmiştir.



Şekil 24 dBm değerinin değiştirilmesinin etkisinin karşılaştırılması

6.1.4 ÖLÇÜM ÜNİTESİNİN YANKISIZ ODA ÖZELLİĞİNDE KAPLANMASININ EMSE ETKİNLİĞİ ÜZERİNDEKİ ETKİSİ

EMSE ölçüm ünitesinin iç yüzey duvarında yankısız oda özelliğinin kazandırılması amacı ile iç yüzey piramit yapılı kaplama malzemesi ile kaplanmıştır. Kaplama sonrası yankısız oda olarak nitelendirilen odada elde edilen ölçüm verileri ile yankılı odanın ölçüm verileri birbiri ile karşılaştırılmıştır. Yankılı ve yankısız yapıdaki ölçüm odasının performans farkı Şekil 25’de gösterilmektedir. Şekilden de anlaşıldığı üzere antenlerin çalışma frekansları olan 900MHz ve 1800MHz frekanslarında ölçüm kutusunun iç duvarının yankısız oda olacak şekilde kaplanmış olması ölçüm kutusu içerisindeki yansımaları azaltmıştır. 900MHz ve 1800MHz civarında yankısız odaya ait ölçüm verilerinin yankılı oda ölçüm verilerinden daha yüksek olduğu görülmüştür. Bu durum yankılı odadaki EMSE ölçüm verimliliğinin daha iyi olduğunu gösteren bir bulgu olarak kabul edilmiştir.



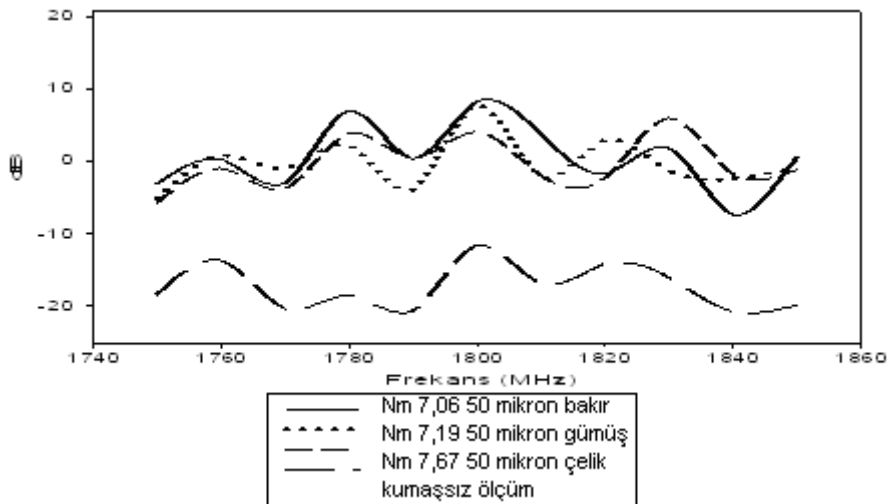
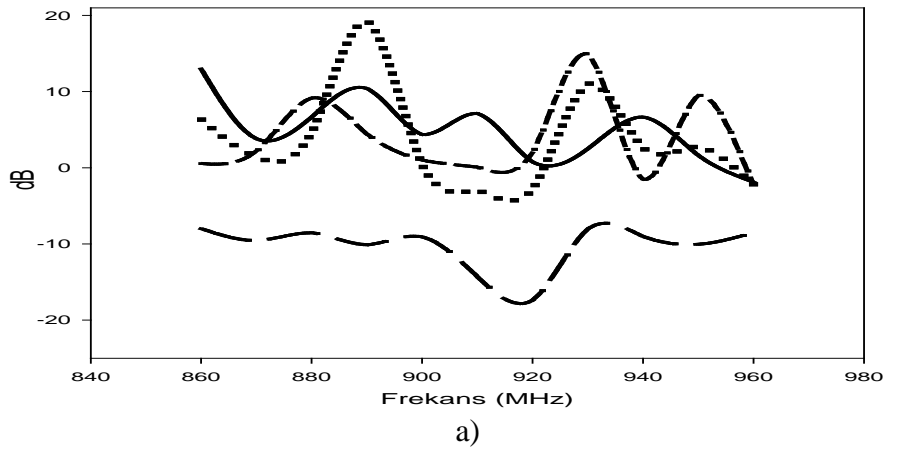
Şekil 25 Ölçüm kutusunun iç duvarında piramit şeklinde poliüretan köpük kullanımının etkisinin karşılaştırılması

6.2 TEKSTİL YÜZEYLERİNDE EMSE ÖLÇÜM BULGULARI

6.2.1 TEKSTİL YÜZEYLERİNDE FARKLI İÇERİKTE İLETKEN İPLİK KULLANIMININ EMSE ÜZERİNDEKİ ETKİSİNİN İNCELENMESİ

Farklı iletken malzemeler kullanılarak elde edilmiş örme yüzeylerin EMSE değerleri arasındaki farklar karşılaştırılmıştır. 50 mikron inceliğinde bakır, gümüş ve çelik elyaf içeren aynı kalınlıktaki iplikler kullanılarak hazırlanmış olan örme numunelerin EMSE değerleri Şekil 26'da görülmektedir.

900MHz için gümüş içerikli iplikten yapılan örme yüzeyin diğer ipliklerden yapılan kumaşlara göre daha yüksek kalkanlama etkisi gösterdiği belirlenmiştir.

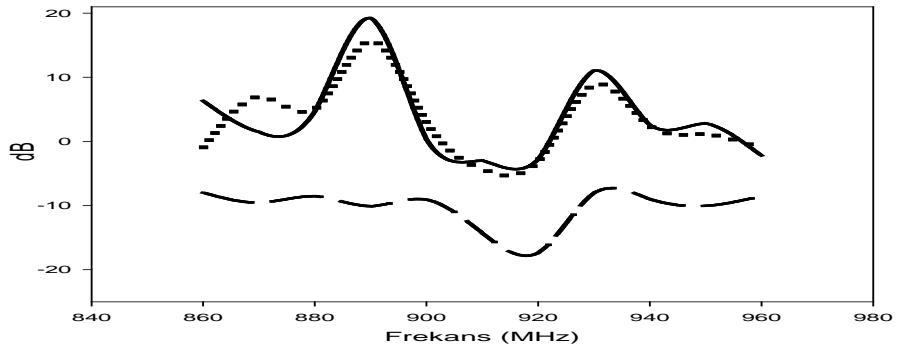


Şekil 26 A1, D ve E olarak kodlandırılmış örme kumaşların SE değişimleri

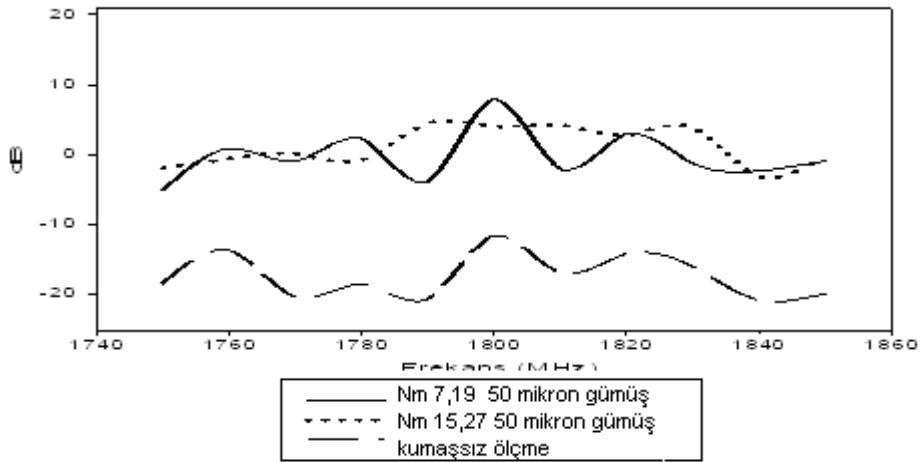
1800MHz için bakır ve gümüş içerikli iplikten yapılan örme yüzeyin ise çelik iplikten yapılan kumaşlara göre daha yüksek kalkanlama etkisi gösterdiği belirlenmiştir. Aynı kalınlıkta gümüş, bakır ve çelik elyaf içeren aynı yapıdaki örme kumaşlarda EMSE etkinliğinin iletken malzemenin çeşidine göre değiştiği belirlenmiştir.

Şekil 27'de farklı kalınlıklardaki ipliklerden hazırlanmış örme numunelerin EMSE değerleri arasındaki farklılıklar gösterilmiştir. Burada 50mikron kalınlığında gümüş içeren Nm 7,19 ve Nm15,27 kalınlığındaki iletken ipler kullanılarak örülmüş olan örme kumaşların EMSE değerleri karşılaştırılmaktadır.

900MHz için yapılan ölçmede 890 MHz civarında yaklaşık 18dB değerinde EMSE elde edilmiştir. Kalın iplikten yapılan örme numune ince iplikten yapılan numuneye göre daha yüksek kalkanlama etkinliği göstermiştir. 1800 MHz için yapılan ölçmede de benzer şekilde kalın iplik yaklaşık 8 dB seviyesinde kalkanlama ile ince iplikten örülen kumaşa göre daha yüksek kalkanlama etkinliği göstermiştir.



a)



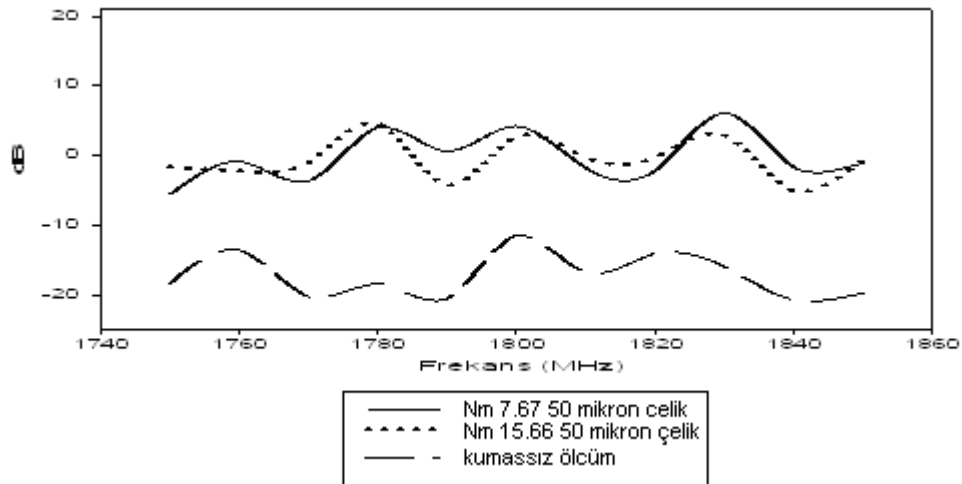
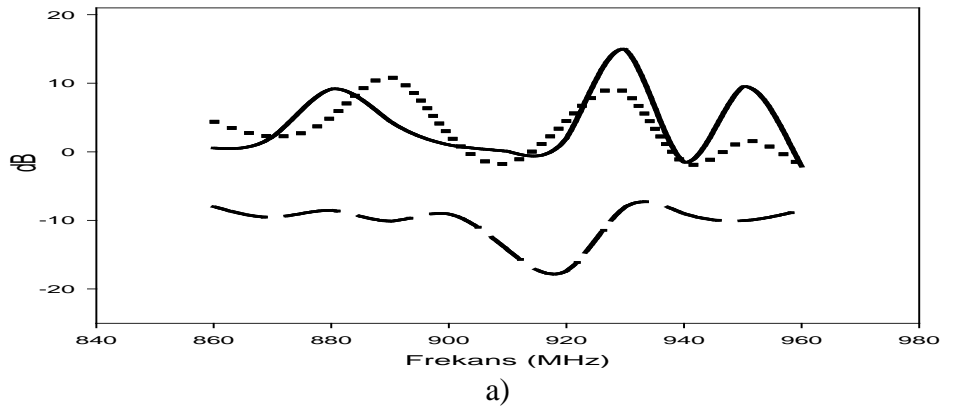
b)

Şekil 27 D ve F olarak kodlandırılmış örme kumaşların SE değişimleri

Kalın iplik kullanılarak örülen yüksek gramajlı numunelerde daha yüksek EMSE elde edilmiştir.

Şekil 28'de farklı kalınlıklardaki ipliklerden hazırlanmış örme numunelerin EMSE değerleri arasındaki farklılıklar gösterilmiştir. Burada 50mikron kalınlığında çelik içeren Nm 7,66 ve Nm15,66 kalınlığındaki iletken ipler kullanılarak örülmüş olan örme kumaşların EMSE değerleri karşılaştırılmaktadır.

900MHz için yapılan ölçümede 890 MHz civarında yaklaşık 10dB değerinde EMSE elde edilmiştir. İnce iplikten yapılan örme numune kalın iplikten yapılan numuneye göre daha yüksek kalkanlama etkinliği göstermiştir. 1800 MHz için yapılan ölçümede ise her iki iplik kalınlığından yapılan numunenin de yaklaşık aynı seviyede 3-4dB civarında kalkanlama etkinliği göstermiştir. Ancak kalın iplikten örülen numunenin belli frekanslarda ince iplikten yapılan numuneye göre daha yüksek EMSE gösterdiği belirlenmiştir.

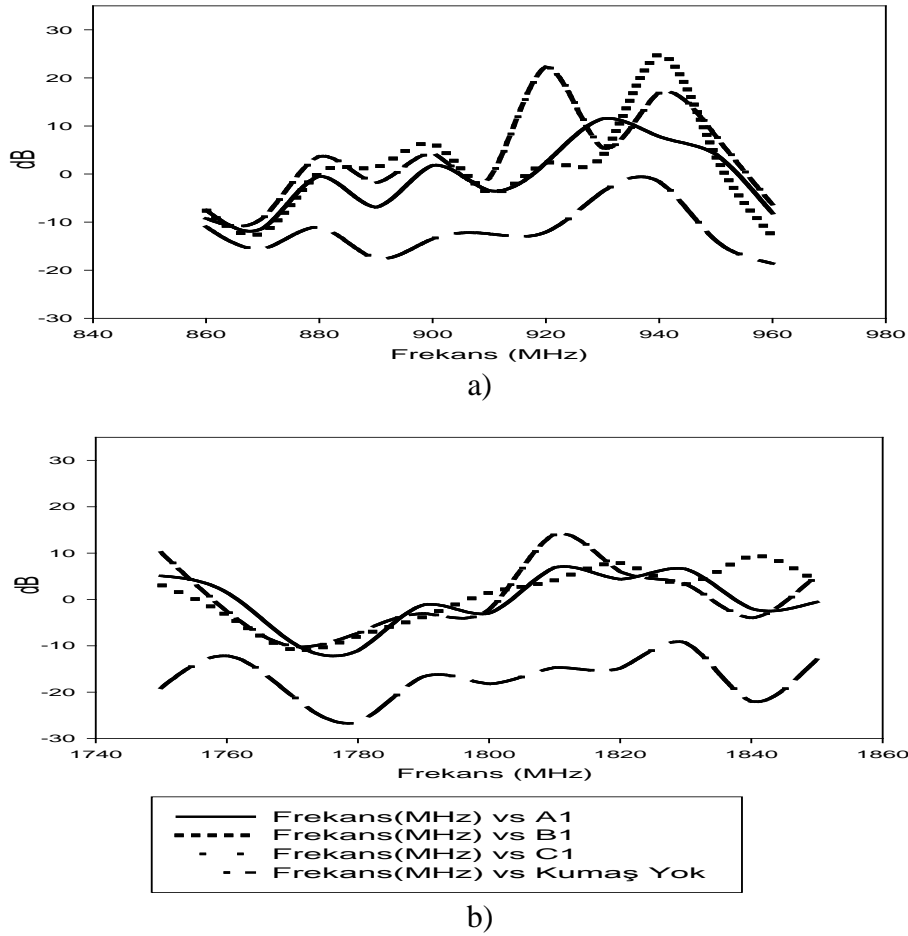


Şekil 28 E ve G olarak kodlandırılmış örme kumaşların SE değişimleri

Şekil 27 ve Şekil 28 incelendiğinde aynı kalınlıkta iletken içeren farklı kalınlıklardaki ipliklerden yapılan numunelerin ya farklı EMSE gösterdiği, kalın iplikten yapılan numunelerin ince iplikten yapılan numunelere göre daha yüksek EMSE değerinde olduğu görülmüştür. Bu durum kumaş yapısının daha rijit olduğu kalın iplikten örülen kumaşlarda iplik içerisindeki iletken bileşenin iplik içindeki yerleşiminin daha düzenli dağılım göstermesi ile açıklanabilir. İnce ipliklerden örülen kumaşlarda kumaşın gevşek yapısı elektromanyetik dalgalar için kolayca geçiş sağlayabilecek hücre genişliğine neden olabilecek bir yapı göstermiştir.

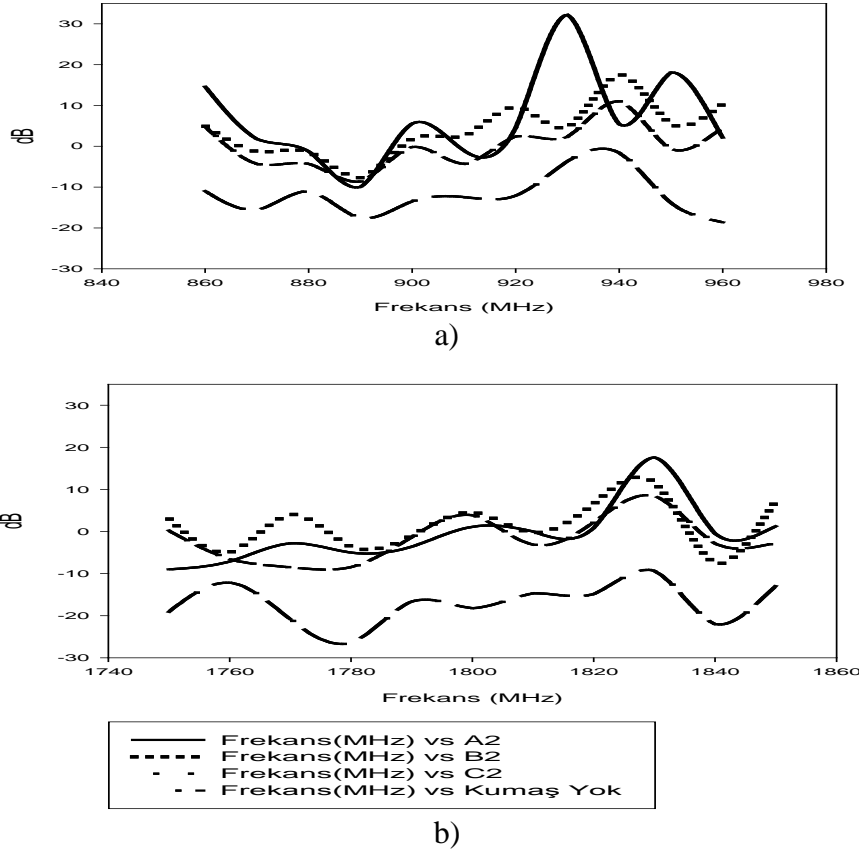
6.2.2 KUMAŞ SIKLIK DEĞİŞİMİNİN EMSE ETKİNLİK DEĞERİ ÜZERİNDEKİ ETKİSİNİN İNCELENMESİ

Şekil 29'de 50 mikron bakır içerikli aynı iplikten örülmüş sıklık değerleri birbirinden farklı olan örme kumaşlarda EMSE değerinin değişimi görülmektedir.



Şekil 29 Pamuk/50 μ bakır karışımı iplikten örülen gramaj değerleri farklı örme kumaşlarda SE değişimi

900MHz ve 1800 MHz için yapılan incelemede anlamlı ve sürekli bir bulgu elde edilememiştir. Her üç gramajdaki farklı numunede birbirine yakın kalkanlama etkinliği değerleri elde edilmiştir. Ancak yüksek gramajlı olan B1 ve C1 numuneleri genel olarak A1 numunesinden daha yüksek EMSE göstermiştir. Bu durum numune kumaşı oluşturan ipliklerin kumaş içindeki stabil durumlarının EMSE değerinin yükselmesine katkı verdiği yönündeki bulguyu desteklemektedir.



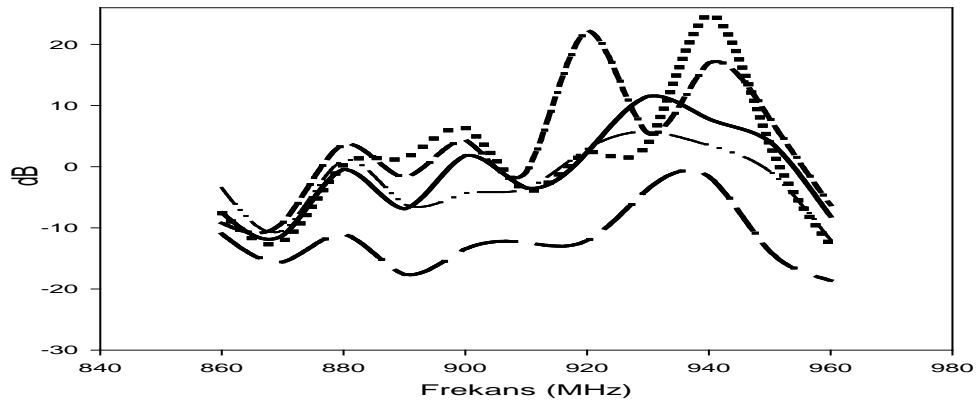
Şekil 30 Pamuk/100 μ bakır karışımı iplikten örülen gramaj değerleri farklı örme kumaşlarda SE değişimi

Şekil 30 'da 100 mikron bakır içerikli aynı iplikten örülmüş sıklık değerleri birbirinden farklı olan örme kumaşlarda EMSE değerinin değişimi görülmektedir. 900MHz ve 1800 MHz için yapılan incelemede anlamlı ve sürekli bir bulgu elde edilememiştir. Her üç gramajdaki farklı numunede birbirine yakın kalkanlama etkinliği değerleri elde edilmiştir. Ancak yüksek gramajlı olan B2 ve C2 numuneleri 1800 MHz için A2 numunesinden daha yüksek EMSE göstermiştir. Bu durum numune kumaşı oluşturan ipliklerin kumaş içindeki stabil durumlarının EMSE değerinin yükselmesine katkı verdiği yönündeki bulguyu desteklemektedir.

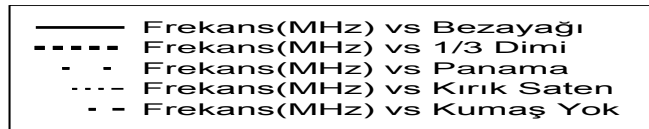
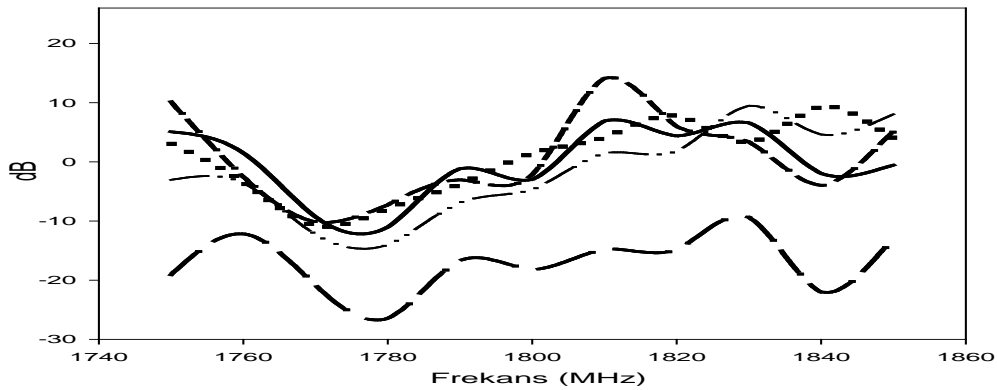
Şekil 29 ve Şekil 30 incelendiğinde kumaş yapısının daha rijit olduğu kalın iplikten örülen kumaşlarda iplik içerisindeki iletken bileşenin iplik içindeki yerleşiminin daha düzenli dağılım göstermesi ile açıklanabileceği bulgusunu desteklemektedir. İnce ipliklerden örülen kumaşlarda kumaşın gevşek yapısı elektromanyetik dalgalar için kolayca geçiş sağlayabilecek hücre genişliğine neden olabilecek bir yapı göstermiştir.

6.2.3 KUMAŞ ÖRGÜ YAPISININ EMSE ETKİNLİK DEĞERİ ÜZERİNDEKİ ETKİSİNİN İNCELENMESİ

Farklı örgü yapılarındaki numune kumaş çeşitlerinin (bezayağı, 1/3 dimi, kırık saten ve panama) EMSE etkinlik değerleri karşılaştırmalı olarak incelenmiştir. Şekil 31’da atkı ipliğinde 50 µ bakır/pamuk karışımı iplik olan dokuma kumaşların EMSE değerleri görülmektedir.



a)

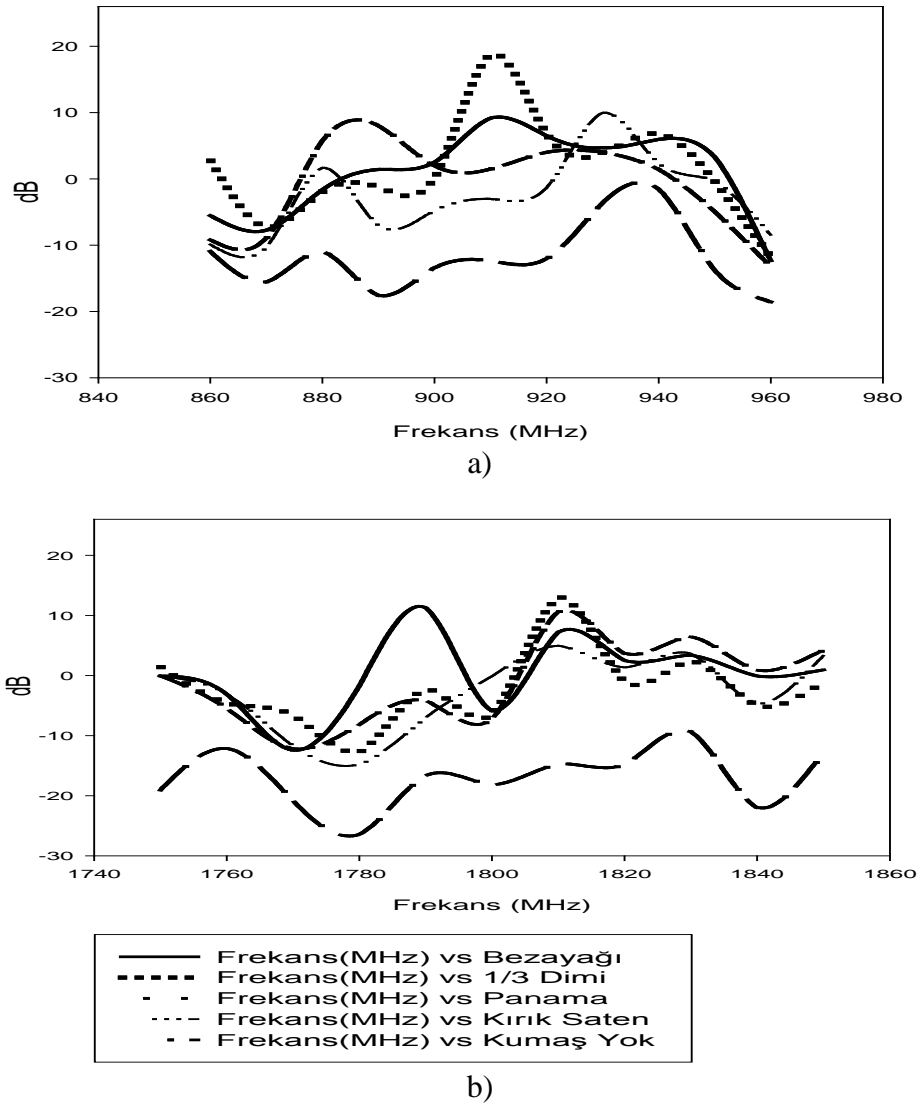


b)

Şekil 31 Atkı ipliği pamuk/50 µ bakır karışımı olan dokuma kumaşlarda SE değişimi

50 mikron bakır tel içeriği olan dokuma kumaş tipleri arasında 900 MHz ve 1800 MHz için en yüksek EMSE değerinin 1/3 dimi yapılı kumaş ile elde edildiği görülmüştür. Kırık saten örgü yapılı dokuma kumaş her iki frekans için de en düşük kalkanlama etkisi göstermiştir.

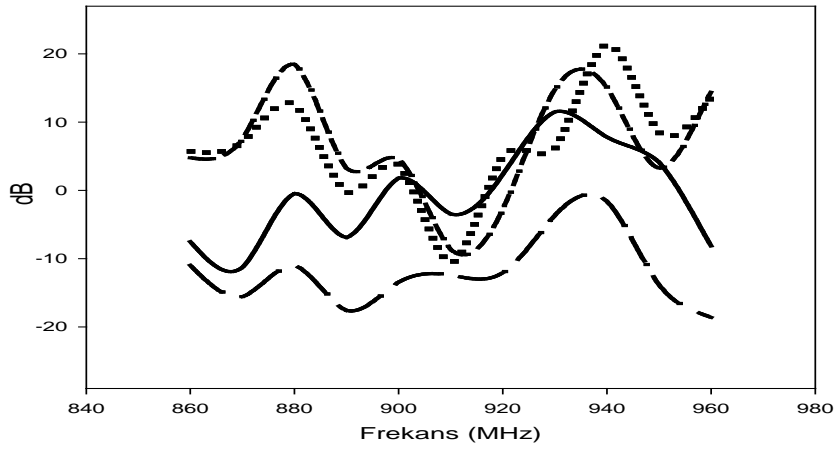
Şekil 32’da atkı ipliğinde 100 µ bakır/pamuk karışımı iplik olan dokuma kumaşların EMSE değerleri görülmektedir.



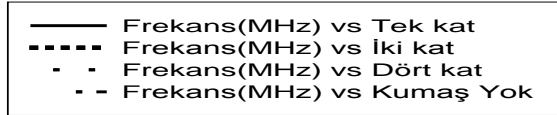
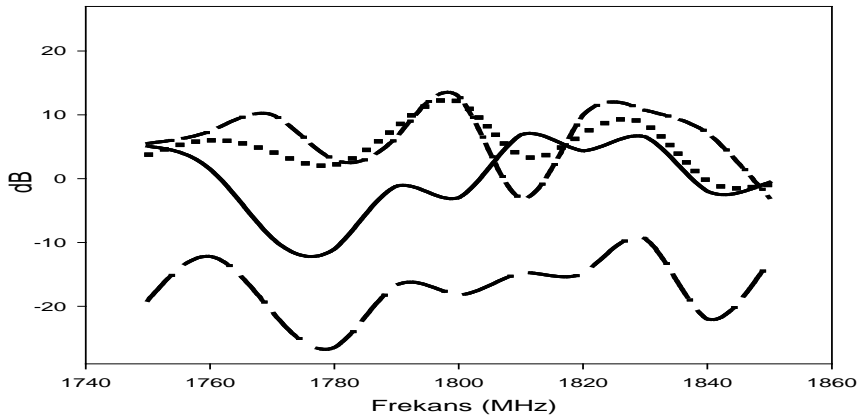
Şekil 32 Atkı ipliği pamuk/100 µ bakır karışımı olan dokuma kumaşlarda SE değişimi
100 mikron bakır tel içeriği olan dokuma kumaş tipleri arasında 900 MHz ve 1800 MHz için kararlı bir sonuç elde edilememiştir. 900 MHz için yapılan ölçüm sonuçları 1800 MHz için yapılan ölçüm sonuçlarına göre daha yüksek bulunmuştur.

6.2.4 KUMAŞ KAT SAYILARINDAKİ DEĞİŞİMİNİN EMSE ETKİNLİK DEĞERİ ÜZERİNDEKİ ETKİSİNİN İNCELENMESİ

Bu bölümde atkı ipliğinde 50 μ ve 100 μ bakır/pamuk karışımı olan bezayağı, 1/3 dimi, kırık saten ve panama dokuma kumaşların tek katlı, iki katlı ve dört katlı ölçümleri gerçekleştirilmiştir. Şekil 33 - Şekil 40' da verilen toplam sekiz şekilde kumaşların katlı ölçümü yapılırken her kattaki numune bir alttaki numune ile 90° açı yapacak şekilde yerleştirilmiştir.



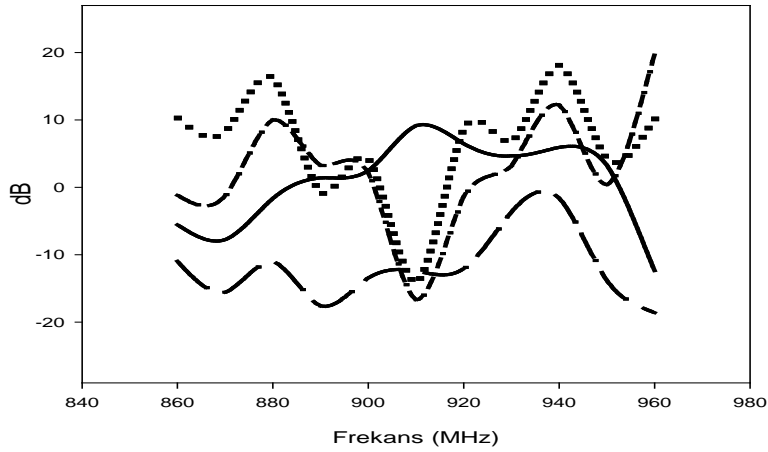
a)



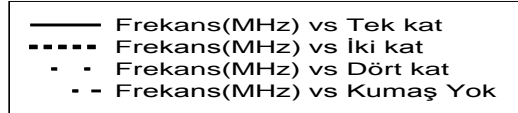
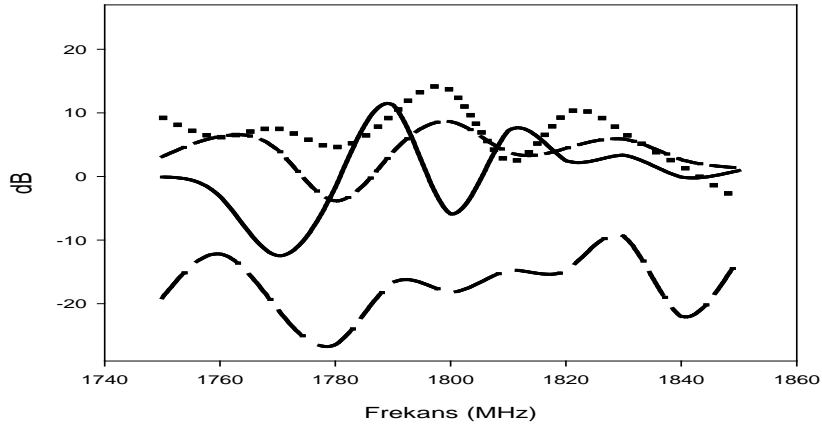
b)

Şekil 33 Atkı ipliği pamuk/50 μ bakır karışımı olan bezayağı kumaşlarda kat sayısı değişimine bağlı SE değişimleri

Şekil 33 ve Şekil 34'deki grafikler incelendiğinde bezayağı dokuma kumaşlarda iki katlı numune ve dört katlı numune kullanımı ile yapılan ölçümlerde elde edilen kalkanlama etkisinin tek kat numune ile elde edilen kalkanlama etkisinden daha yüksek olduğu ve katlı numuneler ile elde edilen etkinlik seviyelerinin birbirine yakın ve değişen frekanslarda birbirine paralel SE değerleri sergilediği görülmüştür. Ayrıca kat sayısının artmasının özellikle 1800 MHz frekansı için EMSE etkinlik değerinde önemli artış sağladığı görülmüştür.

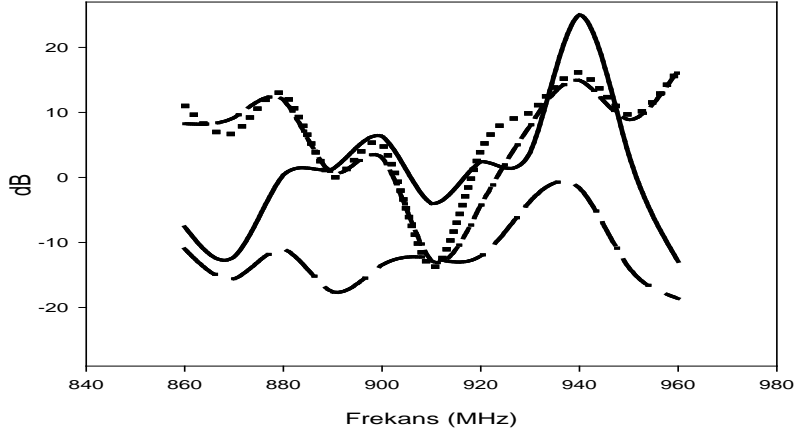


a)

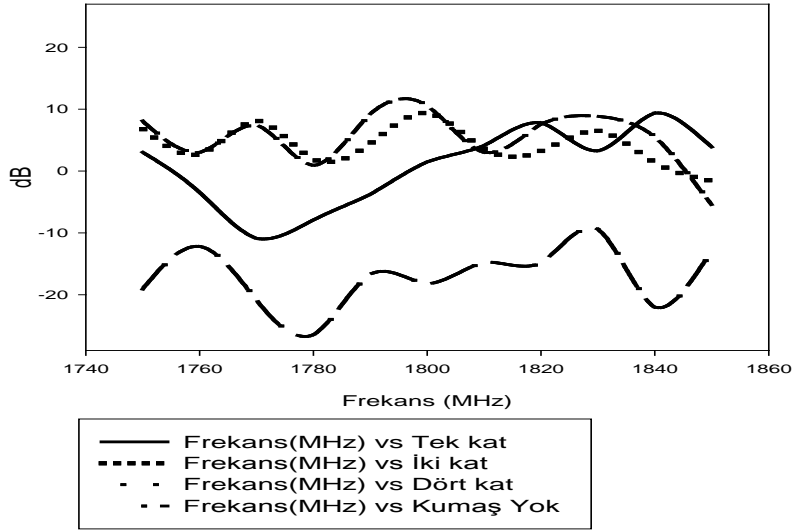


b)

Şekil 34 Atkı ipliği pamuk/100 µ bakır karışımı olan bezayağı kumaşlarda katsayısı değişimine bağlı SE değişimleri



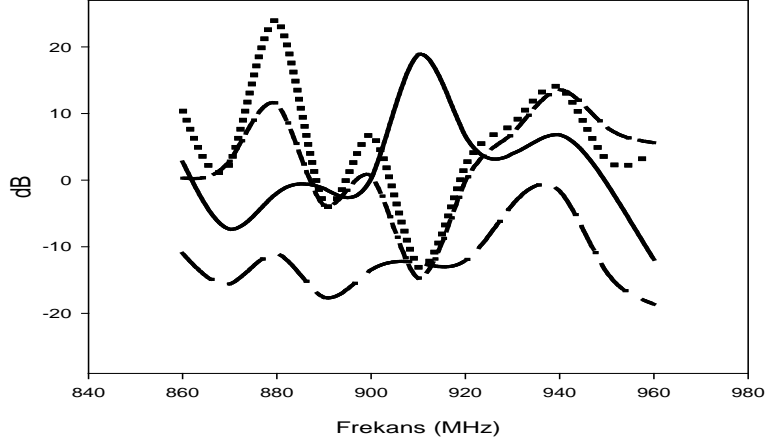
a)



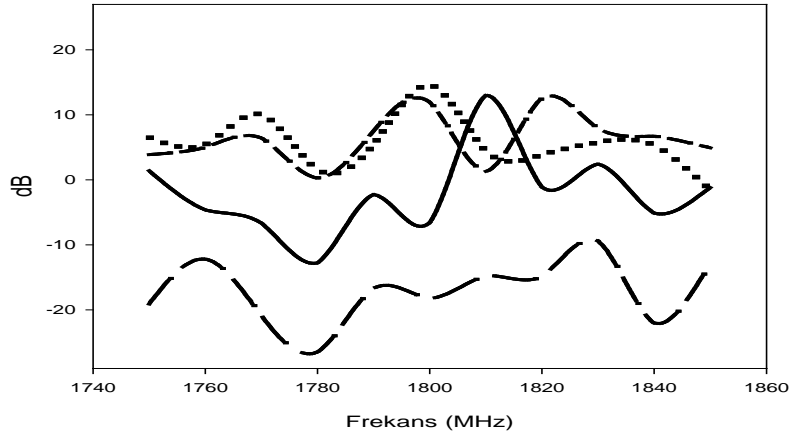
b)

Şekil 35 Atkı ipliği pamuk/50 μ bakır karışımı olan 1/3 dimi kumaşlarda kat sayısı değişimine bağlı SE değişimleri

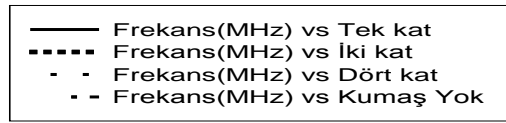
Şekil 35 ve Şekil 36 incelendiğinde 1/3 dimi dokuma kumaşlarda iki katlı numune ve dört katlı numune kullanımı ile yapılan ölçümlerde elde edilen kalkanlama etkisinin tek kat numune ile elde edilen kalkanlama etkisinden daha yüksek olduğu ve katlı numuneler ile elde edilen etkinlik seviyelerinin birbirine yakın ve değişen frekanslarda birbirine paralel SE değerleri sergilediği görülmüştür. Ayrıca kat sayısının artmasının özellikle 1800 MHz frekansı için EMSE etkinlik değerinde önemli artış sağladığı görülmüştür.



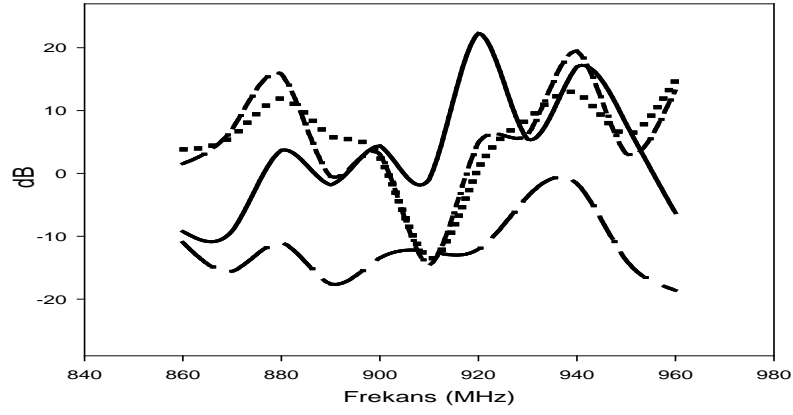
a)



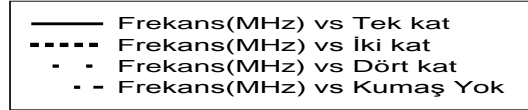
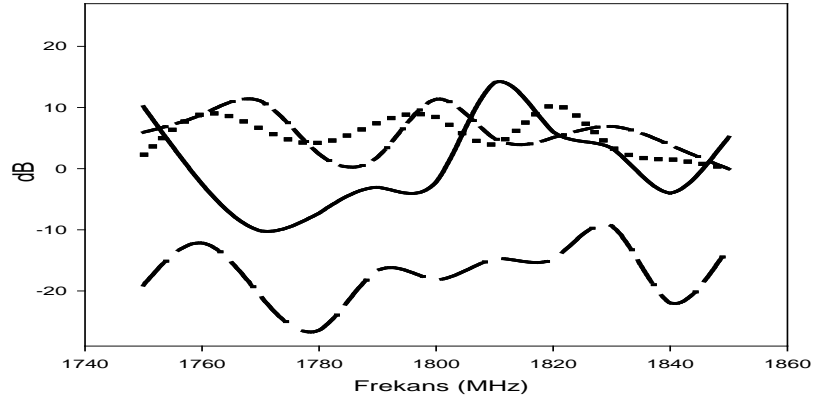
b)



Şekil 36 Atkı ipliği pamuk/100 μ bakır karışımı olan 1/3 dimi kumaşlarda kat sayısı değişimine bağlı SE değişimleri



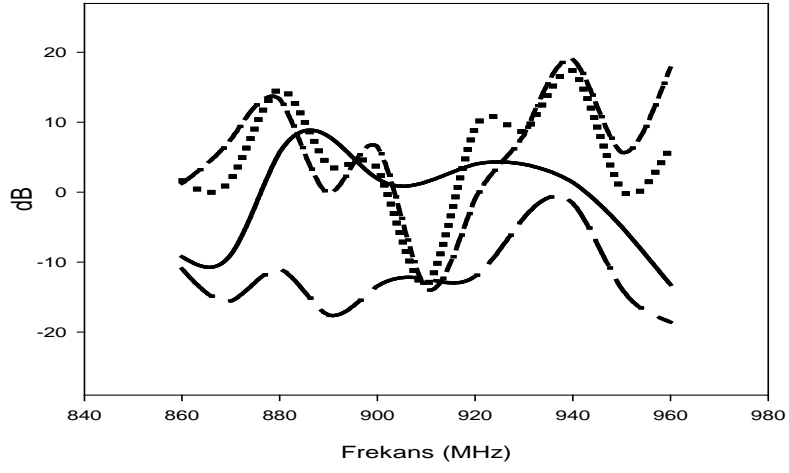
a)



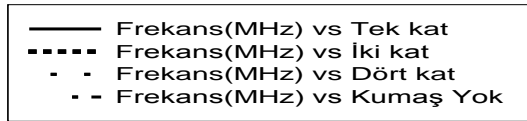
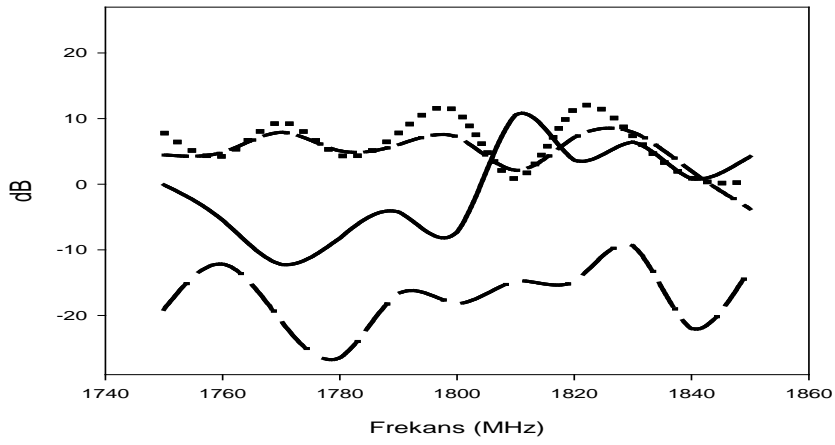
b)

Şekil 37 Atkı ipliği pamuk/50 μ bakır karışımı olan panama kumaşlarda kat sayısı değişimine bağlı SE değişimleri

Şekil 37 ve Şekil 38 incelendiğinde panama dokuma kumaşlarda iki katlı numune ve dört katlı numune kullanımı ile yapılan ölçümlerde elde edilen kalkanlama etkisinin tek kat numune ile elde edilen kalkanlama etkisinden daha yüksek olduğu ve katlı numuneler ile elde edilen etkinlik seviyelerinin birbirine yakın ve değişen frekanslarda birbirine paralel SE değerleri sergilediği görülmüştür. Ayrıca kat sayısının artmasının özellikle 1800 MHz frekansı için EMSE etkinlik değerinde önemli artış sağladığı görülmüştür.

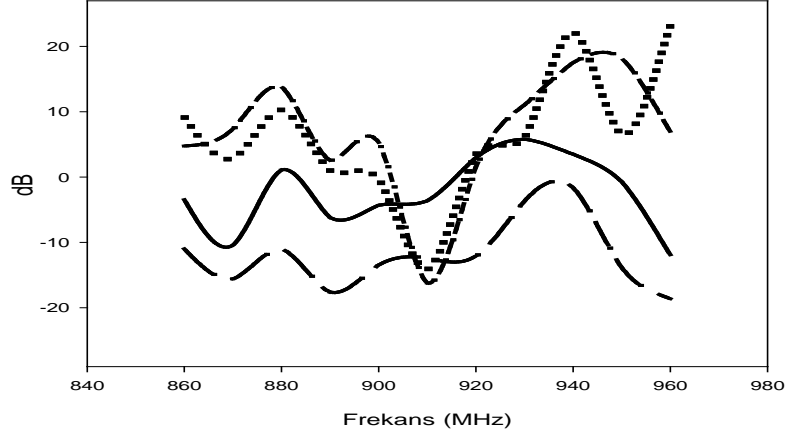


a)

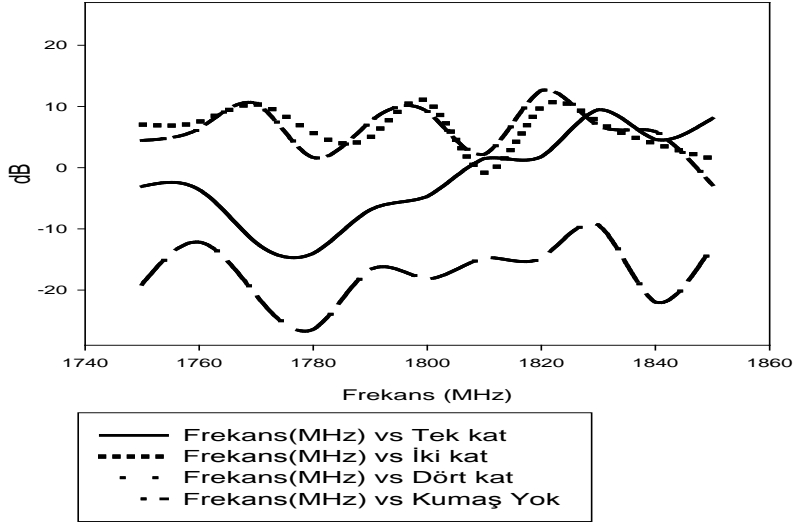


b)

Şekil 38 Atkı ipliği pamuk/100 μ bakır karışımı olan panama kumaşlarda kat sayısına bağlı SE değişimleri



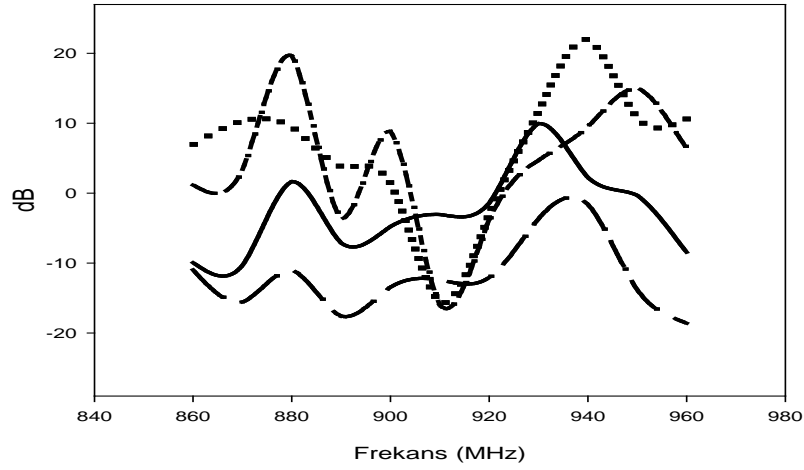
a)



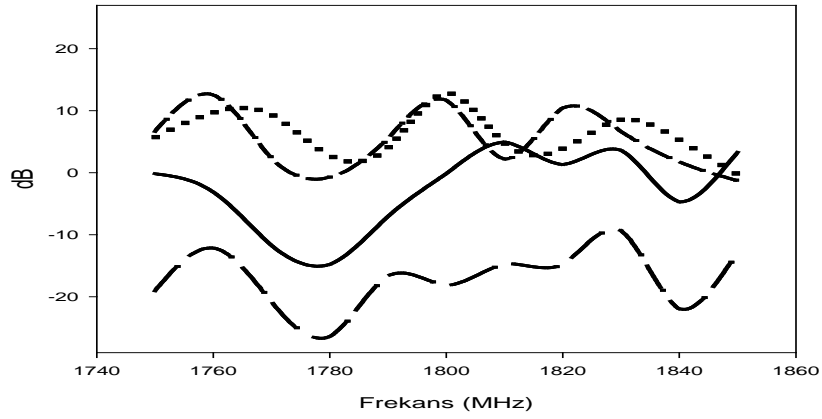
b)

Şekil 39 Atkı ipliği pamuk/50 μ bakır karışımı olan kırık saten kumaşlarda kat sayısı değişimine bağlı SE değişimleri

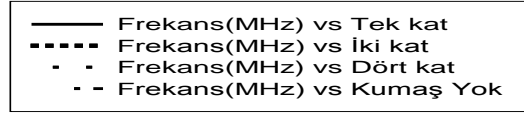
Şekil 39 ve Şekil 40 incelendiğinde kırık saten dokuma kumaşlarda iki katlı numune ve dört katlı numune kullanımı ile yapılan ölçümlerde elde edilen kalkanlama etkisinin tek kat numune ile elde edilen kalkanlama etkisinden daha yüksek olduğu ve katlı numuneler ile elde edilen etkinlik seviyelerinin birbirine yakın ve değişen frekanslarda birbirine paralel SE değerleri sergilediği görülmüştür. Ayrıca kat sayısının artmasının özellikle 1800 MHz frekansı için EMSE etkinlik değerinde önemli artış sağladığı görülmüştür.



a)



b)



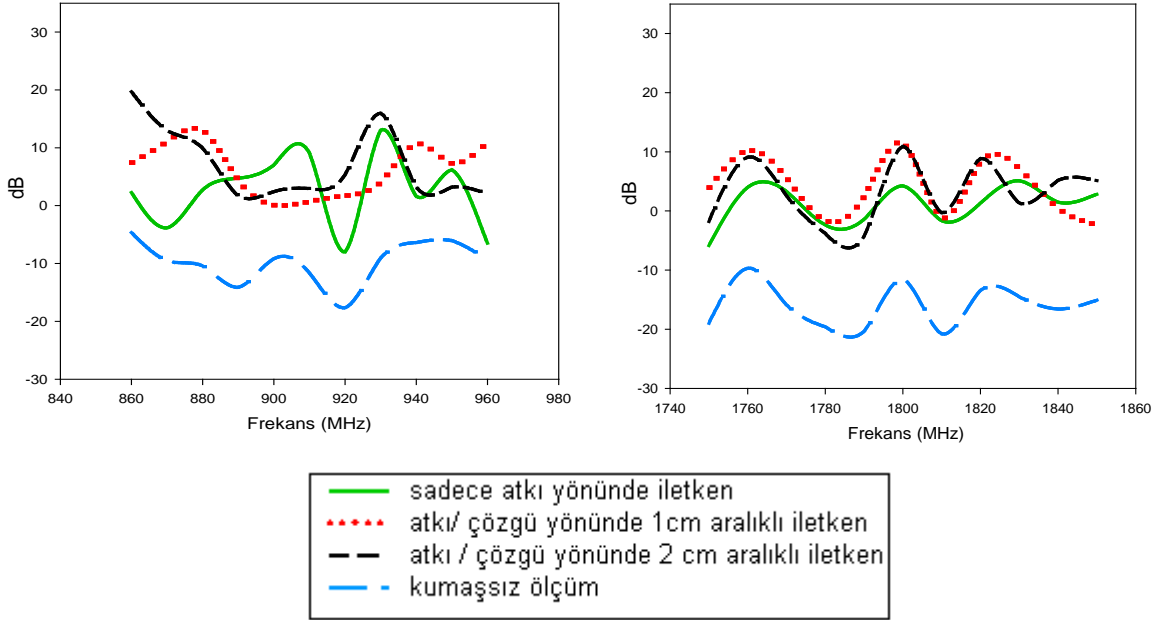
Şekil 40 Atkı ipliği pamuk/100 μ bakır karışımı olan kırık saten kumaşlarda kat sayısı değişimine bağlı SE değişimleri

Genelleme yapıldığında iki katlı numune ve dört katlı numunelerin tek katlı numuneye göre daha yüksek EMSE sergilediği görülmüştür.

6.2.5 DOKUMA YÜZEYLERDE ATKI VE ÇÖZGÜ YÖNÜNDE İLETKEN İPLİK KULLANIMININ İNCELENMESİ

50 mikron bakır/pamuk karışımı iplik kullanılarak dokunmuş olan bezayağı dokuma kumaş numunelerinin üzeri Nm 7,06 kalınlıktaki aynı iletken iplik kullanılarak 1cm ve 2cm aralıklı olarak iğne ile el dikişi şeklinde işleme yapılmıştır. Teğel benzeri bir dikiş ile yapılan işlemede amaç, kumaş üzerinde çözgü yönünde iletken ipliklerin olduğu

bir yapı elde edilmesidir. İşleme sonrası kumaş yüzeyinde 1mm *1cm ve 1mm * 2cm ölçülerinde iletken teller oluşturduğu hücresel yapılar elde edilmiştir.



Şekil 41 Atkı ve çözüğü yönünde iletken iplik kullanımı ve çözüğü yönündeki iletken sıklığı değişiminin incelenmesi

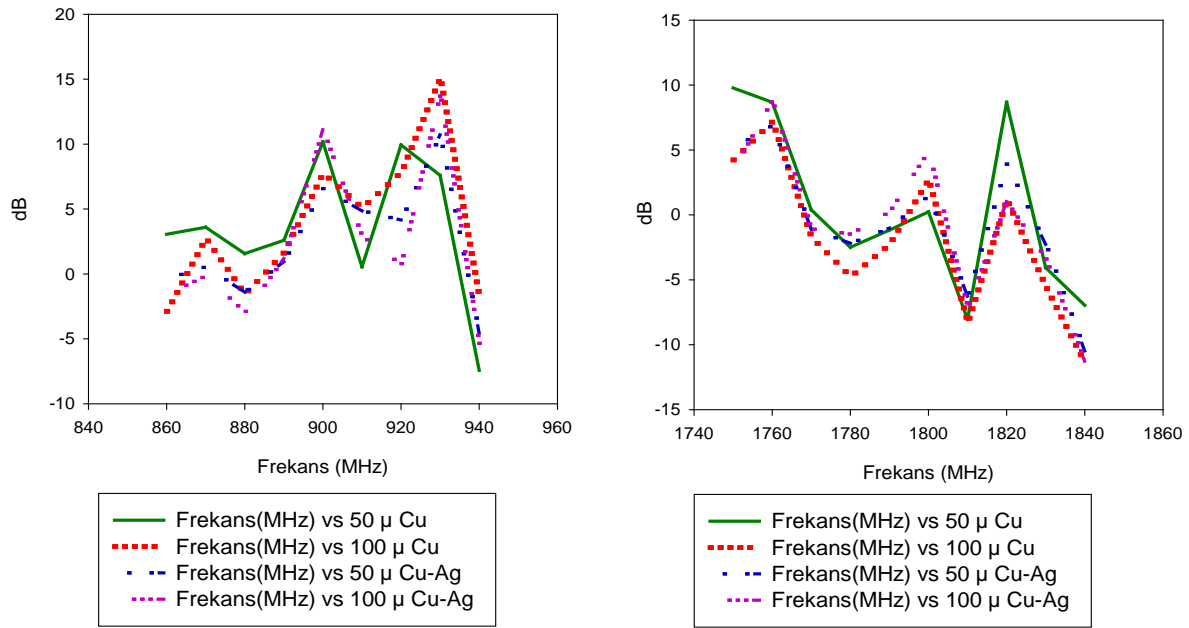
Çözüğü yönünde iletken iplik kullanımı gerek 1 cm sıklık ve gerekse 2 cm sıklık için 900MHz'de EMSE açısından faydalı olmadığı yönünde ölçüm verileri elde edilmiştir. Ancak 1800 MHz için çözüğü yönündeki her iki sıklık değeri için iletken çözüğü ipliği kullanımı EMSE etkinlik değerinde artış sağlamıştır. 1800 MHz için sadece atkı yönünde iletken kullanımı ile elde edilen kalkanlama etkinliğinin dört katına yakın seviyede kalkanlama etkinliğinde artış elde edilmiştir.

Dokuma kumaşlarda çözüğü yönünde iletken iplik kullanımı elektromanyetik dalgaların geçebileceği iletken çerçevesel hücre yapısının oluşturulmuş olması nedeni ile artmıştır. Çözüğü yönünde iletken kullanımının daha da sık olması hücresel yapının alanında azalma ve buna bağlı olarak EMSE değerinde artışa neden olmuştur.

6.3 KOMPOZİT MALZEMELERDE EMSE ÖLÇÜM BULGULARI

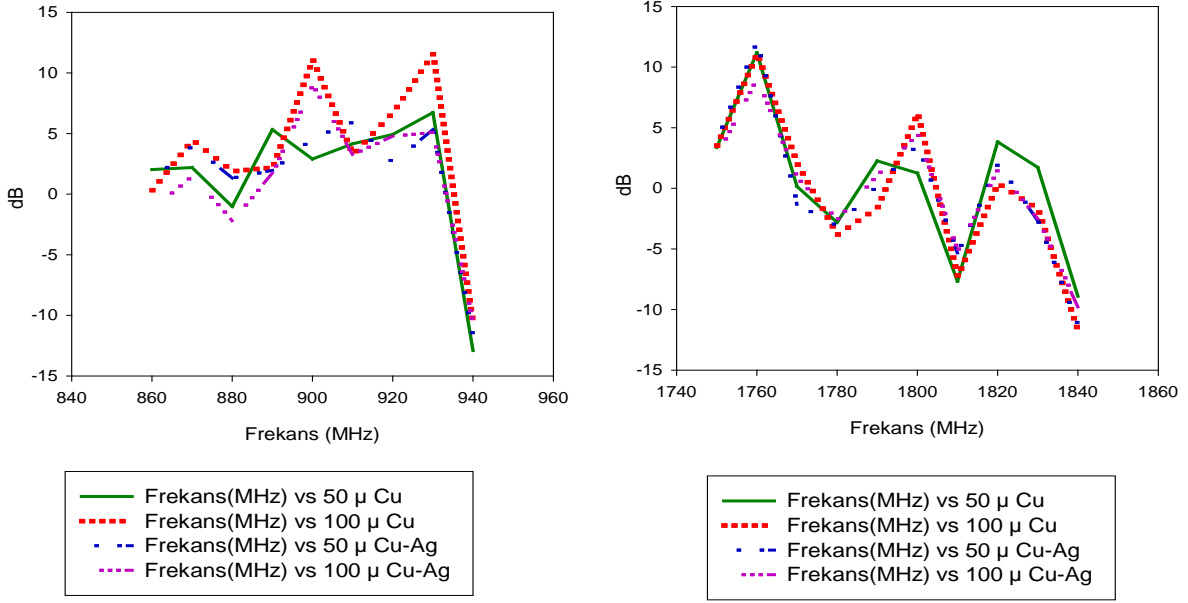
Farklı iletken lifler içeren bez ayağı, 1/3 dimi , panama ve kırık saten dokuma kumaşlar ile süprem örme kumaşlar kullanılarak hazırlanan kompozit levhaların EMSE değerleri her bir yüzey çeşidi için ayrı ayrı grafik halinde verilmiştir.

Şekil 42'de verilen grafiklerde görüldüğü gibi bezayağı kumaşta 900 MHz için en yüksek EMSE etkinliği yaklaşık 12dB ile 100 mikron bakır-gümüş içeriği olan ipliklerden yapılan kompozit yüzey ile elde edilmiştir. Benzer olarak 100 mikron bakır içeriği olan diğer numunenin de 930 MHz civarında 15dB değere kadar EMSE etkinliği gösterdiği görülmüştür. 1800MHz için yapılan ölçme sonuçlarına bakıldığında bu frekans için en iyi değer yaklaşık 5dB ile yine 100 mikron bakır-gümüş içeriği olan ipliklerden yapılan kompozit yüzey ile elde edildiği görülmüştür.



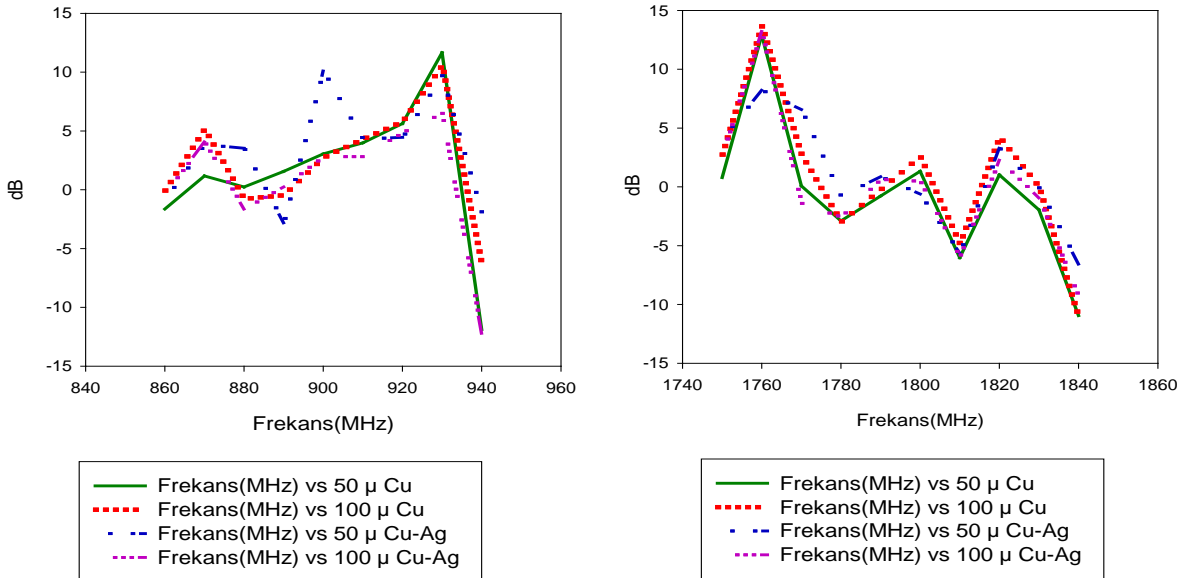
Şekil 42 Bezayağı dokuma kompozitlerde EMSE etkinlik karşılaştırmaları

Şekil 43'de verilen grafiklerde görüldüğü gibi 1/3 dimi kumaşta 900 MHz için en yüksek EMSE etkinlikleri yaklaşık 10dB ve 8dB ile 100 mikron bakır ve gümüş içeriği ve 100 mikron bakır içeriği olan ipliklerden yapılan kompozit yüzeyler ile elde edilmiştir. 1800MHz için yapılan ölçme sonuçlarına bakıldığında bu frekans için en iyi değer yaklaşık 5dB ile yine 100 mikron bakır ve 100 mikron bakır-gümüş içeriği olan ipliklerden yapılan kompozit yüzey ile elde edildiği görülmüştür.



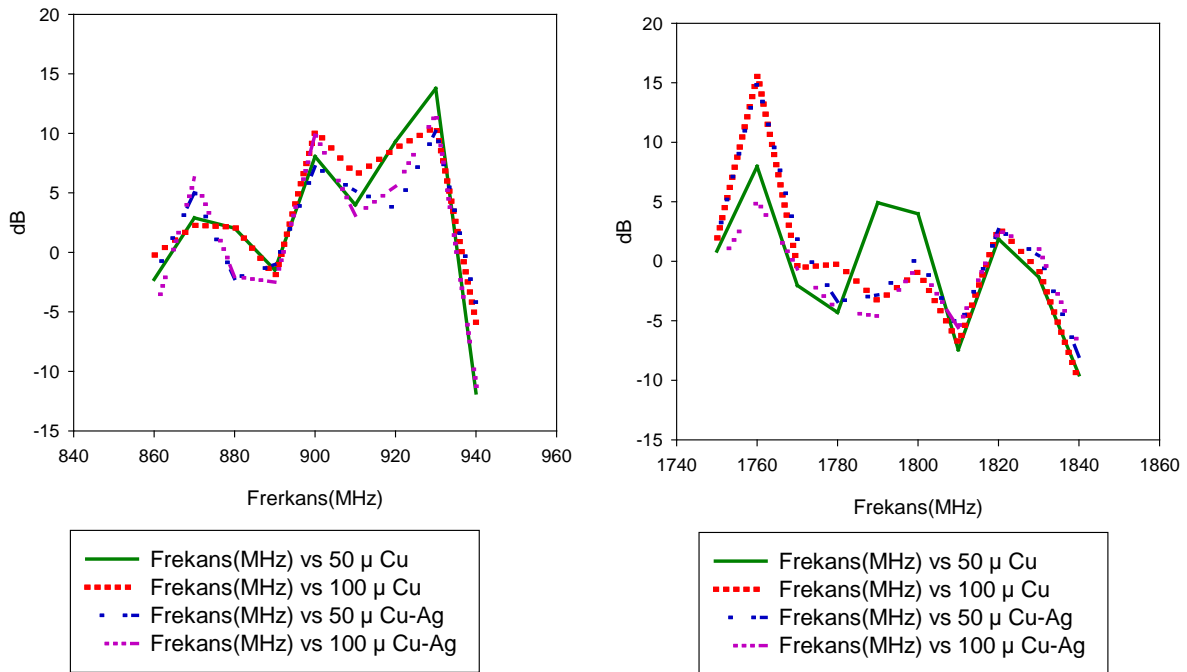
Şekil 43 1/3 dimi dokuma kompozitlerde EMSE etkinlik karşılaştırmaları

Şekil 44’de verilen grafiklerde görüldüğü gibi panama kumaş için 900 MHz için en yüksek EMSE etkinlikleri yaklaşık 10dB ile 50 mikron bakır-gümüş içeriği olan ipliklerden yapılan kompozit yüzeyler ile elde edilmiştir. 1800MHz için yapılan ölçme sonuçlarına bakıldığında bu frekans için en iyi değer yaklaşık 2dB ile 100 mikron bakır içeriği olan ipliklerden yapılan kompozit yüzey ile elde edildiği görülmüştür.



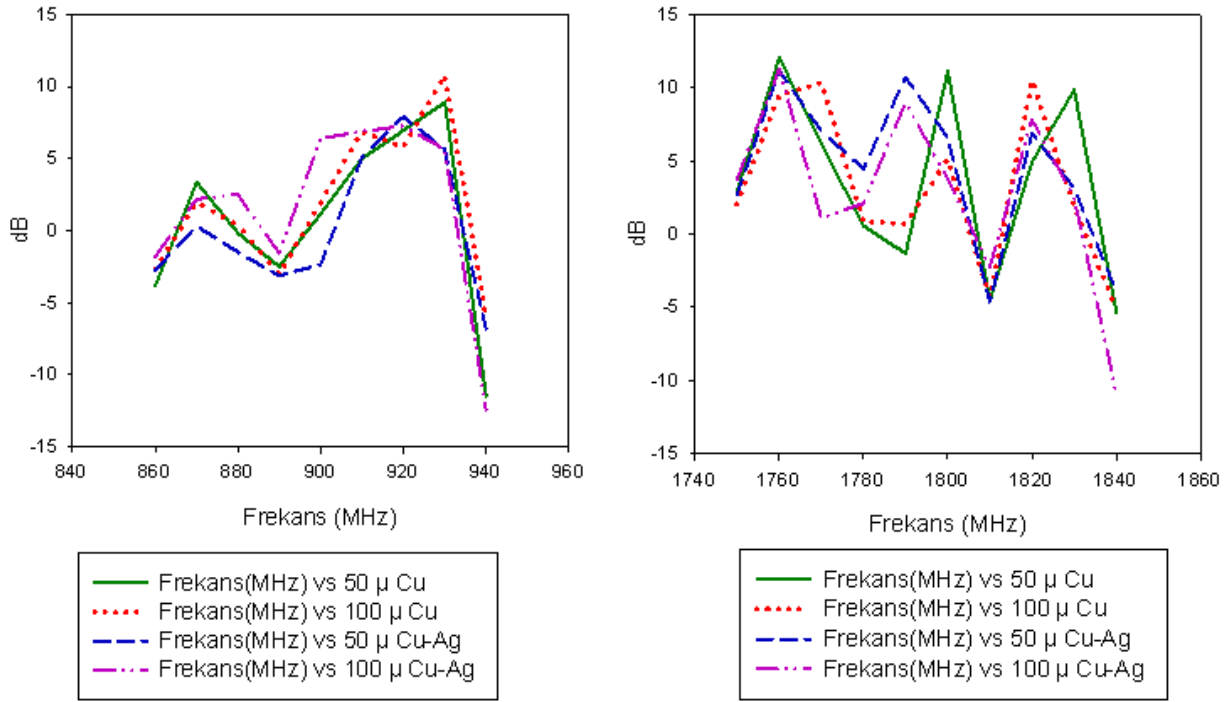
Şekil 44 Panama dokuma kompozitlerde EMSE etkinlik karşılaştırmaları

Şekil 45’de verilen grafiklerde görüldüğü gibi kırık saten kumaş için 900 MHz için en yüksek EMSE etkinlikleri yaklaşık 10dB ile 100 mikron bakır-gümüş içeriği ve 100 mikron bakır içeriği olan ipliklerden yapılan kompozit yüzeyler ile elde edilmiştir. 1800MHz için yapılan ölçme sonuçlarına bakıldığında bu frekans için en iyi değerlerin yaklaşık 5dB ile 50 mikron bakır içeriği olan ipliklerden yapılan kompozit yüzey ile elde edildiği görülmüştür.



Şekil 45 Kırık saten dokuma kompozitlerde EMSE etkinlik karşılaştırmaları

Şekil 46’da verilen grafiklerde görüldüğü gibi süprem örme kumaş için 900 MHz için en yüksek EMSE etkinlikleri yaklaşık 7 dB ile 100 mikron bakır-gümüş içeriği olan ipliklerden yapılan kompozit yüzeyler ile elde edilmiştir. 1800MHz için yapılan ölçme sonuçlarına bakıldığında bu frekans için en iyi değerlerin yaklaşık 10dB ile 50 mikron bakır içeriği olan ipliklerden yapılan kompozit yüzey ile elde edildiği görülmüştür.



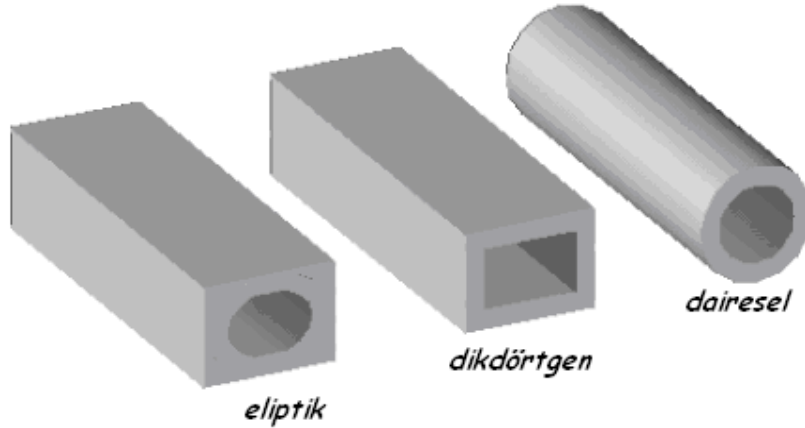
Şekil 46 Süprem örme kompozitlerde EMSE etkinlik karşılaştırmaları

Genel olarak değerlendirildiğinde numune kumaşların dört kat yerleştirilmesi ile yapılan kompozit levhalarda ince iletken içeren ipliklerin kullanıldığı kompozitlerde daha yüksek kalkanlama etkinliği elde edildiği görülmüştür. 1800 MHz frekansı için örme numunelerden yapılan malzemelerde tek katlı örme numunelerde elde edilen kalkanlama etkinliğine oranla önemli artış elde edilmiştir.

7 EMSE ETKİNLİK ÖLÇÜMÜ İLE İLGİLİ ELEKTROMANYETİK MODELLEME ÇALIŞMALARI

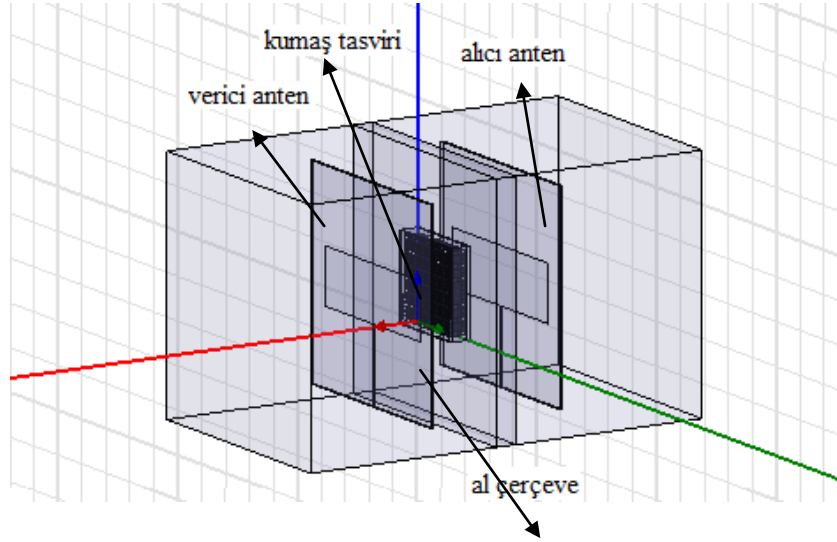
Projenin bu aşamasında Şekil 16'da görülmekte olan EMSE ölçüm düzeneğinden elde edilen veriler üç boyutlu uygun bir simülasyon programı kullanılarak bilgisayar ortamında modellenmesi ile ilgili araştırma ve çalışmalar yapılmıştır. Bu modelleme çalışması ile ölçme sisteminin güvenilirliği ve numune üretimi yapılmaksızın farklı tekstil yüzeylerinin EMSE performansının belirlenmesinin mümkün olup olamayacağını araştırılması amaçlanmıştır.

Elektromanyetik kalkanlama ölçüm düzeneğinin modellenmesi işleminde ölçüm düzeneği bir dalga kılavuzu olarak kabul edilmiştir. Dalga kılavuzları elektromanyetik enerjinin taşınmasında etkili, yüksek kalite faktörleri ve doğal rezonans frekansları olan yapılardır. İletken duvarlarla sınırlı ekranlı boşluklu yapılar olan dalga kılavuzları, elektromanyetik alanları içine hapsedip akım akışı için büyük alanlar sağlamaktadır. Geometrik olarak dairesel, dikdörtgen veya eliptik şekilli iletken malzemeden imal edilmektedirler.(Şekil 47)



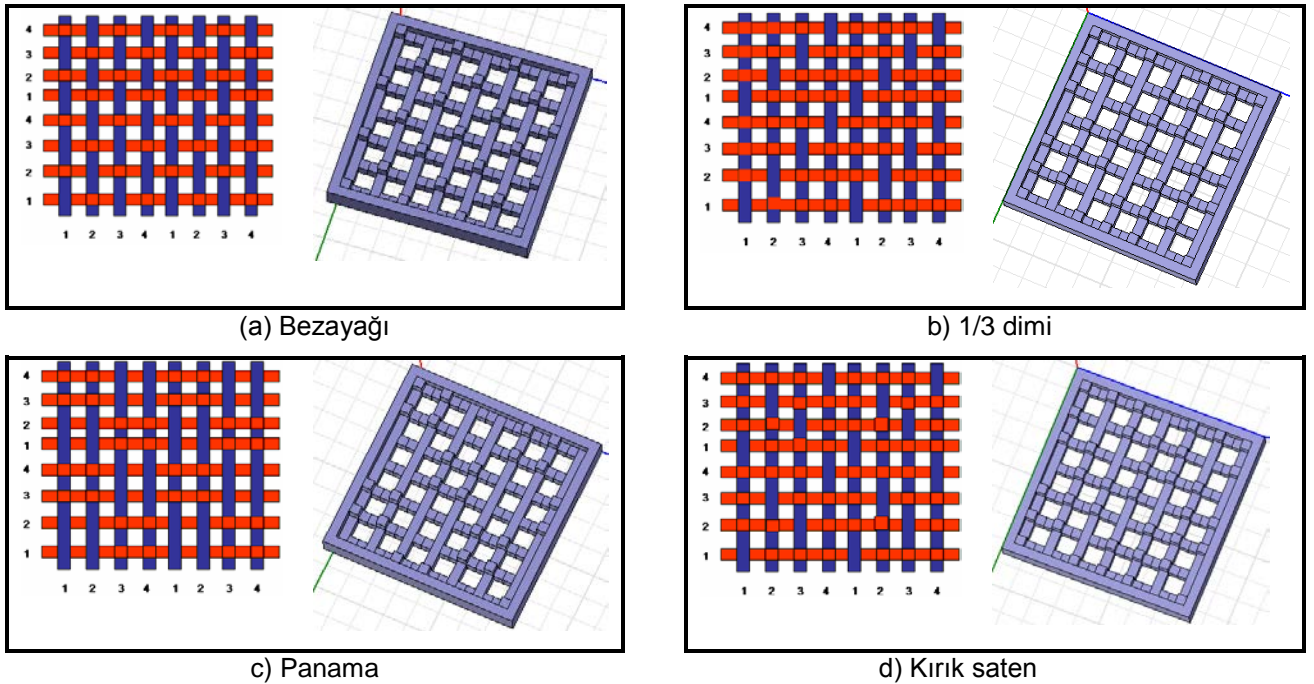
Şekil 47 Dalga kılavuzu şekilleri

Şekil 48'de görülmekte olan dikdörtgen prizma şeklindeki dalga kılavuzu üzerinde ölçüm düzeneğinin modellenmesi yapılmıştır.



Şekil 48 Ölçüm düzeneği için oluşturulan elektromanyetik model

Elektromanyetik modelin oluşturulması ve simülasyonun yapılması için, dalga kılavuzu olarak değerlendirilen ölçüm düzeneğinin ortasında bulunan çeşitli dokuma örgülerindeki iletken ilaveli kumaşlar bilgisayar için uygun olacak şekilde tasvir edilmiştir (Şekil 49). Modelleme çalışması içeriğinde bakır ve gümüş iletken bulunan farklı dokuma yüzeyleri için yapılmıştır. Dokuma örgüleri olarak bezayağı, 1/3 dimi, panama ve kırık saten referans alınmıştır.



Şekil 49 Farklı dokuma örgüleri için kullanılan simülasyon programında oluşturulan kumaş tasvirleri

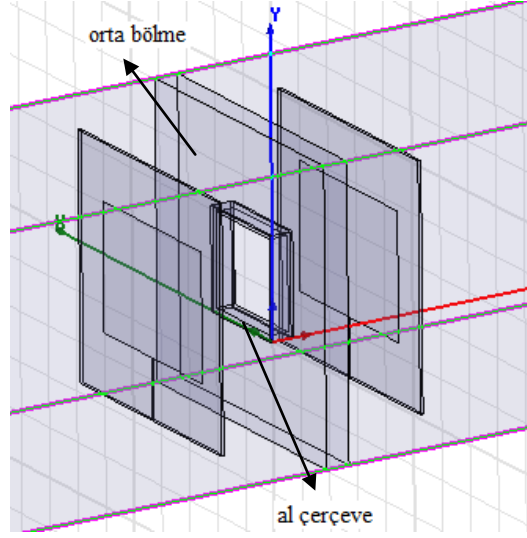
Dokuma kumaş numuneleri Şekil 49 'de görüldüğü gibi tasvir edilirken kumaşlardaki iplik için modelde pamuk yerine polyester iplik kullanılmıştır. Bu değişikliğin nedeni pamuğun elektriksel iletkenlik değerinin net olarak bilinmiyor olması, polyesterin ise elektriksel iletkenlik katsayısının net olarak biliniyor olmasıdır. İletken malzemeler olarak ise ayrı ayrı bakır ve gümüş iletkenleri kullanılmıştır. Dokuma kumaş numunelerinde atkı ve çözgü yönünde iletken kullanımı modellenmiştir. Bu modelleme için delikli iletken kafes modeli tercih edilmiştir.

Delikli iletken kafes modelleri literatürde frekans seçici yüzey olarak bilinen yapılara benzetilebilir. Bu durumda frekans seçici yüzeyler gibi davranacak, bu delikli iletken kafes yapı delik boyutlarıyla ilişkili olarak ilgili çalışma frekans bölgesinde band tutan filtre karakteristiği gösterecektir. Delik boyutları proje kapsamında öngörülen frekans bölgelerine (850-950 MHz ve 1750-1850 MHz) karşılık gelen dalga boylarıyla karşılaştırıldığında ihmal edilebilir boyutlarda olduğundan band tutma karakteristiği daha yüksek frekanslarda meydana gelecektir.

Simülasyon denemeleri, ölçüm düzenek ölçülerinin belli orandaki prototiplerinin oluşturulması ile gerçekleştirilmiştir. Yapılan çalışmalarda dalga kılavuzu olarak görülen ölçüm kutusunun boyutları $120 \times 120 \times 200 \text{ mm}^3$ olarak alınmıştır. Bu boyutlara bağlı olarak kesim frekansları hesaplanmıştır. Dalga kılavuzları sadece kesim frekansından daha yüksek frekansların yayılmasına izin vereceğinden, boyutlara bağlı olarak kesim frekansı hesaplanmış ve analizi yapılacak bant aralığının kesim frekansı değerinin üstünde olmasına dikkat edilmiştir. Elektromanyetik modelde ilgili frekans bölgelerinin frekans cevaplarının görülebilmesi için 0,3 GHz – 1 GHz ve 1 GHz – 2.2 GHz frekans aralıklarında işlem görebilecek boyutlara sahip anten tasarımı gerçekleştirildikten sonra oluşturulan elektromanyetik modele dâhil edilmiştir.

Elektromanyetik modelin oluşturulması sırasındaki adımlar aşağıda açıklanmıştır.

-Öncelikle ölçüm kutusunu modellemek için ölçüm düzeneğinin boyutlarına uygun olacak şekilde dalga kılavuzu oluşturulmuş ve ölçüm düzeneğinde kumaşların yerleştirildiği orta bölme ve alüminyum çerçeve tasvirleri de dalga kılavuzu içine modellenerek yerleştirilmiştir. (Şekil 50)



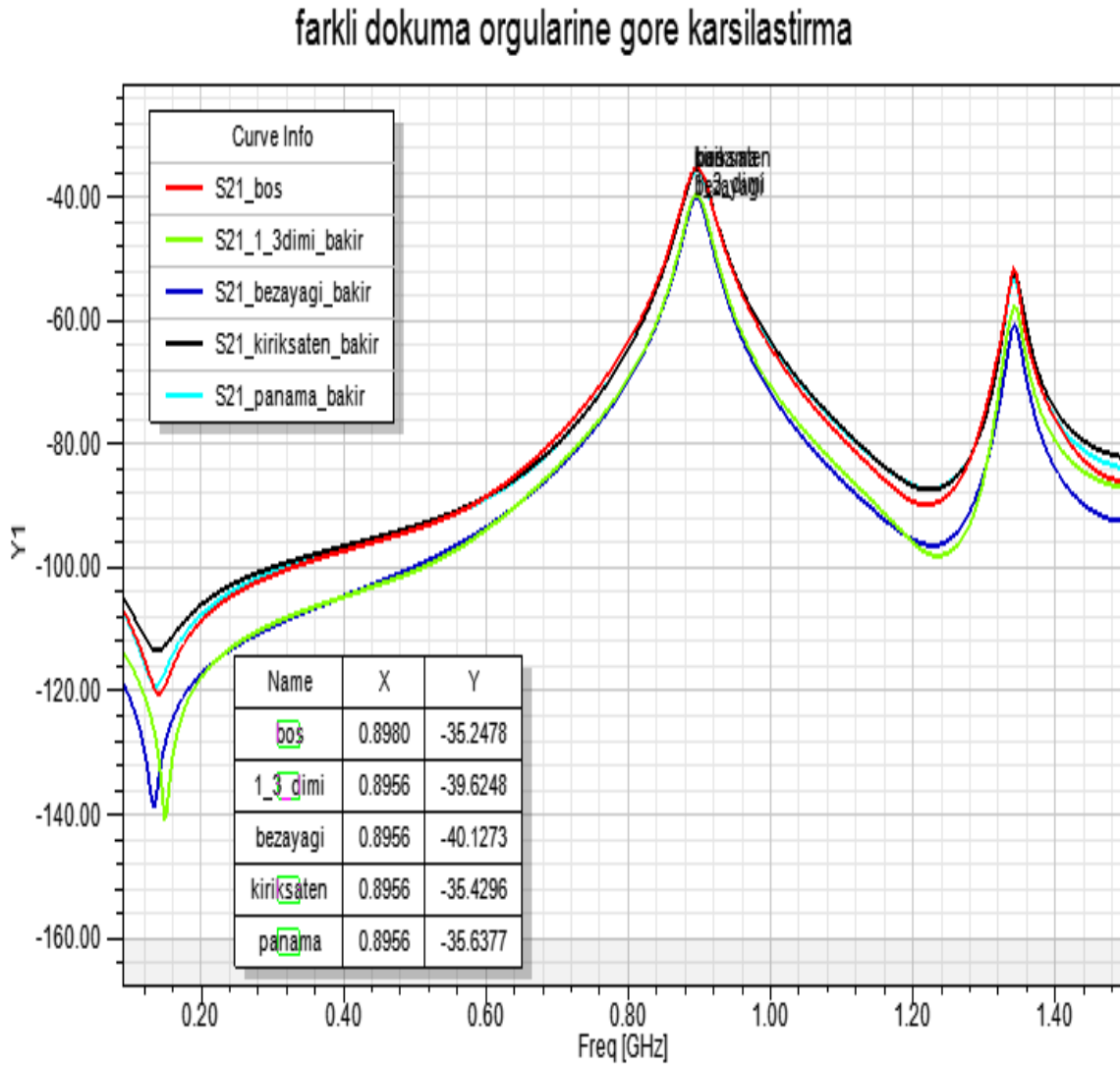
Şekil 50 Modelin orta bölümünde kumaş tasvirinin olmadığı boş görüntüsü

-Ölçüm yapılacak frekans aralığını (850-950 MHz ve 1750-1850 MHz) içine alarak, bu aralığın incelenmesini sağlayacak şekilde “mikro şerit yama anten” tasarımı yapılarak, ölçüm düzeneğinde bulunan antenleri karşılaması amacıyla modele eklenmiştir. Böylece model kullanılan simülasyon programı aracılığıyla anten üzerine yerleştirilen portler sayesinde beslenmiş ve simülasyon sonuçları bu anten yayılımı üzerinden alınmıştır.

Oluşturulan model için yapılan simülasyonlar ile frekans cevapları elde edilmiştir. Frekans cevabı olarak saçılma parametreleri gözlemlenmektedir. Proje kapsamında oluşturulan bu çalışmada frekans cevabı olarak saçılma parametrelerinden araya girme kaybı olarak adlandırılan S21 parametresinin dB cinsinden değerleri incelenmektedir. Modelin boş iken ve iletkenli kumaş tasvirleri ile elde edilen S21 parametrelerinin dB cinsinden değerlerinin arasındaki fark ile kalkanlama etkinliği ölçülmeye çalışılmıştır. Bu nedenle öncelikle modelin boş olarak simülasyonu yapıp frekans cevabı elde edilerek, modelde orta bölmeğe yerleştirilen farklı dokuma örgüsündeki kumaş tasvirleri ile yapılan simülasyonlardan elde edilen frekans cevapları karşılaştırılarak sonuca gidilmeye çalışılmıştır. Böylece boş model cevabındaki S21 parametresinin dB cinsinden değeri ile Şekil 50’de gösterilmekte olan içinde iletken bulunan kumaş tasvirlerinin orta bölmeğe yerleştirilmesiyle yapılan simülasyonların S21 parametrelerinin dB cinsinden değerleri karşılaştırılarak aradaki değer kaybından ne kadar kalkanlama yapılabildiği bilgisine ulaşılmak istenmektedir.

Tüm bu işlemler bakır iletkenli kumaş tasvirlerinin bulunduğu model ve gümüş iletkenli kumaş tasvirlerinin bulunduğu model için ayrı ayrı gerçekleştirilmiştir. Bu amaçla yapılan çalışmalar ve simülasyon sonuçları aşağıda gösterilmektedir.

Ölçüm düzeneğinin 1. ölçüm bandı olan 850 MHz – 950 MHz frekans aralığını içeren elektromanyetik model çalışmaları ve sonuçları:

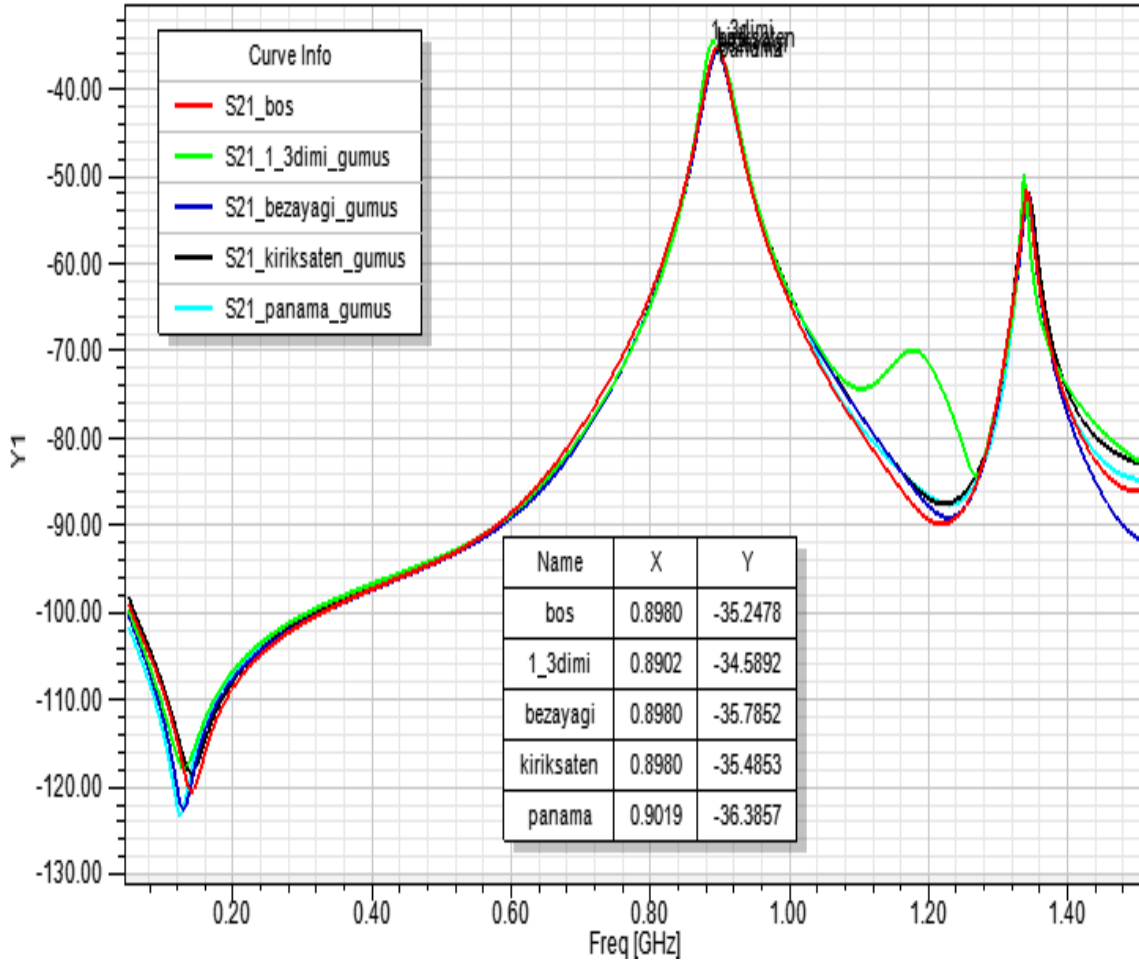


Şekil 51 Farklı dokuma örgüsündeki bakır iletkenli kumaş tasvirli modelin simülasyon sonuçları ile boş model simülasyon sonuçlarının karşılaştırılması (1 GHz-2.2 GHz)

Şekil 51’de görüldüğü üzere boş model ile karşılaştırıldığında S21 parametreleri arasındaki dB cinsinden değer farkları sırasıyla bezayağı, 1/3 dimi, panama, ve kırık saten dokuma örgülü kumaşta oluşmuştur. Burada verilen grafik değerleri

incelendiğinde 1/3 dimi ve bezayağı dokuma örgülü kumaş tasvirlerinin değerleri arasında dB cinsinden çok az bir değer farkı olduğu görülmektedir. Kumaşsız, kırık saten ve panama verileri ise birbirine yakın ve dimi ve bezayağının S21 değerlerinden daha düşük hesaplanmıştır. Bu durumda bakır iletkenli kumaş tasvirlerinin kullanıldığı bu modelde en iyi kalkanlamanın bezayağı ve 1/3 dimi dokuma örgülü kumaş tasvirlerinin bulunduğu modelde olduğu anlaşılmaktadır.

farkli dokuma orgularine gore karsilastirma



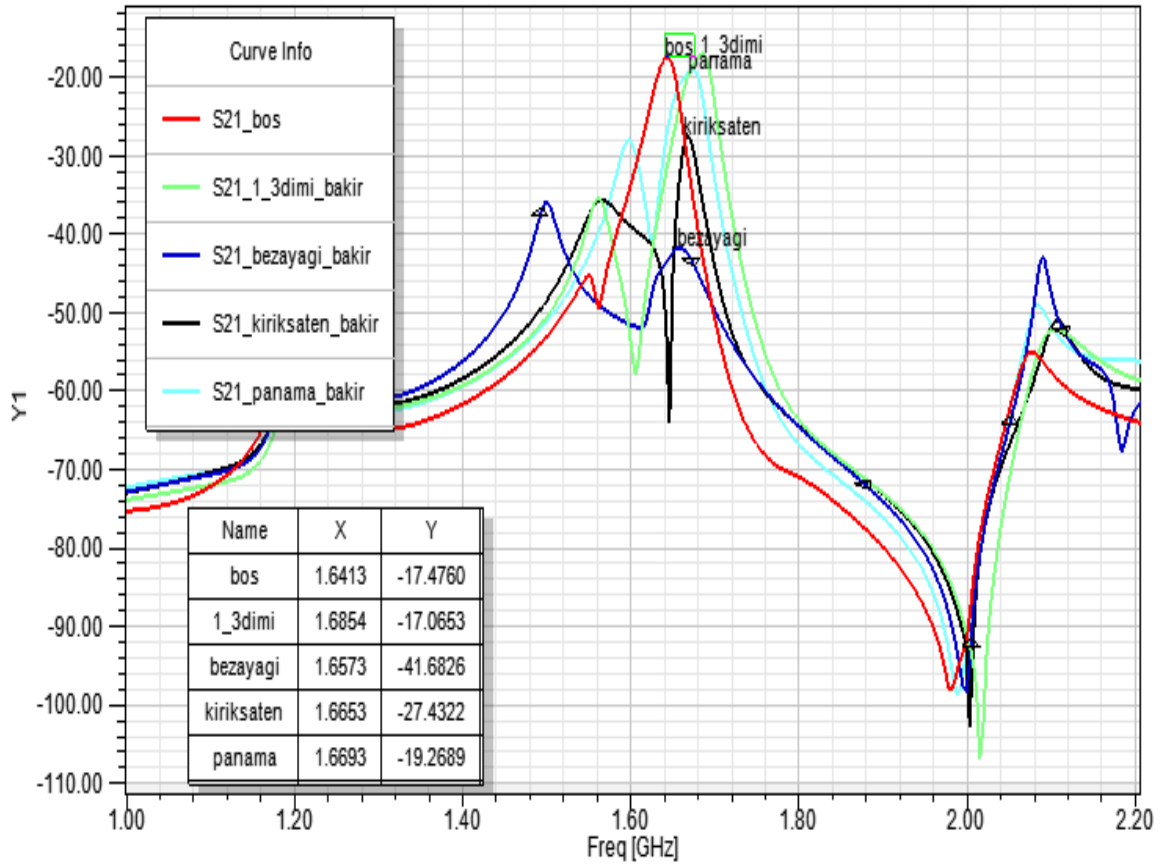
Şekil 52 Farklı dokuma örgüsündeki gümüş iletkenli kumaş tasvirli modelin simülasyon sonuçları ile boş model simülasyon sonuçlarının karşılaştırılması (1 GHz-2.2 GHz)

Şekil 52’de görülmekte olan simülasyon sonuçlarına göre ise; boş model ile gümüş iletkenli tüm kumaş tasvirlerinin bulunduğu modeller karşılaştırıldığında S21 parametreleri arasındaki dB cinsinden değer farklarının çok az olduğu

gözlemlenmektedir. Bu nedenle 0.1 GHz ile 1 GHz band aralığını kapsayan simülasyon çalışmaları sonucu yapılan bu karşılaştırmada gümüş iletkenli kumaş tasvirlerinin kullanıldığı bu model için kalkanlama etkisi ile ilgili sağlıklı bilgiye ulaşılamamıştır.

Ölçüm düzeneğinin 2. ölçüm bandı olan 1750 MHz – 1850 MHz frekans aralığını içeren elektromanyetik model çalışmaları ve sonuçları:

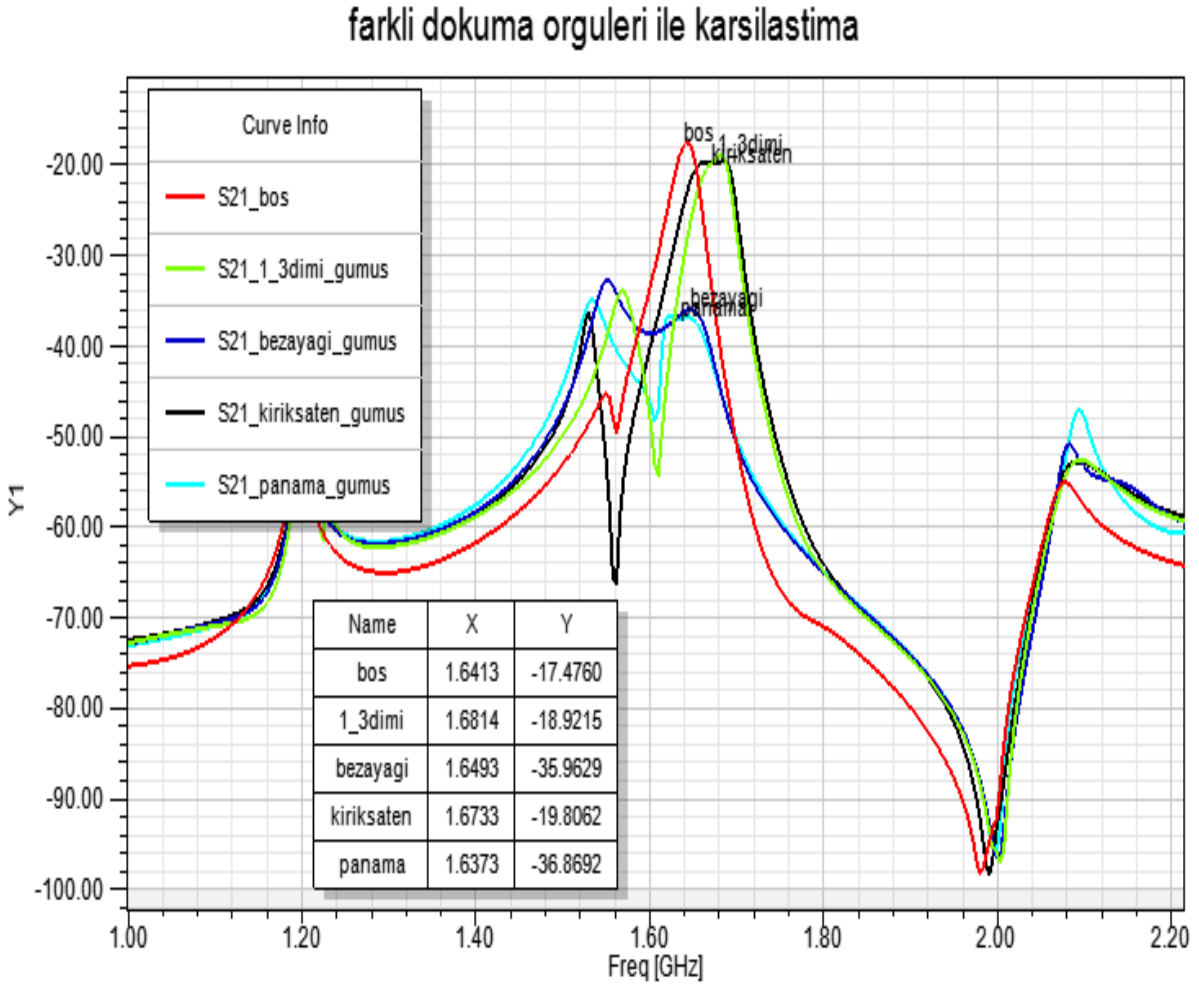
farkli dokuma orguleri ile karsilastirma



Şekil 53 Farklı dokuma örgüsündeki bakır iletkenli kumaş tasvirli modelin simülasyon sonuçları ile boş model simülasyon sonuçlarının karşılaştırılması (1 GHz-2.2 GHz)

Şekil 53'den görüldüğü üzere boş model ile karşılaştırıldığında S21 parametreleri arasındaki dB cinsinden en büyük değer farkı sırasıyla bezayağı, kırık saten, panama ve en son 1/3 dimi dokuma örgülü kumaşta oluşmuştur. Bu durumda bakır iletkenli kumaş tasvirlerinin kullanıldığı bu modelde en iyi kalkanlamanın bezayağı dokuma örgülü kumaş tasvirinin bulunduğu modelde olduğu anlaşılmaktadır.

Şekil 54'e bakıldığında ise boş model ile yapılan karşılaştırmalarda dB cinsinden en büyük değer farkının sırasıyla panama, bezayağı, kırık saten ve en son 1/3 dimi dokuma örgülü kumaşta olduğu görülmektedir. Bu durumda da gümüş iletkenli kumaş tasvirlerinin kullanıldığı bu modelde en iyi kalkanlamanın panama ve bezayağı dokuma örgülü kumaş tasvirinin bulunduğu modellerde olduğu anlaşılmaktadır.



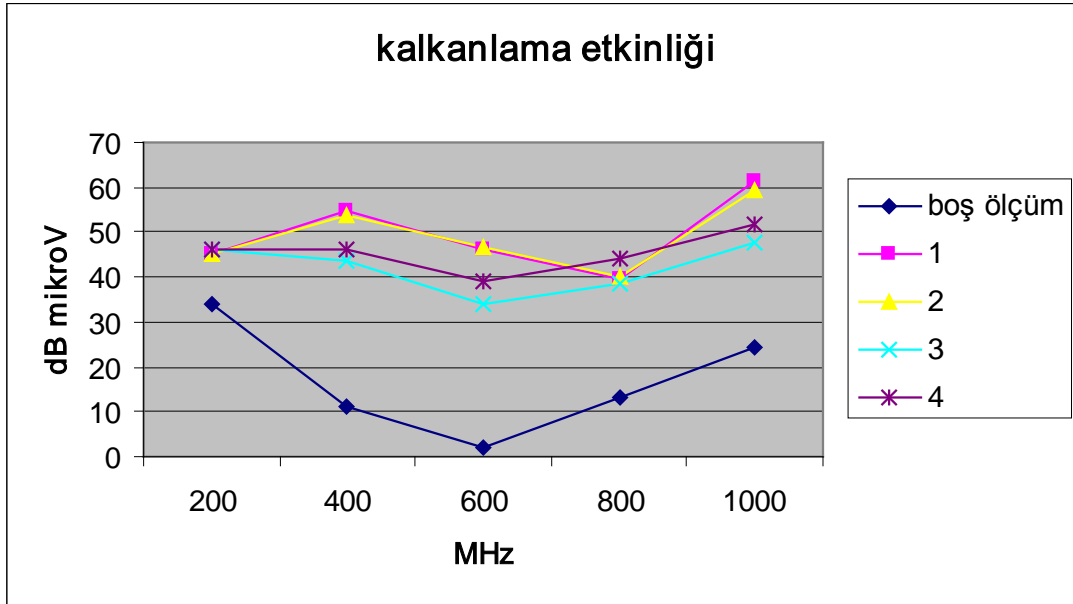
Şekil 54 Farklı dokuma örgüsündeki gümüş iletkenli kumaş tasvirli modelin simülasyon sonuçları ile boş model simülasyon sonuçlarının karşılaştırılması (1 GHz-2.2 GHz)

Bilgisayar ortamında yapılan modelleme sonucunda gerçek numuneler ile yapılan ölçüm verileri arasında tam bir paralellik belirlenememiştir. Ancak modelleme sonucunda iletken çeşidinin, iletken jumaş mevcudiyetinin ve kumaş örgü çeşidinin kalkanlama etkinliği üzerinde etkili olduğu belirlenmiştir.

8 DİĞER LABORATUARLARDA YAPILAN EMSE ÖLÇÜMLERİ

8.1 EGE ÜNİVERSİTESİ TEKSTİL MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ EMSE LABORATUARINDA YAPILAN ÖLÇÜMLER

Ölçüm düzeneğinin güvenilirliğinin araştırılması amacı ile Ege Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Tekstil Mühendisliği Bölümü altyapısında bulunan Elektromanyetik kalkanlama etkinliği ölçüm ünitesinde ölçümler yaptırılmıştır. Ölçümlerde farklı içeriklerdeki bakır ve gümüş içerikli dört ayrı iplik kullanılarak hazırlanmış olan örme numuneler kullanılmıştır. Ölçümler sonucunda üretilmiş olan kumaşların elektromanyetik kalkanlama etkinliğinin olduğu ve maksimum 60 dB mikrovolt seviyesinde kalkanlama yapıldığı belirlenmiştir. (Şekil 55)

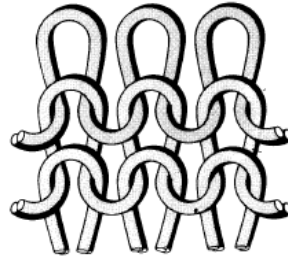


Şekil 55 Ege Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Tekstil Mühendisliği Bölümü örme kumaşlara ait EMSE ölçüm sonuçları

Ancak Ege Üniversitesinde yapılan testler sonucunda iki ölçüm ünitesinin mevcut ayarlar dâhilinde birbiri ile tam karşılaştırılabilir olmadığı görülmüştür. (Ege Üniversitesindeki ölçümün yapıldığı tarihte ölçme olanakları ve ayarların sadece 200-1000MHz aralığında ölçüm için uygun olduğu belirtilmelidir.)

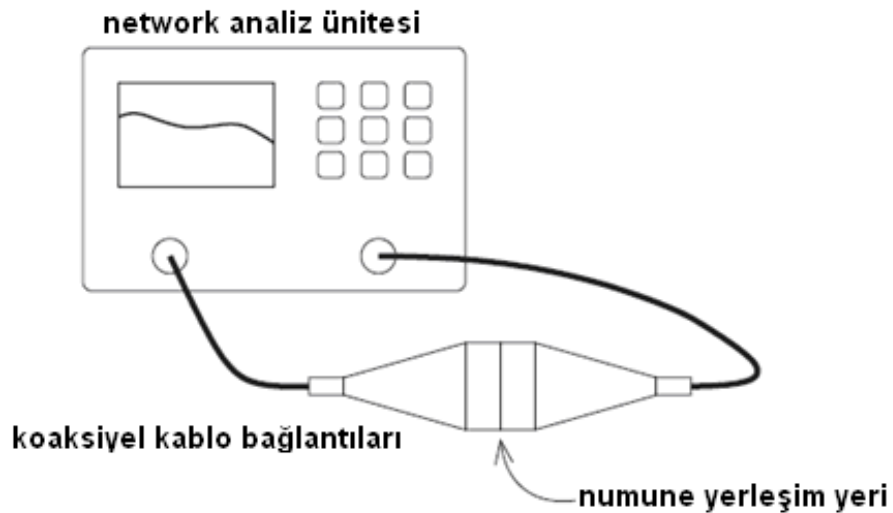
8.2 İZMİR YÜKSEK TEKNOLOJİ ENSTİTÜSÜ ELEKTRONİK MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ EMSE LABORATUARINDA YAPILAN ÖLÇÜMLER

İzmir Yüksek Teknoloji Enstitüsü Elektrik Elektronik mühendisliği Bölümünde yaptırılan ölçümlerde farklı iletken iplikler içeren süprem örme kumaş numuneleri (bakır, gümüş ve çelik) üzerinde ölçümler yapılmıştır. Ölçümlerde 0-14 MHz aralığı arasındaki frekanslarda testler yapılmıştır. Ancak 4-14 GHz aralığındaki ölçüm verileri anlamlı bulunmadığından burada sadece 0-1 GHz ve 1,5-4 GHz aralıklarındaki ölçüm verileri kullanılmıştır.

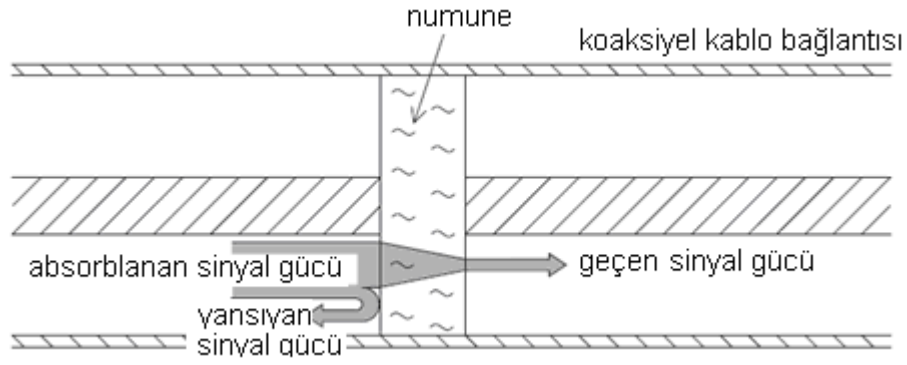


Şekil 56 Örme kumaş yapısı

Ölçümler belli frekans aralıklarında sinyal üretilerek numune kumaş üzerinden geçen, yansıyan ve absorblanan enerji olarak ölçülmüştür. Şekil 57’de gösterilen düzenek üzerinde yapılan ölçümlerin ölçme prensibi Şekil 58’de gösterilmektedir.



Şekil 57 Örme kumaş numunelerinin ölçümlerinin yapıldığı ölçüm düzeneği



Şekil 58 Kullanılan ölçüm düzeneğindeki bir materyal için gelen, yansıyan ve iletilen enerjinin örnek şeması

Kullanılan ölçüm sistemi sonuçlarından faydalanılarak yansıyan enerji $R=|S_{11}|^2$, iletilen enerji $T=|S_{21}|^2$ olarak tanımlandığında absorbe edilen enerji (A) R ve T ye bağlı olarak

$$A=1-R-T \quad (3)$$

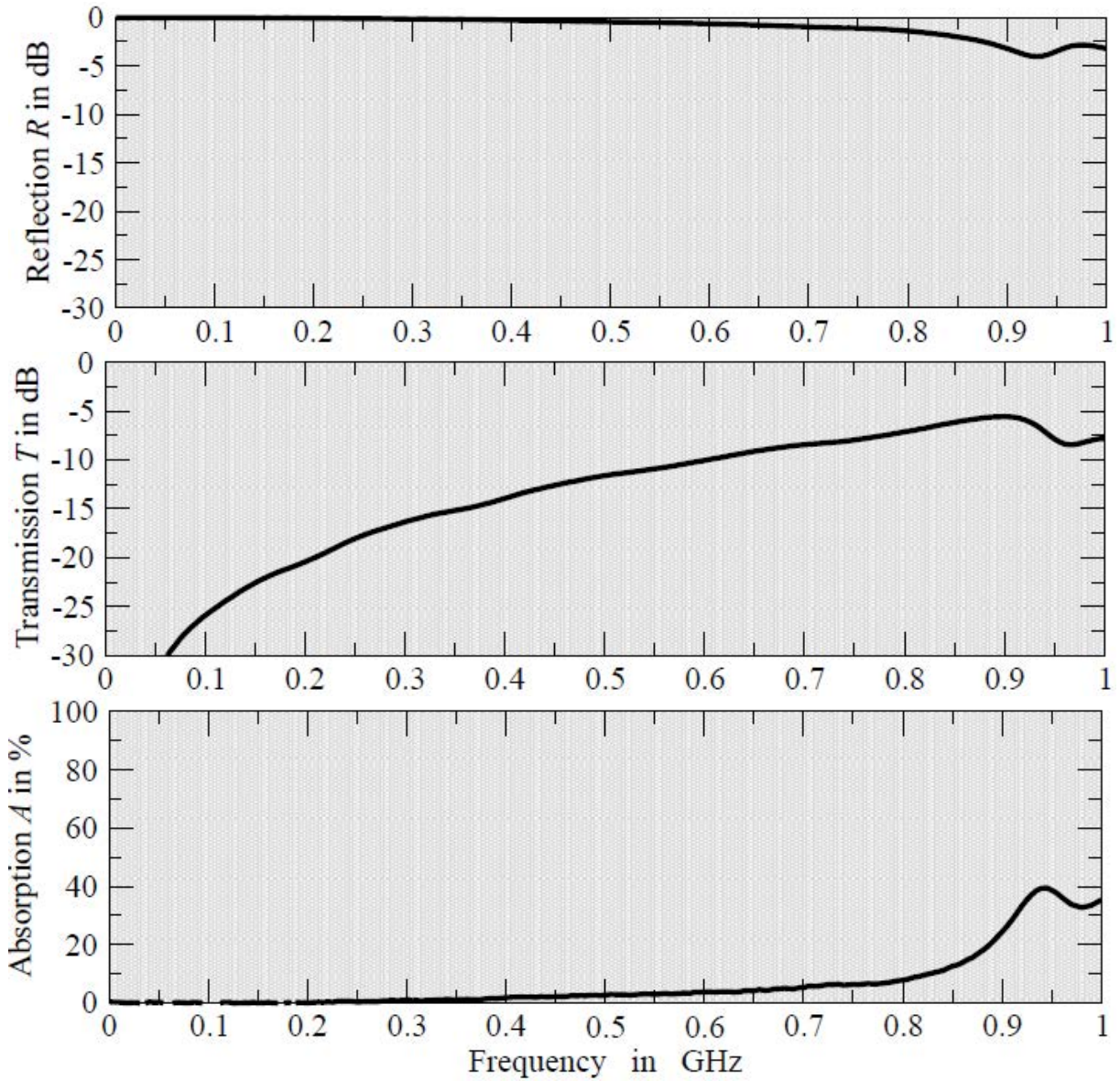
şeklinde hesaplanabilmektedir. Burada yansıyan enerjinin hesaplandığı, Şekil 57’de görülen network analizörden elde edilen frekans cevabı olan S_{11} parametresi saçılma parametrelerinden yansıma kaybını ifade etmektedir. İletilen enerjinin bulunduğu S_{21} parametresi ise yukarıda anlatılmakta olan modelleme bölümünde de kullanılan araya girme kaybı olarak tanımlanan saçılma parametresidir. Ölçüm sonucunda elde edilen R ve T değerleri 0-1 aralığında olduğundan (3) nolu denklemden elde edilen, absorbe edilen enerji A’da 0-1 aralığında bulunmuş olacaktır. Bu nedenle $R=10 \cdot \log R$ ve $T=10 \cdot \log T$ şeklinde alınarak tüm değerlerin dB cinsinden değerleri hesaplanmıştır. Absorbe edilen enerji, gelen enerjinin % cinsinden ne kadar miktarının absorbe edildiğini göstermektedir.

İçeriğinde bakır, gümüş ve çelik iletken bulunan üç numune süprem örme kumaş için yukarıda bahsedilen ölçüm düzeneğinden alınan sonuçlar aşağıda rapor halinde verilmiştir.

Gümüş iletkenli süprem örme kumaş numunesi için yapılan ölçüm sonuçlarına göre (Şekil 59) 1. band ölçüm aralığı için dB cinsinden yansıyan enerji kaybı 0.9 GHz’den sonra maksimum -5 dB seviyelerine ulaşırken, iletilen enerji kaybı bu aralıkta -30 dB

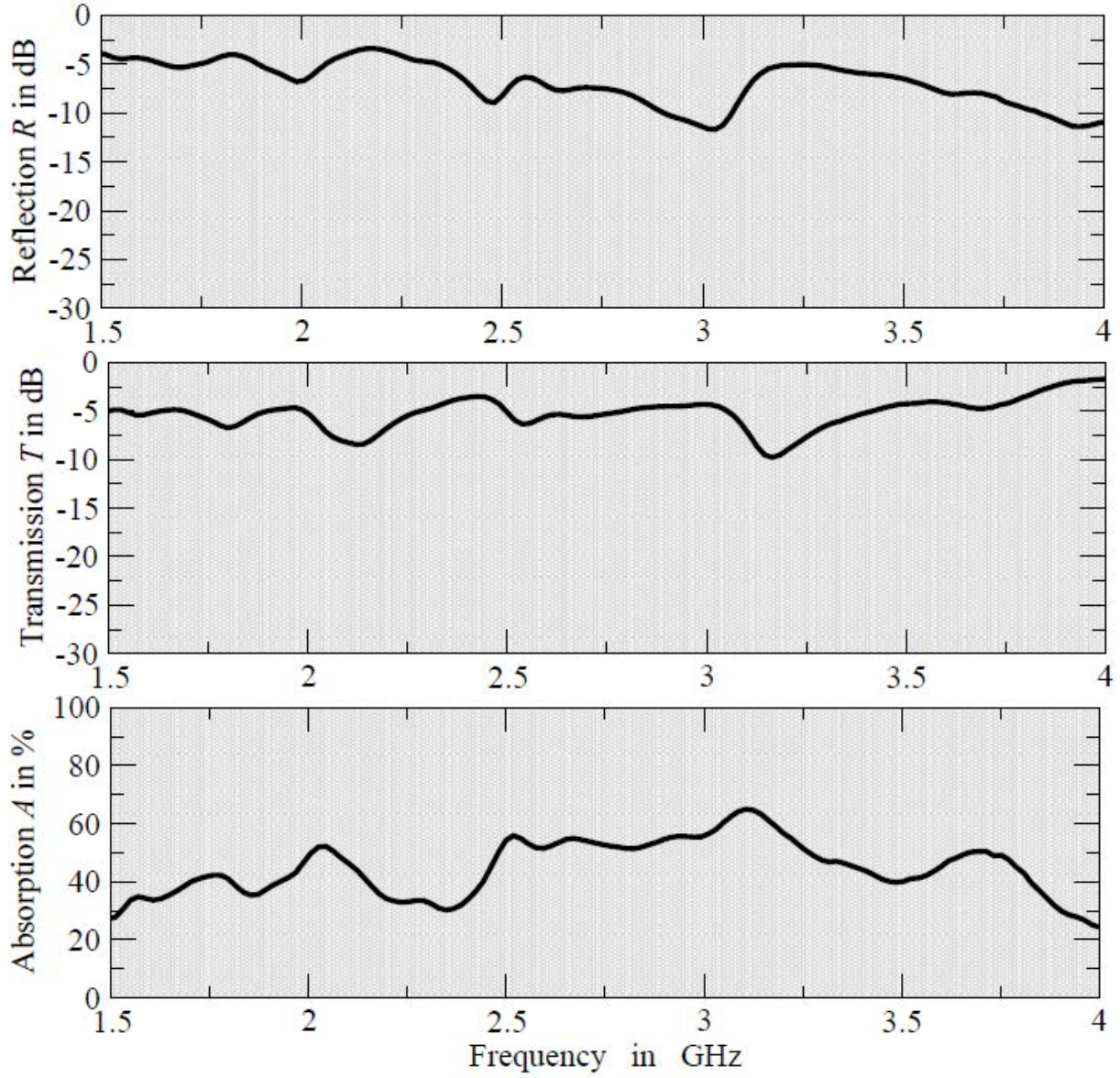
ile -5 dB seviyeleri arasında değer almaktadır. Absorbe edilen enerji ise 0.4 GHz ile 1 GHz band aralığında min. %1 iken maksimum %38'e ulaşmaktadır.

Sample No:	Sample 03 (1 MHz – 1 GHz)
Sample Description:	Silver wire
Measurement Date:	July 08, 2010
Name of Data File:	sample-Ag-band1.txt



şekil 59 Gümüş iletkenli süprem örne kumaş için 1MHz-1 GHz frekans aralığındaki (1. bant) ölçüm sonuçları

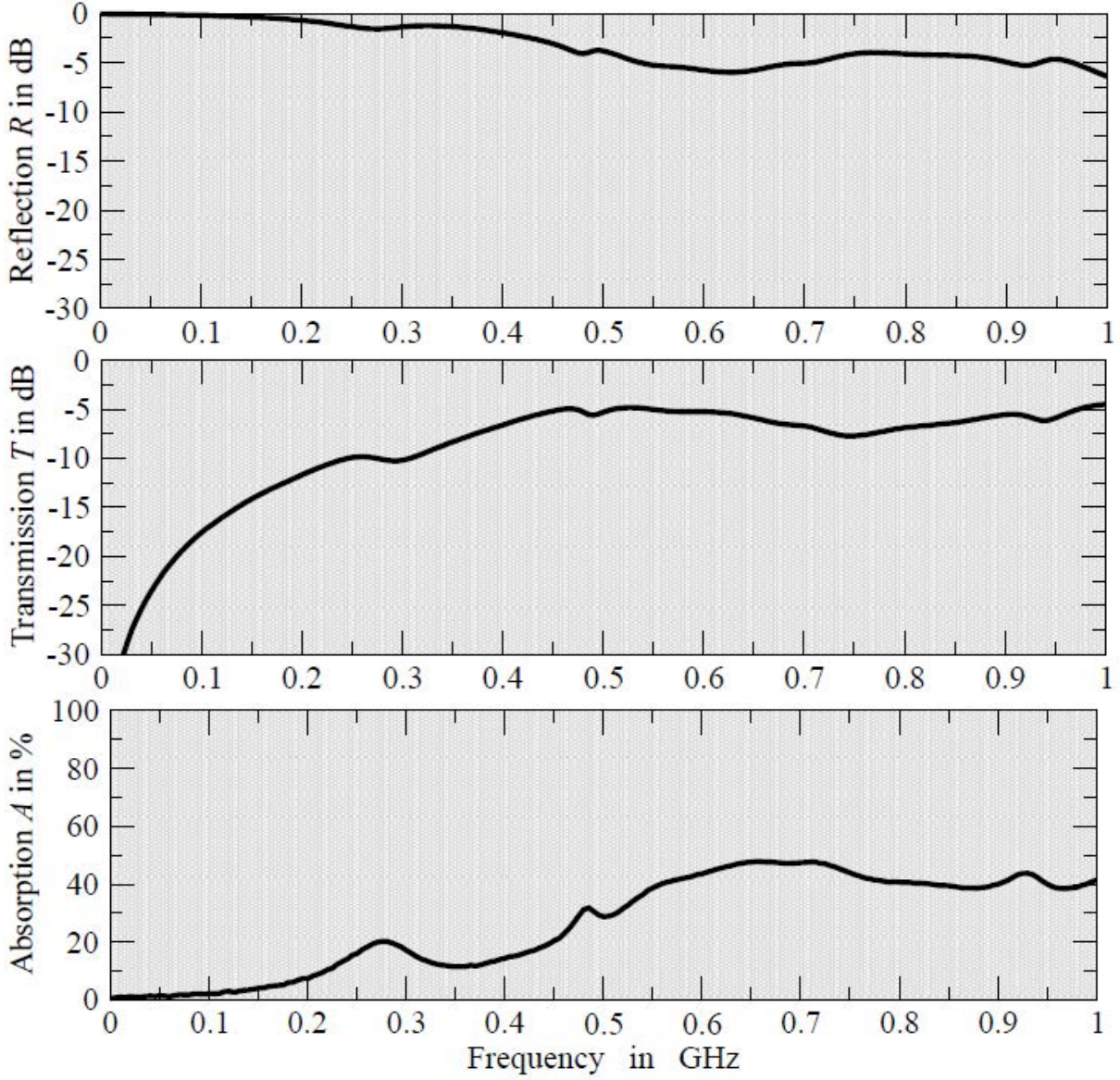
Sample No:	Sample 03 (1.5 GHz – 4 GHz)
Sample Description:	Silver wire
Measurement Date:	July 06, 2010
Name of Data File:	sample-Ag-band2.txt



Şekil 60 Gümüş iletkenli süprem örme kumaş için 1.5 GHz-4 GHz frekans aralığındaki (2. bant) ölçüm sonuçları

Gümüş iletkenli süprem örme kumaş numunesi için yapılan ölçüm sonuçlarında (Şekil 60) 2. band ölçüm aralığında ise (1.5 GHz – 4GHz), yansıyan enerji kaybı ve iletilen enerji kaybı -3dB ile -12.5 dB seviyeleri arasında değişirken, absorbe edilen enerji ise min. %21 iken maksimum %62'ye ulaşmaktadır.

Sample No:	Sample 02 (1 MHz – 1 GHz)
Sample Description:	Copper wire
Measurement Date:	July 08, 2010
Name of Data File:	sample-Cu-band1.txt

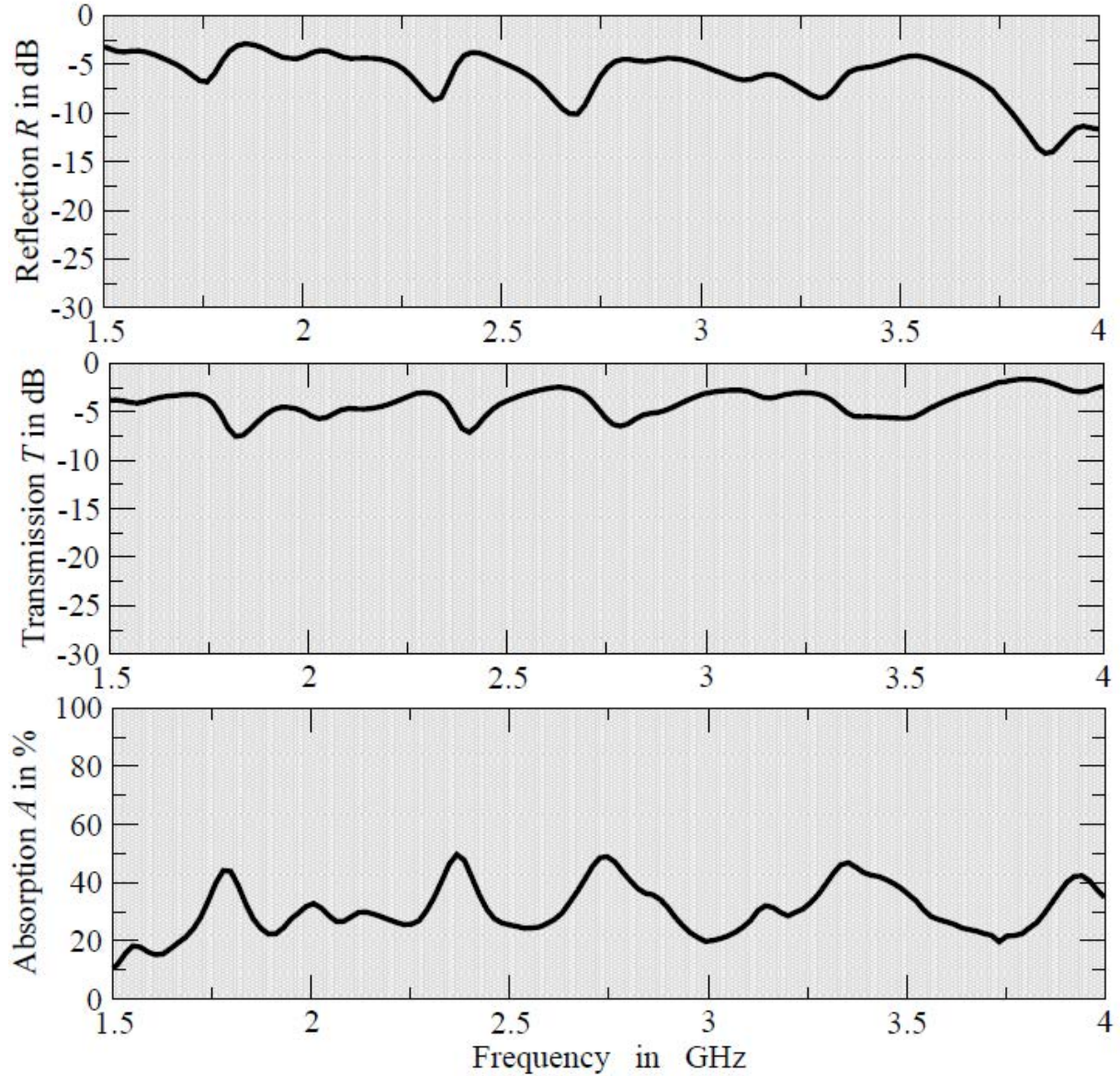


Şekil 61 Bakır iletkenli süprem örme kumaş için 1MHz-1 GHz frekans aralığındaki (1. band) ölçüm sonuçları

Bakır iletkenli süprem örme kumaş numunesi için yapılan ölçüm sonuçlarına göre (Şekil 61) 1. band ölçüm aralığı için dB cinsinden yansıyan enerji kaybı maksimum -7 dB seviyelerine ulaşırken, iletilen enerji kaybı bu aralıkta -30 dB ile -5 dB seviyeleri

arsında değer almaktadır. Absorbe edilen enerji ise 0.3 GHz ile 1 GHz band aralığında min. %10 seviyelerinde iken maksimum %50' seviyelerine ulaşmaktadır.

Sample No:	Sample 02 (1.5 GHz – 4 GHz)
Sample Description:	Copper wire
Measurement Date:	July 06, 2010
Name of Data File:	sample-Cu-band2.txt

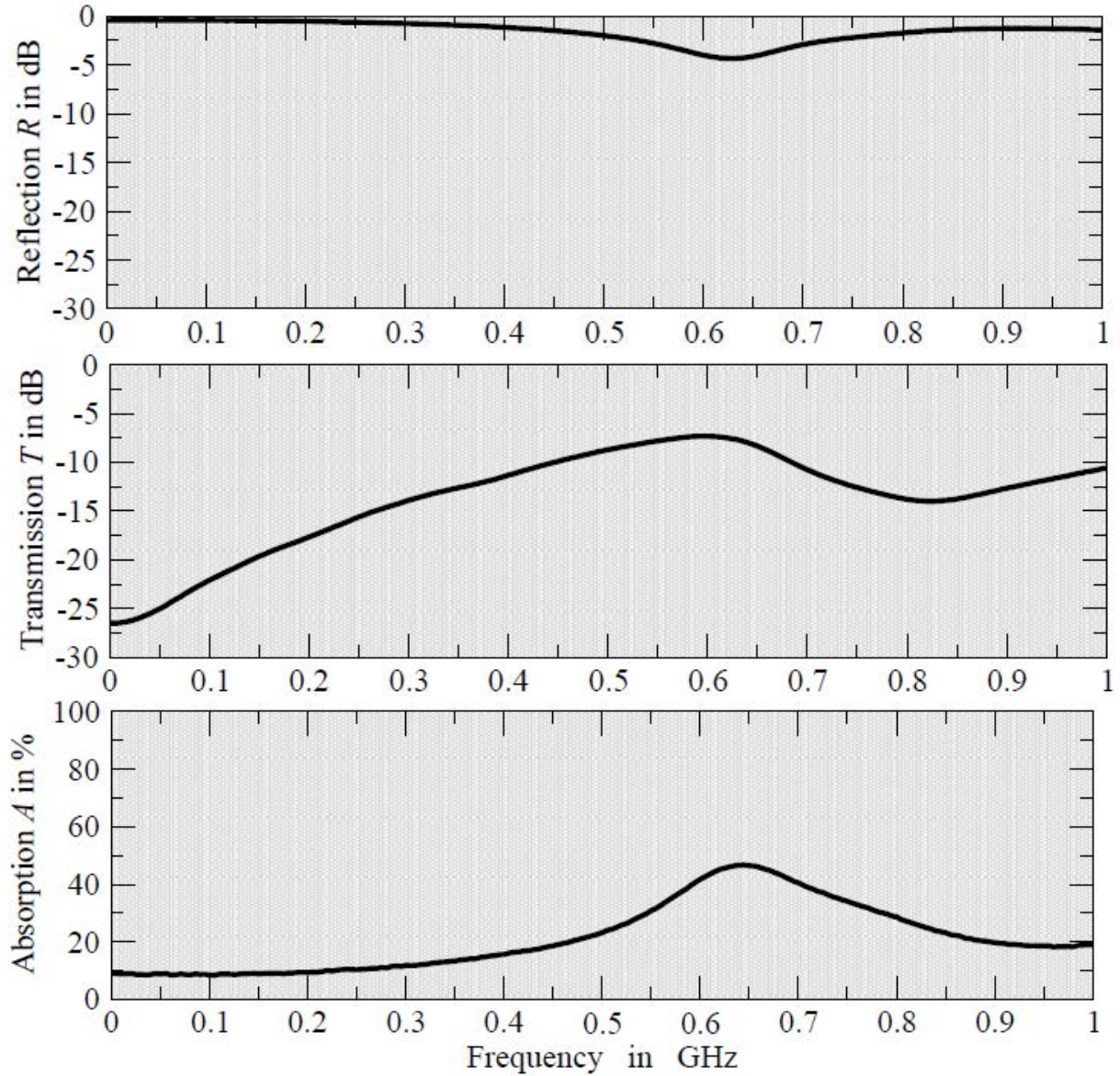


Şekil 62 Bakır iletkenli süprem örme kumaş için 1.5 GHz-4 GHz frekans aralığındaki (2. bant) ölçüm sonuçları

Bakır iletkenli süprem örme kumaş numunesi için yapılan ölçüm sonuçlarına göre (Şekil 62) 2. band ölçüm aralığında ise (1.5 GHz – 4GHz), yansıyan enerji kaybı -2.5

dB ile 15 dB seviyeleri ve iletilen enerji kaybı -2.5 dB ile -7.5 dB seviyeleri arasında değişirken, bu band aralığında absorbe edilen enerji ise min. %10 iken maksimum %50'ye ulaşmaktadır.

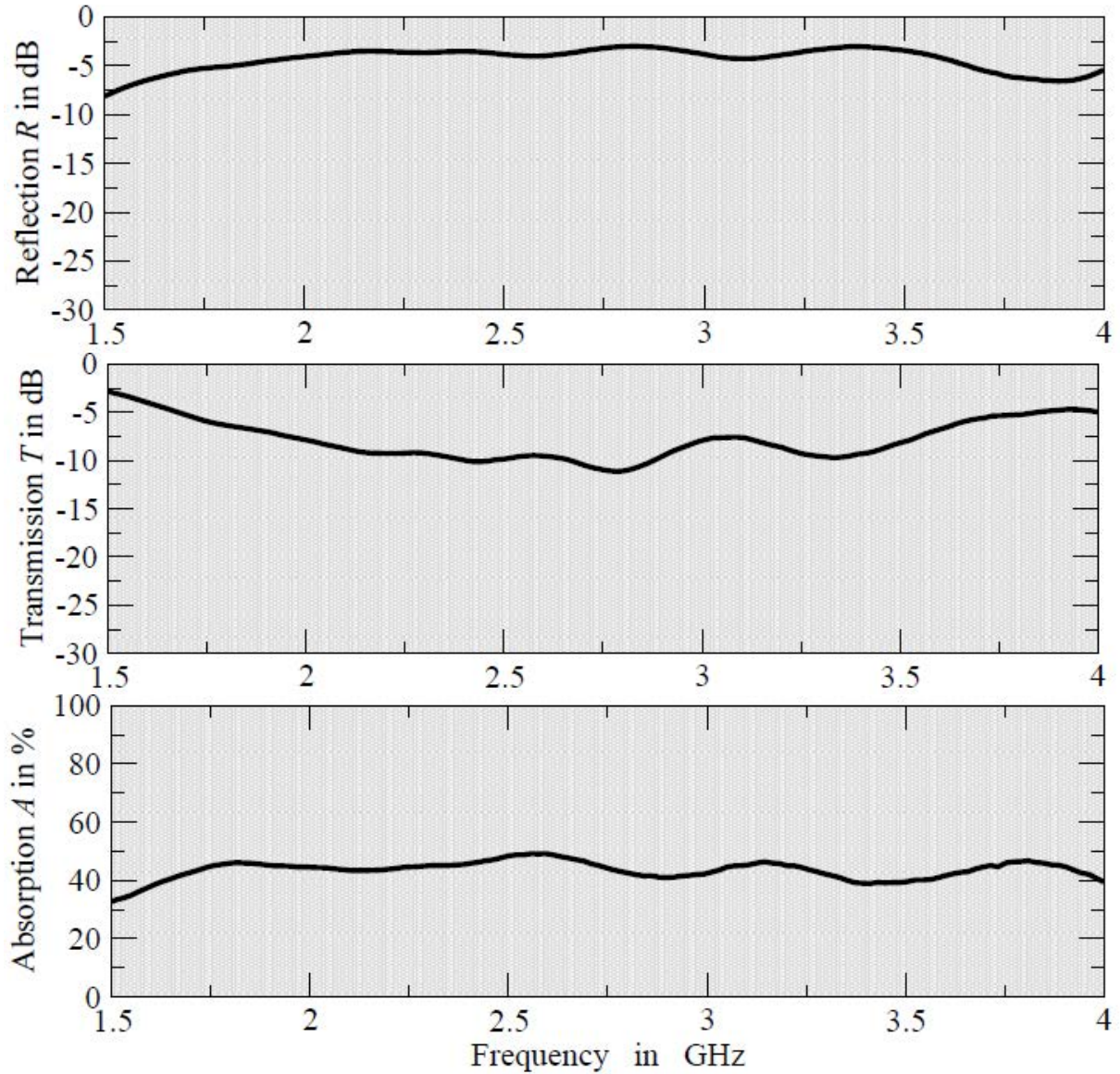
Sample No:	Sample 01 (1 MHz – 1 GHz)
Sample Description:	Steel wire
Measurement Date:	July 08, 2010
Name of Data File:	sample-Fe-band1.txt



Şekil 63 Çelik iletkenli süprem örme kumaş için 1MHz-1 GHz frekans aralığındaki (1. bant) ölçüm sonuçları

Çelik iletkenli süprem örme kumaş numunesi için yapılan ölçüm sonuçlarına göre (Şekil 63) 1. band ölçüm aralığı için dB cinsinden yansıyan enerji kaybı maksimum -5 dB seviyelerine ulaşırken, iletilen enerji kaybı bu aralıkta -30 dB ile -5 dB seviyeleri arasında değer almaktadır. Absorbe edilen enerji ise 0.3 GHz ile 1 GHz band aralığında min. %10 seviyelerinde iken maksimum %50' seviyelerine ulaşmaktadır.

Sample No:	Sample 01 (1.5 GHz – 4 GHz)
Sample Description:	Steel wire
Measurement Date:	July 06, 2010
Name of Data File:	sample-Fe-band2.txt



Şekil 64 Çelik iletkenli süprem örme kumaş için 1.5 GHz-4 GHz frekans aralığındaki (2. bant) ölçüm sonuçları

Çelik iletkenli süprem örme kumaş numunesi için yapılan ölçüm sonuçlarına göre (Şekil 63) 2. band ölçüm aralığında ise (1.5 GHz – 4GHz), yansıyan enerji kaybı -2.5 dB ile 7.5 dB seviyeleri ve iletilen enerji kaybı -2.5 dB ile -10 dB seviyeleri arasında değişirken, bu band aralığında absorbe edilen enerji ise mil. %30 iken maksimum %50'ye ulaşmaktadır.

Genel olarak incelendiğinde bu metodla yapılan inceleme sonucunda gümüş, bakır ve çelik içerikli örme numune kumaşların 0-1 GHz aralığında % 50 seviyesine kadar; 1,5-4 GHz aralığında ise %60'ın üzerinde absorblama yapabildiği belirlenmiştir.

9 SONUÇ VE ÖNERİLER

TÜBİTAK 107M454 “Elektromanyetik Kalkanlama Özelliği Olan Tekstil Yüzeylerinin Üretimi ve Yüzeylerin Kalkanlama Etkinlik Alanının Araştırılması” konulu proje kapsamında elde edilen genel sonuçlar aşağıda özetlenmiştir.

İletken iplikler kullanılarak üretilmiş olan dokuma ve örme kumaşlarda kumaş üretim parametreleri ve ölçüm düzeneğine bağlı çeşitli faktörlerin etkisiyle EMSE değerlerinin nasıl etkilendiği araştırılmıştır. Yapılan literatür taramaları ve deneysel araştırmalara göre kalkanlama etkisinin daha yüksek ya da daha düşük olmasını etkileyen faktörler genel olarak maddeler halinde aşağıdaki gibi sıralanabilir.

- Oluşturulan kumaşın örgü çeşidi
- Kullanılan iletkenin cinsi
- Kullanılan iletkenin inceliği ve kumaş içerisinde bulunma oranı
- Numunenin kumaş kat sayısı
- Dokuma kumaşlarda atkı ve çözgü yönünde iletken malzemenin varlığı
- Dokuma kumaşlarda atkı ve çözgü ipliklerinin oluşturduğu hücresel yapının boyutları
- Kumaş yapısında bulunan iletken hücre yapılarının stabil halde bulunması
- Ölçüm düzeneğinin ölçme prensibi
- Ölçüm düzeneğindeki cihaz ve diğer donanımların teknik özellikleri
- Kullanılan antenlerin karakteristik özelliği
- Ölçüm sırasındaki frekansa bağımlı olarak deney düzeneğinin geometrisinden kaynaklanan yansımalar

Kumaş çeşitlerinin etkileri incelendiğinde aşağıdaki bulgular elde edilmiştir.

- Genelde panama ve 1/3 dimi kumaşların diğer kumaş tiplerine göre daha yüksek kalkanlama etkisi gösterdiği belirlenmiştir. Bunun sebebi dokuma kumaşların örgülerinden ötürü kumaş içerisinde bulunan iletken miktarındaki değişim ile açıklanabilir. Bu sonuç Chen vd tarafından 2007 yılında yapılan çalışma ile de doğrulanmaktadır.
- Örne kumaşlarda iletken inceliği ve örme sıklık değişimi ile kalkanlama etkinliğinin değiştiği belirlenmiştir. Bu sonuç Cheng vd tarafından 2000 yılında yapılan çalışma sonuçları ile paraleldir. Cheng vd, örme kumaşların örme raporu, ilmek sıklığı, sıra sıklığı ve iplik numarasının değişmesiyle kumaş içerisindeki iletken miktarı değiştiği için EMSE'yi etkilediğini belirtmişlerdir.
- Numune kat sayıları arttırıldığında iki katlı kumaşın tek katlı kumaşa göre daha yüksek kalkanlama etkisi sağladığı belirlenmiştir. Perumalraj vd tarafından 2009 yılında yapılan çalışmada iki katlı kumaşların tek katlı kumaşlara göre daha yüksek EMSE sağladığı ifade edilmiştir. Bu durum ayrıca çalışmada denemiş olan dört katlı numuneler ile de doğrulanmıştır.
- İletken içeriği aynı fakat farklı iplik kanlılığı ve farklı kumaş sıklığındaki numunelerin farklı kalkanlama etkinliği gösterdikleri belirlenmiştir. Kumaş sıklığının artması, yani kumaşların daha stabil yapıda elde edilmesi ile kalkanlama etkinliğinin arttığı belirlenmiştir. Bu durum Das vd 2009 tarafından yapılan çalışmanın sonuçları ile paralellik göstermektedir.
- İletken malzemenin kalınlığındaki değişimin kalkanlama etkinliği üzerinde etkili olduğu belirlenmiştir. Perumalraj ve Dasaradan'ın 2010 yılında yaptıkları çalışma ile paralel bulgular elde edilmiştir. İletken malzemenin çapı arttığında EMSE değerinde azalma olduğu görülmüştür.

Proje kapsamında tasarlanmış olan ölçüm düzeneğinin teknik, boyutsal ve yüzeysel özelliklerinin elde edilen ölçüm sonuçları üzerinde etkili olduğu belirlenmiştir. Proje kapsamında deneme ölçmelerinin yaptırıldığı diğer iki EMSE test düzeneğinde kalkanlama etkinliğinin varlığını gösteren fakat birbirinden farklı sonuçlar elde edilmiştir. Bu durum EMSE ölçüm metodlarının standartlaşmasındaki sorunları birebir yansıtmaktadır. Tüm dünyada olduğu gibi ülkemizde de EMSE ölçümünde belli bir standart yoktur.

Proje kapsamında yapılmış olan modelleme çalışması bu alanda yapılabilecek modelleme faaliyetleri için bir başlangıç olarak kabul edilmelidir. Burada elde edilen bulgular yöntemin tekstil yapılarında EMSe etkinliğinin modellenmesi için kullanılabilceğini göstermiştir. Ancak bu alanda daha yoğun çalışmalar yapılması ve farklı yaklaşımlar denenmesi gerektiği unutulmamalıdır.

Sonuç bölümünde açıklanması gereken bir diğer önemli konu EMSE verilerinin gösterildiği grafiklerde yer alan kumaşsız ölçme sonuçları ile ilgilidir. Ölçme düzeneğinde yapılan kumaşsız ölçüm sonuçları teorik olarak birbiri ile aynı olmalıdır. Ancak proje bulgularında verilen grafikler incelendiğinde kumaşsız ölçüm sonucu olarak verilen grafiklerin birbirinden farklı olduğu görülmektedir. Bu farklılık her bir ölçüm sırasında frekans kaynağı ve spektrum analiz ünitesindeki minimal seviyede bile olsa olası anlık farklar ve antenlerin geometrik konumlarında ortaya çıkan olası hassas aksenal değişimler ile açıklanabilir. Antenlerin aksenal yerleşimindeki küçük bir açısal fark anten tarafından iletilen veya alınan sinyalin değerinde değişikliğe neden olabilmektedir.

Proje kapsamında elde edilen bulgular sadece 900 MHz ve 1800 MHz frekans seviyelerine aittir. Ancak üretilen iletken kumaşlar bu frekans bantları dışındaki diğer frekanslar içinde EMSE etkinliği gösterecek özelliكتedir. Bundan sonraki çalışmalarda üretilmiş olan kumaşların bu frekanslar dışındaki daha düşük ve daha yüksek frekans bantları için EMSE etkinlik değerlerinin araştırılması faydalı olacaktır.

Ayrıca yeni kumaş tasarımları geliştirilerek daha yüksek EMSE değerleri sağlayabilecek ürünler araştırılmalıdır. Proje raporunda 3. bölümde verilmiş olan patent bilgileri konuyla ilgili pek çok patentli üründen bazılarını açıklamaktadır. Oldukça geniş ve farklı uygulama alanları olan elektriksel iletken tekstil yüzeyleri için pek çok yeni uygulama alanı bulunabilecektir.

Çalışma kapsamında elde edilen veriler ışığında elektromanyetik kalkanlama etkinliğini etkileyen çok sayıda faktör tanımlanmıştır. Bu bilgiler ışığında yeni iplik, kumaş ve ürün tasarımı için gerekli parametrik özellikler kullanılarak farklı ürünler geliştirilebilecektir.

10 REFERANSLAR

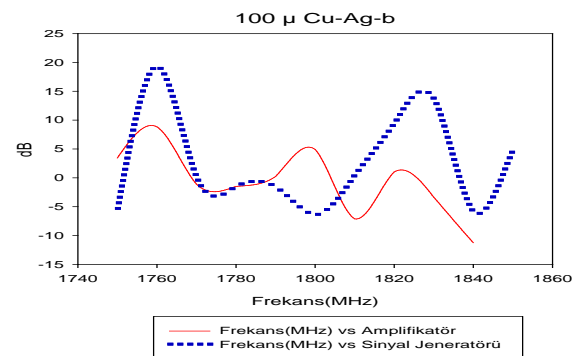
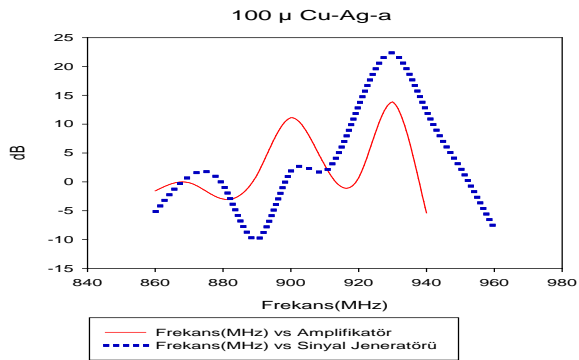
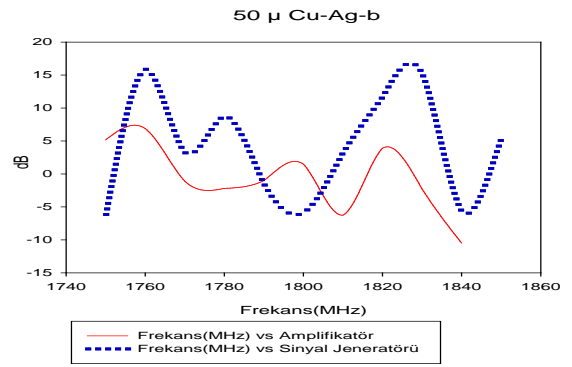
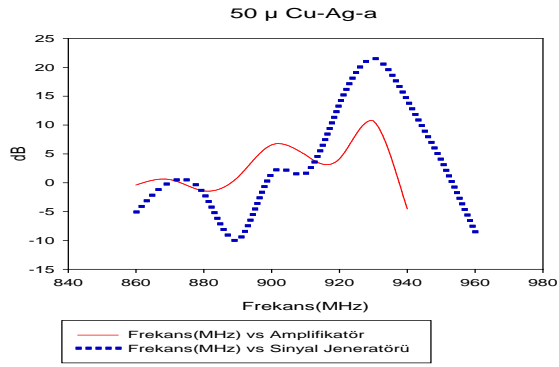
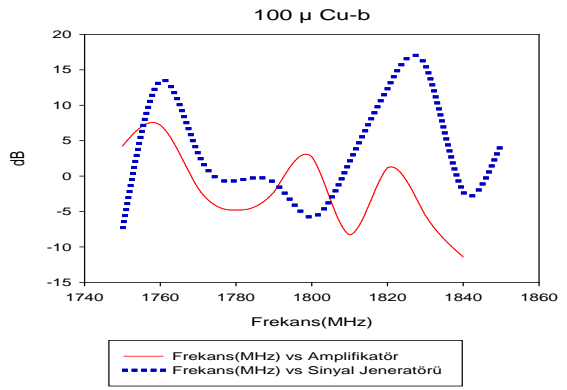
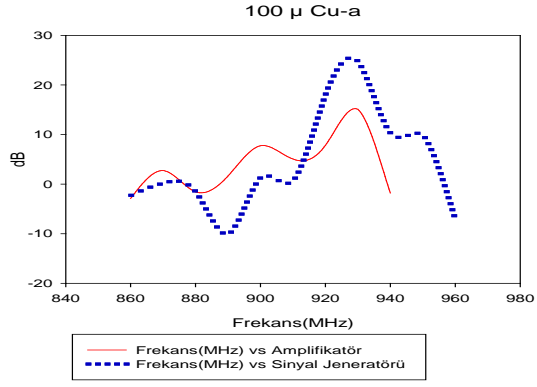
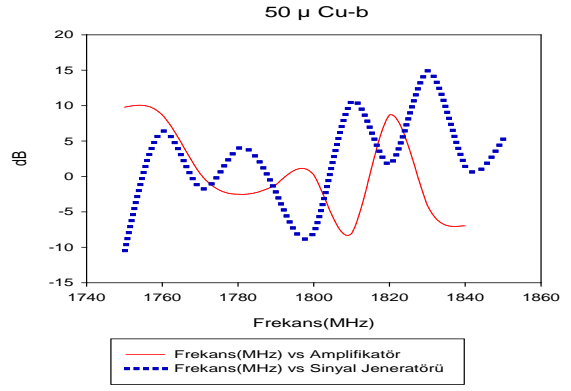
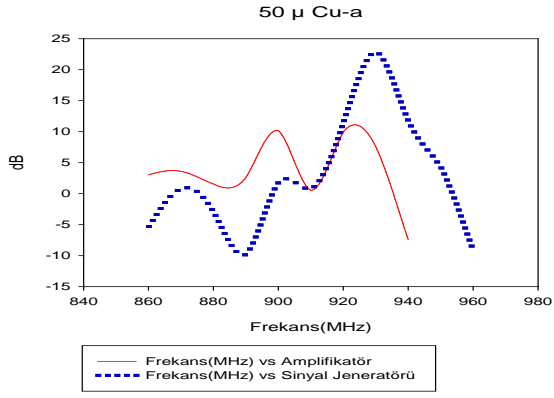
- 1- Palamutcu vd. (2007) 106M338 Tubitak proje sonuç raporu, “ Bazı Antimikrobiyel Maddelerin % 100 Pamuklu Kumaşlar Üzerindeki Mikrobiyolojik Etkinliği ve Kumaş Parametreleri Üzerindeki Etkilerinin Araştırılması”, 2006-2007
- 2- WEB 1, <http://www.who.int/peh-emf/about/WhatisEMF/en/print.html>
- 3- WEB 2, http://elektroteknoloji.com/elektrik_elektronik/temel_eletronik/elektromanyetik_alanlar_nedir_tanimi.html
- 4- WEB 3, <http://www.un.org/earthwatch/health/electromagneticradiat.html>
- 5- WEB 4, <http://www.ailesaglik.com/elektromanyetik-tehlike.php>
- 6- WEB 5, http://www.safelivingtechnologies.ca/EMF_Health_Effects.htm
- 7- WEB 6, <http://www.who.int/peh-emf/about/WhatisEMF/en/print.html>
- 8- Sevgi,L. Endüstriyel & Otomasyon, Eylül 2004
- 9- WEB 7, <http://www.wbdg.org/ccb/FEDMIL/std285.pdf>
- 10- WEB 8, <http://www.astm.org/DATABASE.CART/WITHDRAWN/D4935.htm>
- 11- ASTM D4935-99, Standard Test Method for Measuring the Electromagnetic Shielding Effectiveness of Planar Materials, ASTM, 2001.
- 12- WEB 9, <http://www.tecnorayos.com/JUS/upload/files/images/1.%20Shielding%20products1.pdf>
- 13- Wiğckowski T. W., Janukiewicz J. M., Methods for Evaluating the Shielding Effectiveness of Textiles, FIBRES & TEXTILES in Eastern Europe January / December 2006, Vol. 14, No. 5 (59)
- 14- MIL-STD-285, Military Standard, Method of Attenuation Measurements for Enclosures, Electromagnetic Shielding, for Electronic Test Purposes.
- 15- TS EN 50147-1, 2005. ICS 209.020; 14.140.01 Yankısız Odalar- Bölüm 1: Ekran zayıflatmasının ölçülmesi Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- 16- Foster R., Rich D.,ve diğerleri, EMI Shielding Test Method For Small Wireless Devices, The Proceedings of the IMAPS/SMTA Conference and Exhibition on Telecom Hardware Solutions, May 2002
- 17- Cheng K.B.,Production and Electromagnetic Shielding Effectiveness of the Knitted Stainless Steel/Polyester Fabrics, Journal of Textile Engineering,Vol:46 No.2 (2000),42-52
- 18- Ueng T.H., Cheng K.B., The Leakage Power Density and Electromagnetic Shielding Effectiveness of Conductive Woven Fabric,Journal of Textile Engineering,Vol:47,no:3,4 (2001)
- 19- Berberi P.G., Effect of Processing on Electrical Resistivity of Textile Fibers, Journal of Electrostatic,51-52 (2001) 538-544
- 20- Asanoviç K.A.,ve diğerleri, Investigation of the Electrical Behavior of Some Textile Materials, Journal of Electrostatic, 65 (2007) 162-167
- 21- Roh, J.S., Y.S.Chi, T.J. Kang, S.Nam, Electromagnetic Shielding Effectiveness of Multifunctional Metal Composite Fabrics, Textile Research Journal 2008; 78; 825
- 22- Chen C., K.C. Lee, J.H. Lin, M. Koch, Comparison of electromagnetic shielding effectiveness properties of diverse conductive textiles via various measurement techniques, Journal of Materials Processing Technology 192–193 (2007) 549–554

- 23- Kim, T., Chung, D.D.L., "Mats and Fabrics for Electromagnetic Interference Shielding", Submitted November 18, 2004; in revised form December 7, 2005
- 24- Su, Ching-luan, Chern, Jin-Tsair, Effect of Stainless Steel-Containing Fabrics on Electromagnetic Shielding Effectiveness, *Textile Research Journal*, Jan 2004
- 25- Lin J.H., Lou C.W., Electrical Properties of Laminates Made from a New Fabric with PP/Stainless Steel Commingled Yarn, *Textile Res. J.* 73(4), 322-326 (2003)
- 26- Cheng K. B., Ramakrishna S., Lee K.C., Development Of Conductive Knitted- Fabric-Reinforced Thermoplastic Composites For Electromagnetic Shielding Applications, *Journal Of Thermoplastic Composite Materials*, Vol. 13, No. 5, 378-399 (2000)
- 27- Cheng K. B., Cheng T., W., Nadaraj R., N., Giri Dev V. R., Neelakandan R., Electromagnetic Shielding Effectiveness Of The Twill Copper Woven Fabrics, *Journal Of Reinforced Plastics And Composites*, Vol. 25, No. 7, 699-709 (2006)
- 28 Aniołczyk, H., Koprowska K., Mamrot, P., Lichawska J., Application of Electrically Conductive Textiles as Electromagnetic Shields in Physiotherapy, *FIBRES & TEXTILES in Eastern Europe* October / December 2004, Vol. 12, No. 4 (48)
- 29 Koprowska, J., Pietranik, M., Stawski, W., New Type of Textiles with Shielding Properties, *FIBRES & TEXTILES in Eastern Europe* July / October 2004, Vol. 12, No. 3 (47)
- 30 Banaszczyk J., De Mey G., Schwarz A., Van Langenhove L.; Current Distribution Modelling in Electroconductive Fabrics;
- 31 Brzeziński S., Rybicki T., Karbownik I., Malinowska G., Rybicki E., Szugajew L., Lao M., Śledzińska K.; Textile Multi-layer Systems for Protection against Electromagnetic Radiation. *FIBRES & TEXTILES in Eastern Europe* 2009, Vol. 17, No. 2 (73), pp. 66-71.
- 32 Lee, S.K, Byun J.H., Hong S.H, Effect of fiber geometry on the elastic constants of the plain woven
- 33 Volski V, Vandenbosh G.A.E., Full-wave electromagnetic modelling of fabrics and composites, *Composites Science and Technology* 69 (2009) 161–168
- 34 Lin J.H., Lou C.W.; Electrical Properties of Laminates Made from a New Fabric with PP/Stainless Steel Commingled Yarn, *Textile Research Journal* 2003; 73; 322
- 35 Perumalraj,R., and Dasaradan B.S., 2010, Electromagnetic Shielding Effectiveness of Doubled Copper-Cotton Yarn Woven Materials, *FIBRES&TEXTILES in Eastern Europe*, Vol.18, no.3(80), pp.74-80.

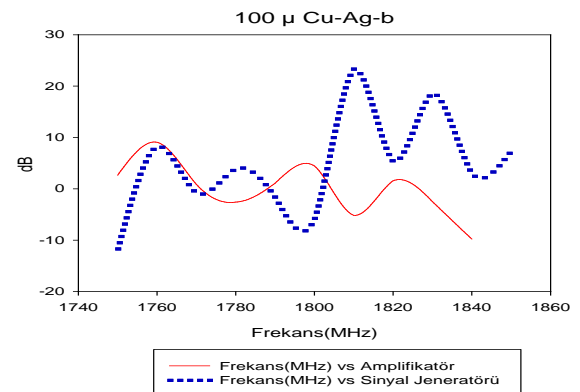
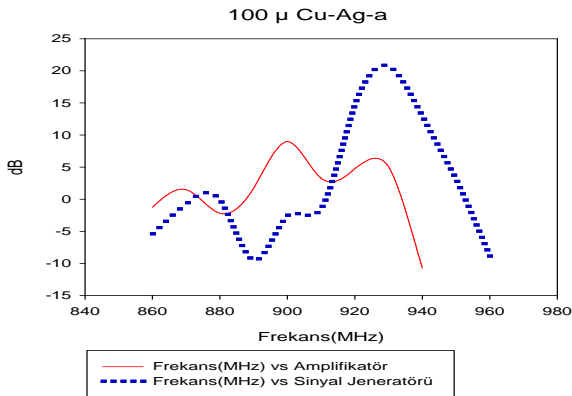
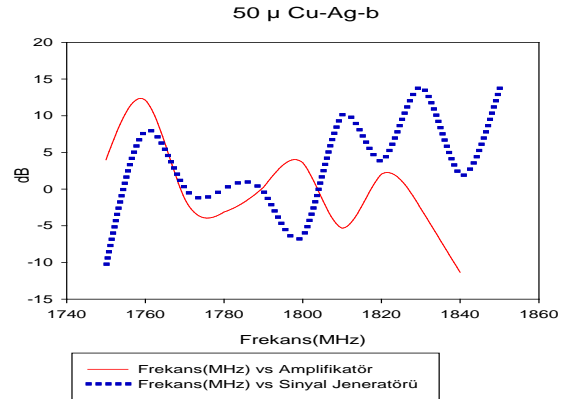
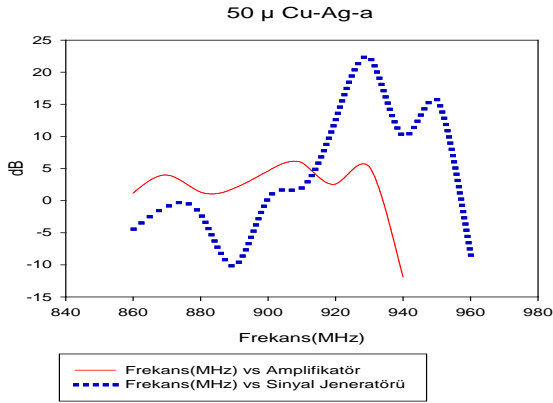
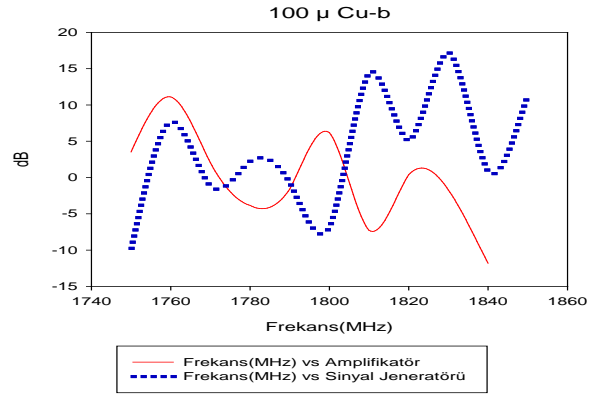
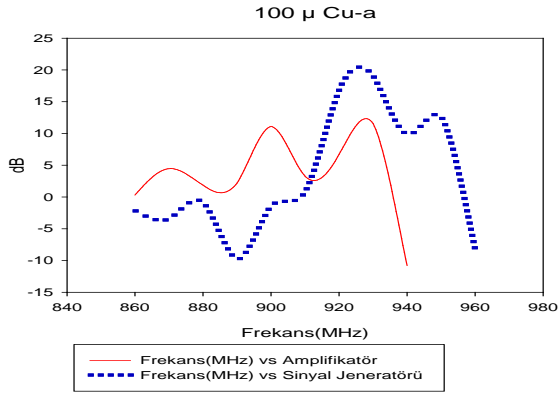
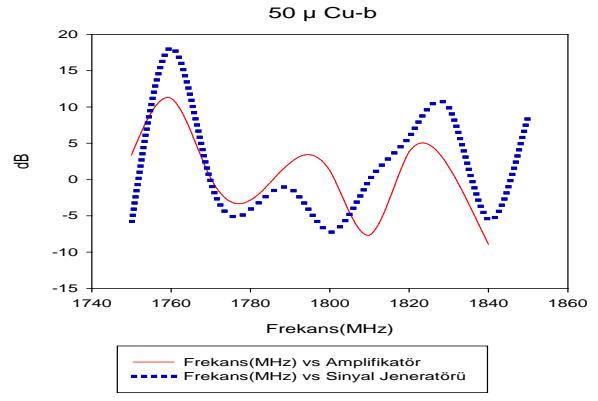
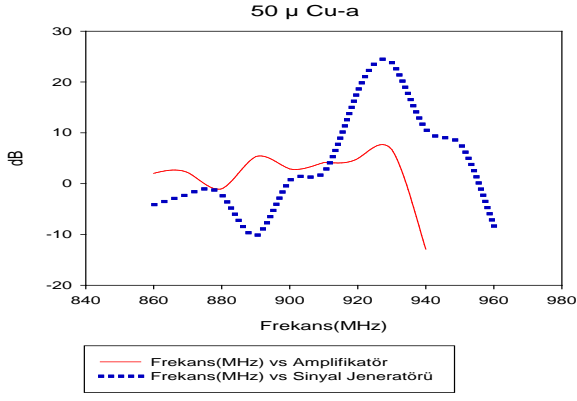
11 TÜBİTAK

PROJE ÖZET BİLGİ FORMU

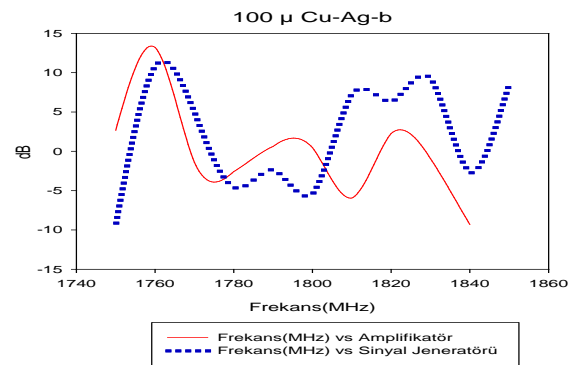
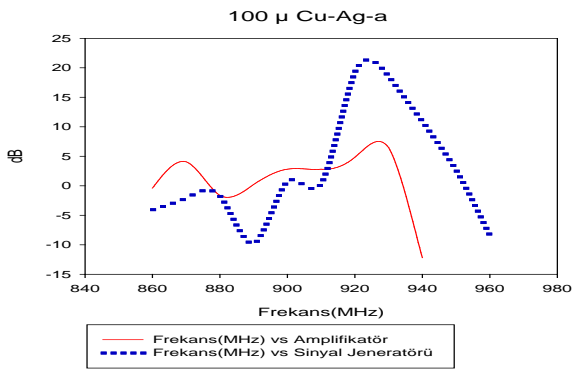
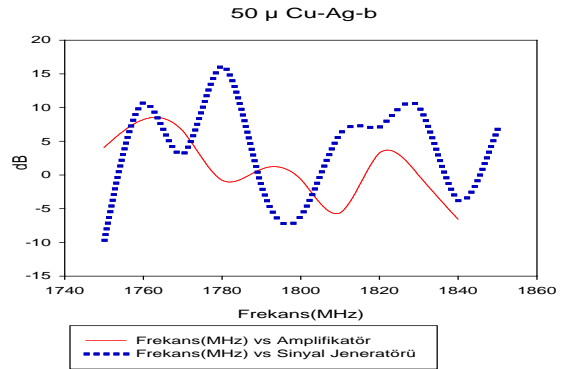
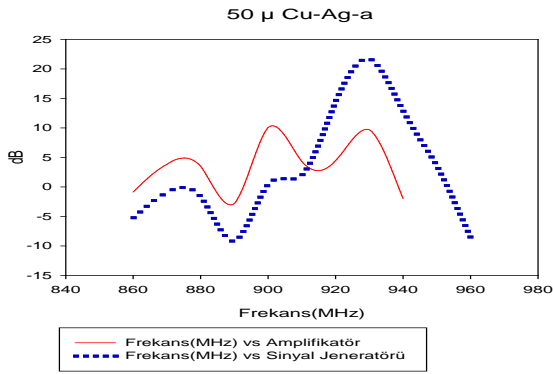
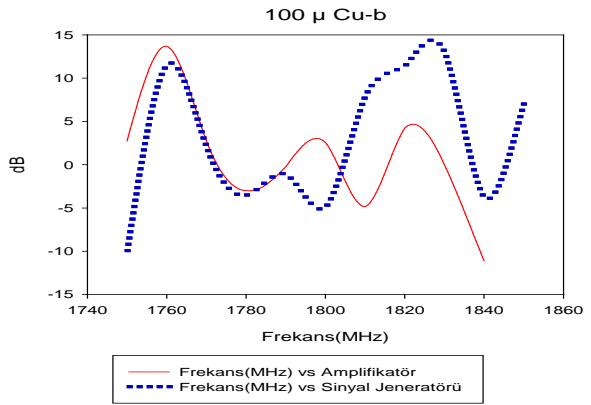
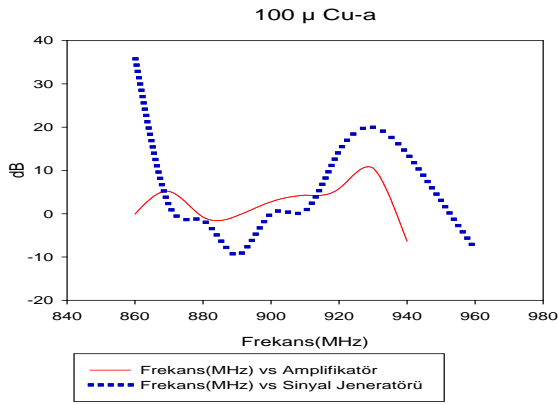
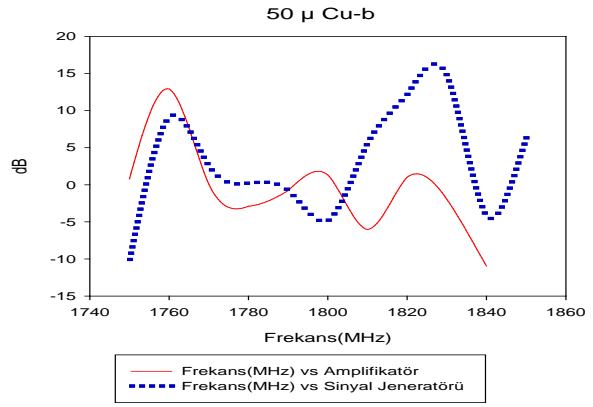
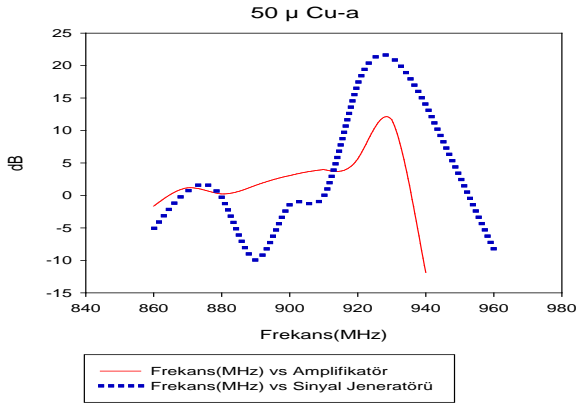
Proje No: 107M454
Proje Başlığı: Elektromanyetik Kalkanlama Özelliği Olan Tekstil Yüzeylerinin Üretimi ve Yüzeylerin Kalkanlama Etkinlik Alanının Araştırılması
Proje Yürütücüsü ve Araştırmacılar: Yrd.Doç.Dr. Sema Palamutcu, Yrd.Doç.Dr. Ahmet Özek, Doç.Dr. Ceyhun Karpuz(Danışman), Nermin Dağ, Pınar Öztürk
Projenin Yürütüldüğü Kuruluş ve Adresi: Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Kınıklı Denizli
Destekleyen Kuruluş(ların) Adı ve Adresi: Er-Bakır™ Elektrolitik Bakır Mamulleri A.Ş. A.Nuri Erikoğlu Cad. P.K. 20085 Gümüşler Denizli/TÜRKİYE Bezsan Tekstil Sanayi ticaret A.Ş. Kocatepe Sanayi Alanı No:10, Ankara Asfaltı 20. km. Denizli /TÜRKİYE
Projenin Başlangıç ve Bitiş Tarihleri: 15 Şubat 2008-15 Ağustos 2010
Öz (en çok 70 kelime) Bu çalışmada, pamuk ipliği ile gümüş, çelik ve bakır iletken teller kullanılarak elde edilen katlı iplikler kullanılarak dokuma, örme kumaşlar ve kompozit levhalar hazırlanmıştır. Proje kapsamında tasarım ve imalatı gerçekleştirilmiş olan elektromanyetik kalkanlama etkinliği (EMSE) ölçüm düzeneğinde testler yapılmıştır. Ölçüm düzeneğinde Türkiye'deki cep telefonu çalışma frekansları olan 900 MHz ve 1800 MHz için EMSE etkinliği ölçümleri yapılmıştır. EMSE ölçümlerinin yanı sıra modelleme çalışması yapılarak EMSE tahminlemesi yapılmıştır. Sonuç olarak tekstil yüzeyini oluşturan iletken çeşidinin, yüzey yapısının, yüzey kat sayısının , iletken tel inceliğinin EMSE üzerinde etkili olduğu görülmüştür.
Anahtar Kelimeler: Elektromanyetik tekstiller, EMSE, elektrik iletken pamuklu tekstiller
Fikri Ürün Bildirim Formu Sunuldu mu? Evet <input type="checkbox"/> Gerekli Değil X Fikri Ürün Bildirim Formu'nun tesliminden sonra 3 ay içerisinde patent başvurusu yapılmalıdır.
Projeden Yapılan Yayınlar: Palamutcu, S., Dağ, N., 2009: Fonksiyoneller Tekstiller I : Elektromanyetik Kalkanlama Amaçlı Tekstil Yüzeyleri. Tekstil Teknolojileri Elektronik Dergisi, Cilt. 3, no.1, s 87-101 Palamutcu S., Ozek A., Dağ, N.,and Karpuz C., 2009: Electromagnetic Shielding Effectiveness of Electrical Conductive Cotton Blended Woven and Knitted Fabrics, <i>X International Scientific Conference IMTEX 2009</i> , September 15-16, 2009 Lodz, Poland Palamutcu S., Dağ, N., Özek A., and Karpuz C., 2010: Influence Of Woven Fabric Structure On The Electromagnetic Shielding Effectiveness Of Electrical Conductive Textile Surfaces. <i>4th International Technical Textiles Congress</i> May 16-18, 2010, İstanbul, Turkey Palamutcu S., Dağ, N., Özek A., and Karpuz C., 2010: "Electrically Conductive Textile Surfaces and Their Electromagnetic Shielding Efficiency Measurement" başlıklı TEKSTİL VE KONFEKSİYON, Cilt: 20, No: 3, Sf:199-213



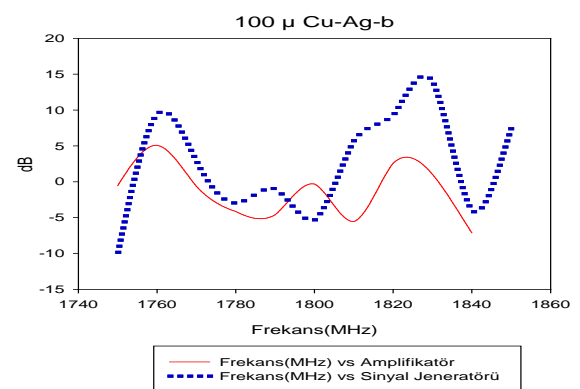
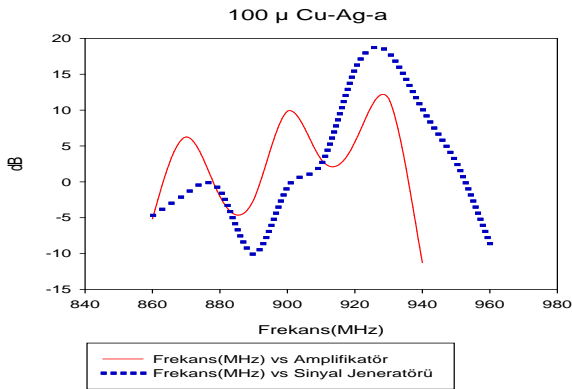
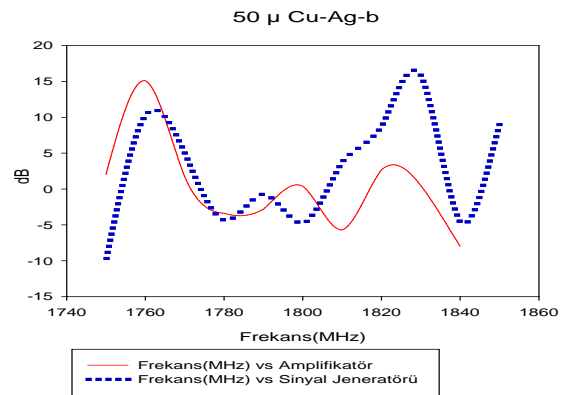
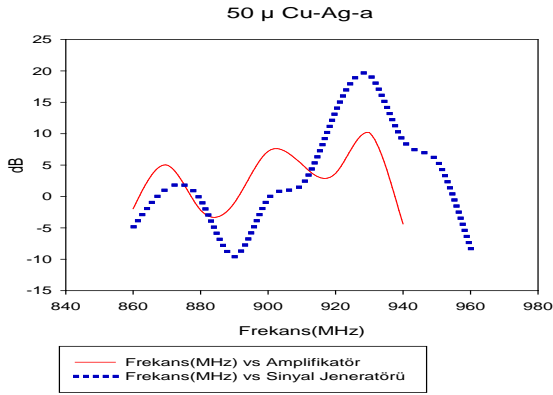
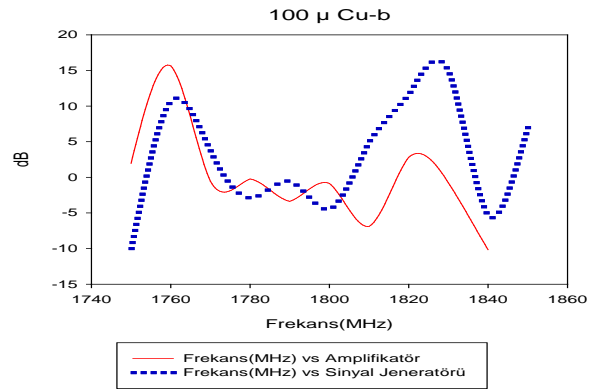
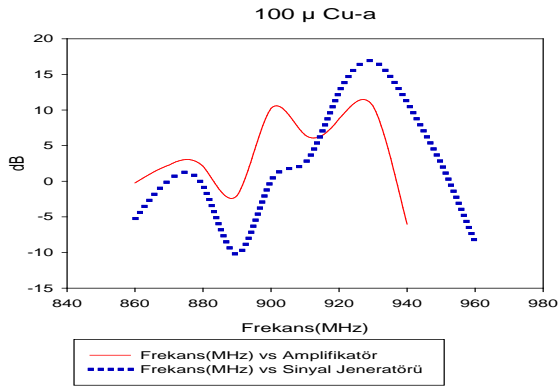
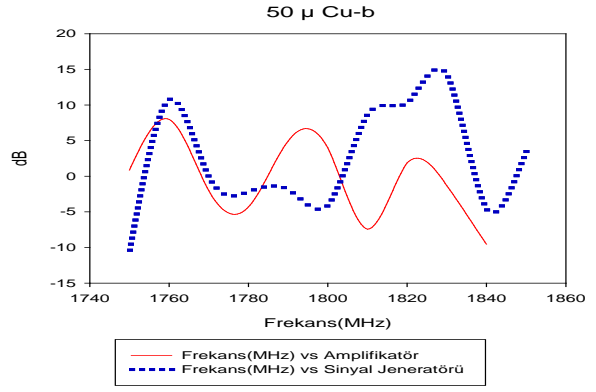
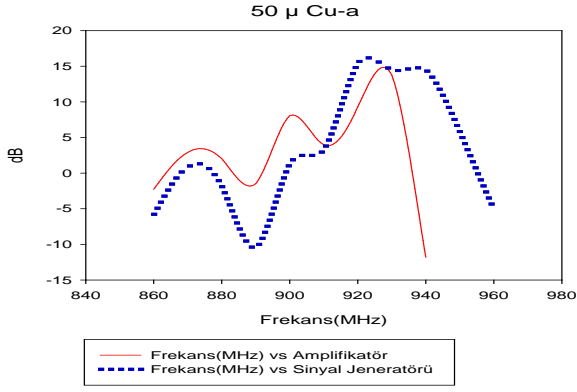
W5, W6, W7 ve W8 bezayağı numuneler için sinyal kaynağı farklılığının incelenmesi



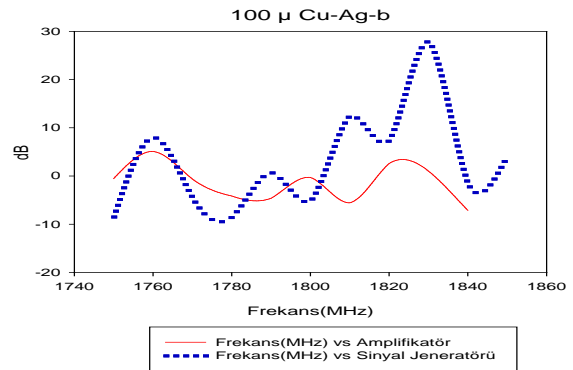
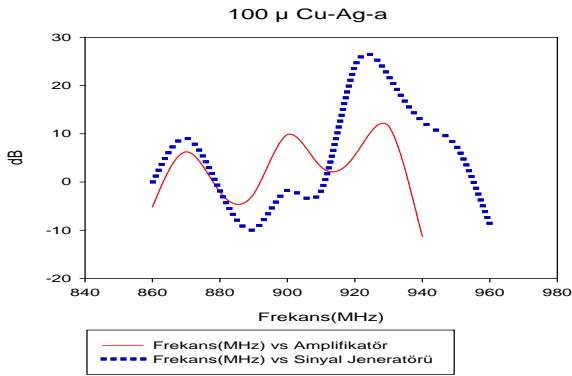
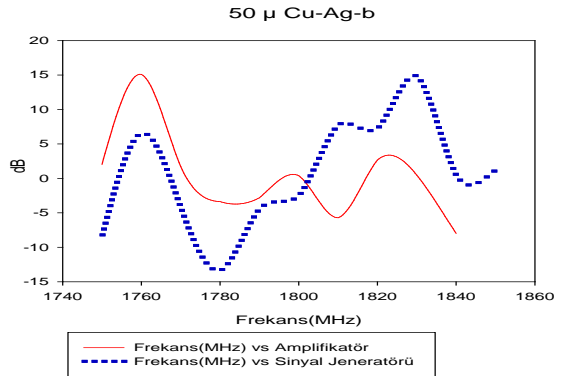
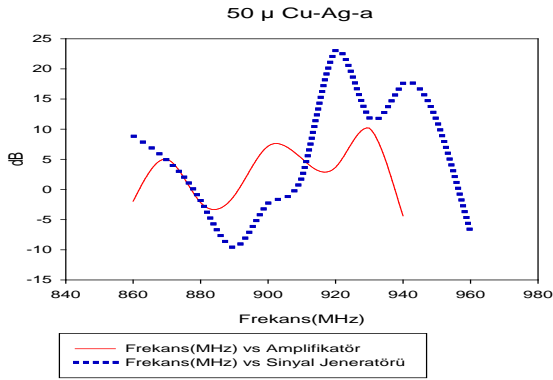
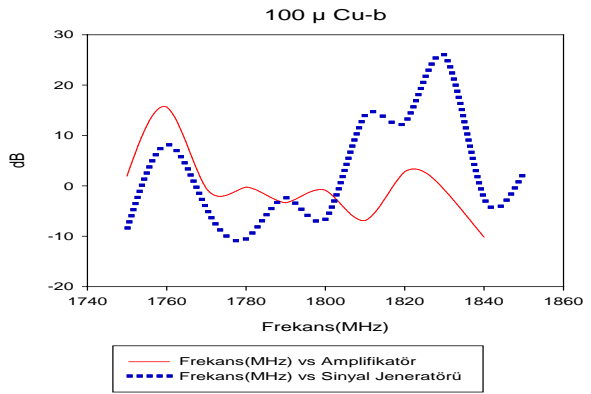
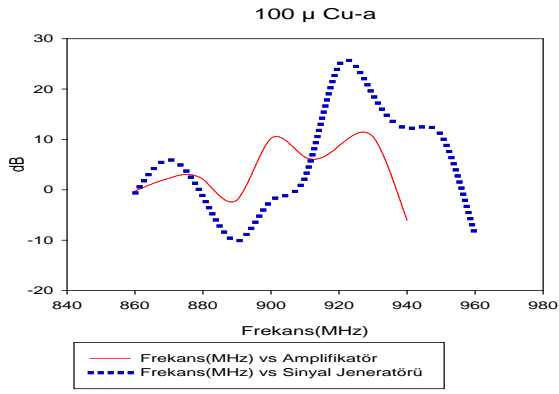
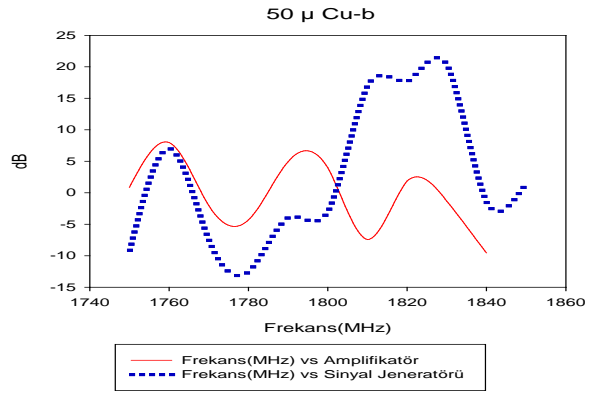
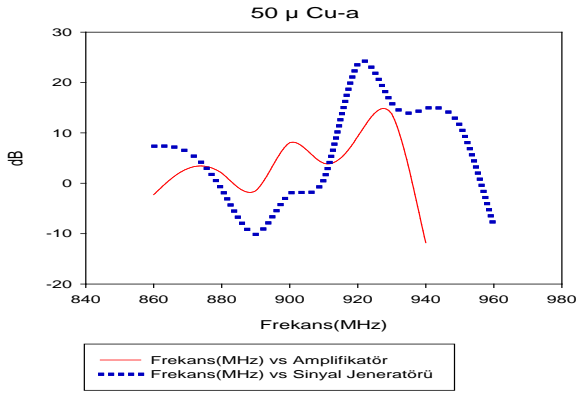
W5, W6, W7 ve W8 1/3 dimi numuneler için sinyal kaynağı farklılığının incelenmesi



W5, W6, W7 ve W8 panama numuneler için sinyal kaynağı farklılığının incelenmesi

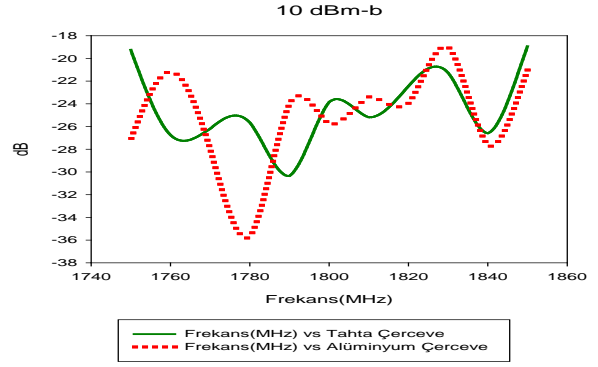
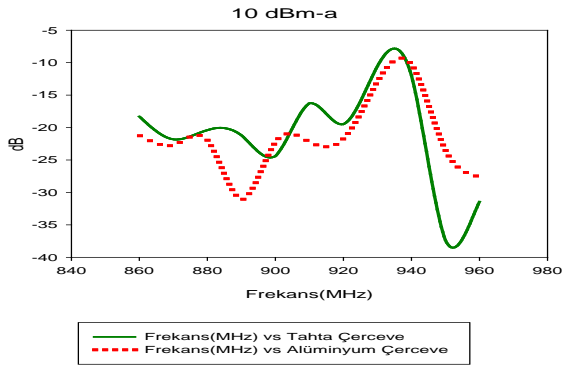
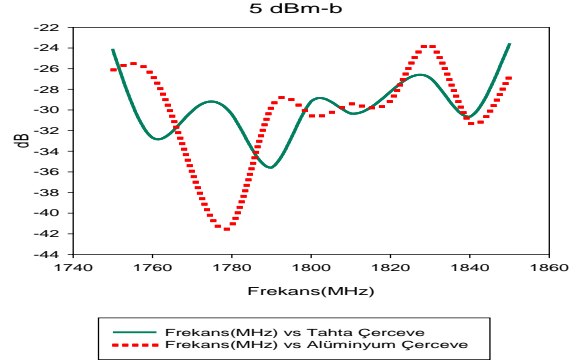
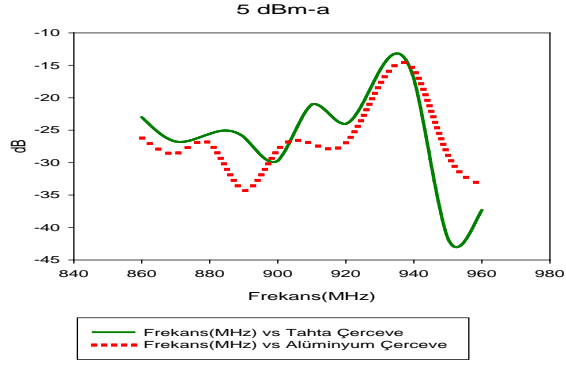


W5, W6, W7 ve W8 kırık saten numuneler için sinyal kaynağı farklılığının incelenmesi

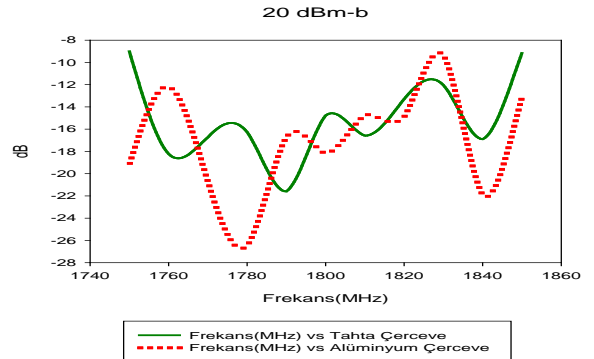
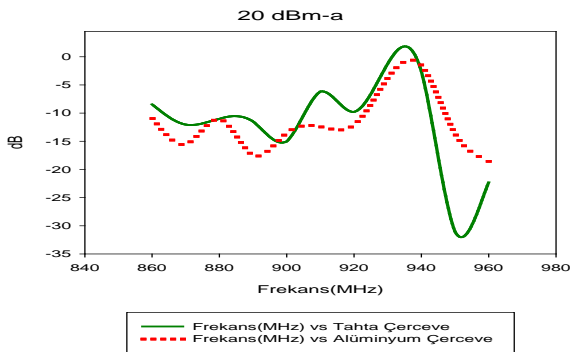
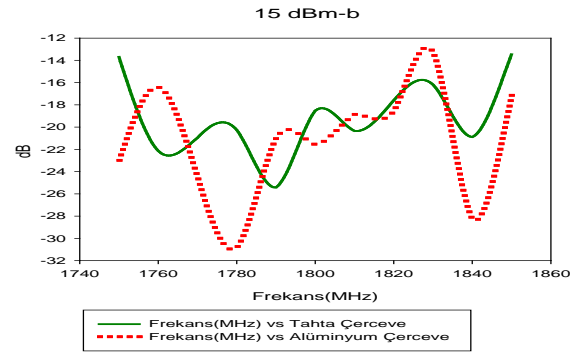
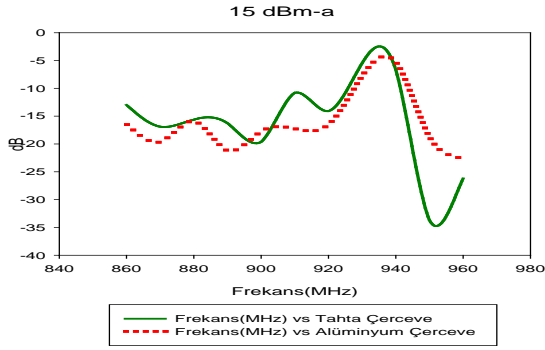


W5, W6, W7 ve W8 örme numuneler için sinyal kaynağı farklılığının incelenmesi

Ek 2 Numune Yerleşim Çerçevesinin Emse Ölçüm Verilerine Etkisi



İletken çerçeve ve tahta çerçeve arasındaki farklılık, (5dBm ve 10dBm için)



İletken çerçeve ve tahta çerçeve arasındaki farklılık, (15dBm ve 20dBm için)