DESIGNING OF BIO-COMPOSITE SUPPORTED METAL SURFACE ISOLATED PRINTED CIRCUIT BOARD

BİYO-KOMPOZİT DESTEKLİ METAL YÜZEY İZOLELİ BASKILI DEVRE KARTI TASARIMI

Serkan Aydın[a], Uğur Kesen[b], Ali Sarıkaş[c], Garip Genç[d]
[a] Marmara Üniversitesi Teknik Bilimler MYO, İstanbul, Türkiye, serkan.aydin@marmara.edu.tr
[b] Marmara Üniversitesi Teknoloji Fakültesi, İstanbul, Türkiye, ukesen@maramara.edu.tr
[c] Marmara Üniversitesi Teknik Bilimler MYO, İstanbul, Türkiye, ali.sarikas@marmara.edu.tr
[d] Marmara Üniversitesi Teknoloji Fakültesi, İstanbul, Türkiye, ggenc@maramara.edu.tr

Özet

İmalat endüstrisinden çıkan ürünlerin teknolojik olmasının yanında sürdürülebilirliğinin ve rekabet edilebilirliğinin de yüksek olması gerekmektedir. Otomotiv ve bina sektöründe kullanılan ürünlerdeki yalıtım, enerji verimliliği, geri dönüşüm özelliklerinin yüksek olması bu ürünlerin tercih edilebilirliklerini arttırmaktadır. Bu çalışmada sukabağı ve reçine karışımı ile oluşturulmuş biyo-kompozit destekli metal yüzey izoleli bir baskı devre kartının (BCSIMSPCB) üzerine yerleştirilen Mavi LED'ler ile yeni bir aydınlatma paneli tasarımı yapılmıştır. En az enerji ile en fazla ışık elde ederken iyi yalıtım ve daha çok geri dönüşüm fikriyle gerçekleştirilen tasarım sonrasında aydınlatma modülünün ışık gücü, enerji sarfiyatı ve yalıtım özellikleri gösterilmiştir.

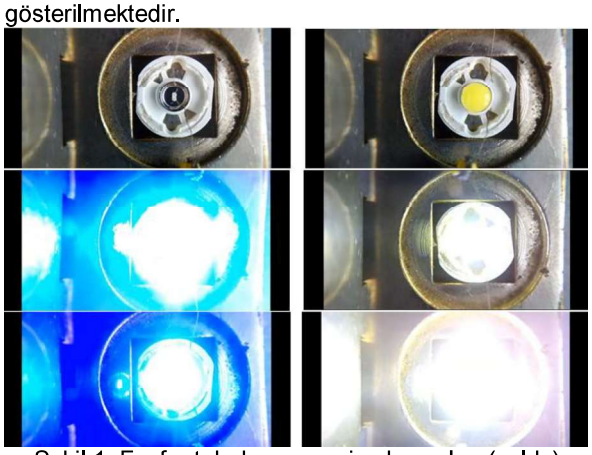
Anahtar kelimeler: Aydınlatma, PCB, Biyo-kompozit, LED.

Abstract

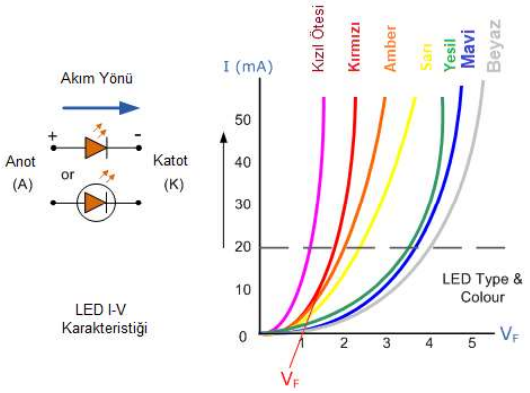
The products coming from the manufacturing industry need to be high in terms of technology as well as their sustainability and competitiveness. The high insulation, energy efficiency and recycling properties of the products used in automotive and building sectors increase the preferability of these products. In this study, a new design made with Blue LEDs placed on Bio-Composite Insulated Metallic Substrate Printed Circuit Board (BCSIMSPCB) of a newly designed with luffa and resin mixture. The light power, energy consumption and insulation properties of the lighting module were shown after the design with the most insulation and multi-recycling idea while achieving the most light with the least energy.
Keywords: Lighting, PCB, Bio-composite, LED

1. Giriş

Yaşam alanlarının vazgeçilmez ihtiyacı olan aydınlatmanın karşılanması imalat endüstrisinde birçok ürün geliştirilmektedir. Daha az enerji harcayarak aydınlatmanın gerçekleştirilmesi bu işlemi yaparken de estetik, yalıtım, dayanıklılık ve geri dönüşüm gibi ürün tasarımındaki sürdürülebilirliği arttıracak unsurların göz önünde bulundurulması gerekmektedir.
2014 yılında Samu Akasaki, Hiroshi Amano ve Shuji Nakamura mavi ışık yayan diyot (LED) keşifleriyle Nobel Fizik ödülüne layık görülmüşlerdir.[1] Mavi LED'lerin üretilmesiyle beraber beyaz ışık elde etmek için daha az enerji harcanmaktadır. Mavi ışık fosfor tabakasına çarptırılarak beyaz ışığın yansıması gerçekleştirilmekte ve bu sayede beyaz ışığın elde edilmesi için aynı akımda daha az gerilim kullanılmaktadır[6]. Şekil 1'de fosfor tabakalı ve fosfor tabakasından ayrılmış bir LED'in ışık yayılımı gösterilmektedir[2]. Şekil2.' de ise farklı dalga boylarında LED'lerdeki ön gerilimlime ve akım grafikleri dalga boyuna denk gelen renklere göre gösterilmektedir.



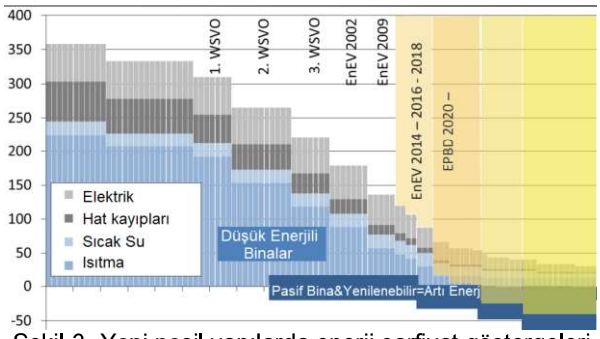
Şekil 1. Fosfor tabakasız mavi ışık yayılımı(solda)-Fosfor tabakalı beyaz ışık yayılımı (sağda)



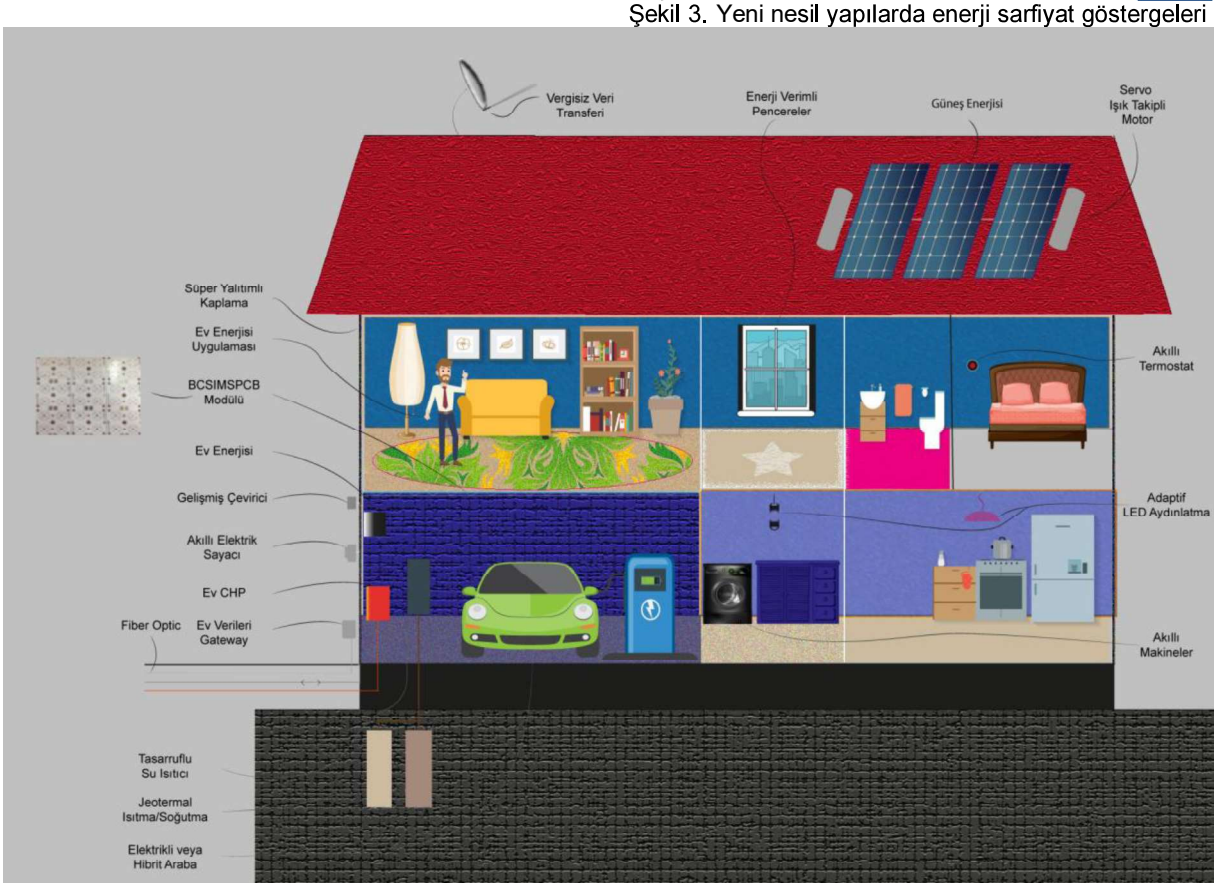
Şekil 2. Farklı Renklerdeki LED gerilim akım karakteristikleri

Almanya'da yeni ve yenilenmiş binalar için enerji verimliliği ile ilgili olarak EnEV kodlaması geliştirilmiştir. Bu kodlamada konut ve konut dışı binaların beklenen birincil enerji tüketimini belirlemek için zorunlu (eşdeğer bir model oluşturma) enerji çerçevesi hesaplaması gerektiren performansa dayalı bir koddur. Bu koda göre yönetmelikler ve düzenlemeler HVAC, sıcak su, aydınlatma (sadece konut dışı), biyo-iklimsel tasarım ve yenilenebilir enerji de dahil olmak üzere hesaplamada sistemleri kullanan veya üreten termal zarf gereksinimlerini ve enerjisini ele almaktadır.[3]
Şekil3 incelendiğinde 2020 yılı için düzenlemelerin istediği birim değer oranlarının 2020 li yıllara gelindiğinde 50 br enerji sarfiyatında yoğunlaşacağı standartları tutturabilmek için en ufak enerji

verimliliğinin kayda değer hale geleceği anlaşılacaktır.[4]
Günümüzde akıllı ev konseptiyle oluşturulan barınma alanlarının yenilenebilir enerji kaynaklarıyla desteklenmesiyle birlikte elde edilen enerjinin verimli kullanılması gerekmektedir.



Şekil 3. Yeni nesil yapılarda enerji sarfiyat göstergeleri



Şekil 4 Akıllı Ev ve Elektrikli Araç

Akıllı evlerde üretilecek ve depolanacak olan fazla enerjinin mobil araçlara transferi; normalde fosil yakıt kullanan otomotivlerin elektrik enerjisi kullanmaya başlamasının yaygınlaşması enerjinin verimli kullanımını ve daha az enerji harcayan sistemlerin gerçekleştirilmesini hızlandıracaktır. Şekil 4 de akıllı ev konseptiyle tasarlanmış bir bina ve elektrik şebekesine takılan bir otomobil gösterilmektedir. Otomobil farlarında led aydınlatma tasarımları artmaktadır. [5]
Bu kapsamda yeni nesil aydınlatma ürünlerinde harcanan enerjinin azaltılması ve bu işlemi yaparken ısı yalıtımının gerçekleştirilmesi birçok yeni geliştirilen enerji verimliliği standartlarına uyum sağlayacak ve ürün tasarımlarında farklılık oluşturarak ilave katma değer sağlayacağı düşünülmektedir. Bu çalışmada yukarıda bahsedilen fikir kapsamında biyo-kompozit destekli bir aydınlatma modülünün gerçekleştirilmesi anlatılacaktır.

Bu çalışmada özellikle aydınlık ihtiyacının karşılanması için az enerji harcama konseptiyle oluşturulmuş yalıtım için biyo-kompozit malzeme ile desteklenmiş metal BCSIMCPCB modülü tasarlanmıştır.

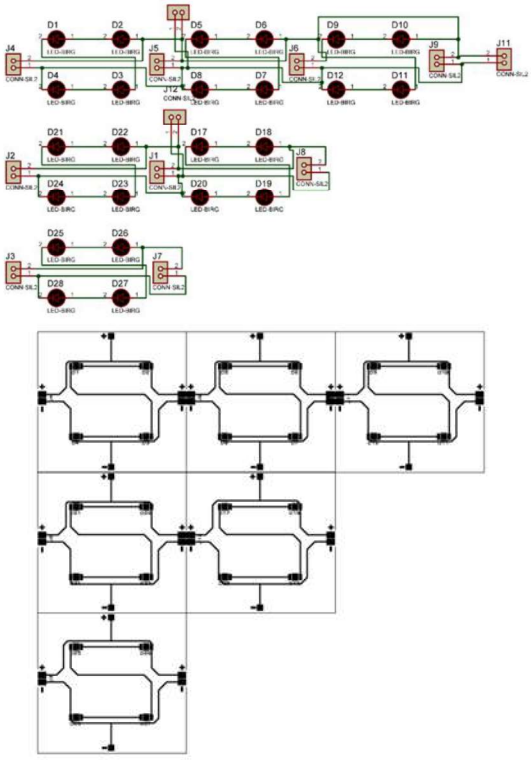
2. Biyo Kompozit Malzemenin Üretimi

Bu çalışma kapsamında biyo-kompozit levhalar alüminyum levhalar ile bütünleşik üretilmiştir. Üretilen biyo-kompozit plakalarda takviye elamanı olarak kabak lifi ve matris olarak epoksi reçine kullanılmıştır. Kabak lifi katmanları elle yatırma yöntemiyle kalıp içerisine yerleştirildikten sonra matris uygulanmış ve en üst yüzeye Alüminyum levha yerleştirilmiştir. Hazırlanan kalıp kürlenme koşullarının sağlanabilmesi için PLC (Programlanabilir Lojik Kontrolör) ile kontrol edilen ısıtma üniteli hidrolik presin çeneleri arasına yerleştirilmiştir. Kalıp 100 dakika boyunca 5 Bar ve 120 ° C dereceye şartları altında preslenmiş ve biyo-kompozit malzemenin kürlenme süreci tamamlanmıştır. Kalıp soğuma süresi tamamlandıktan sonra Al destekli biyo-kompozit levha kalıp içerisinden çıkarılıp, Al yüzey üzerine LED aydınlatma malzemeleri lehimlenmiştir.

3. Aydınlatma Modülünün Tasarımı

Gerçekleştirilen malzemenin üzerine yüzey temaslı SMD mavi LED'ler yerleştirilmiştir. LED'lerin elektronik devresi ve dizilimleri Şekil 5'te gösterilmektedir. Baskı devre deseni incelendiğinde her bir hücrede 4 adet SMD LED için yer ayrıldığı ve seri ile paralel bağlantı geçişlerinin çok rahatlıkla hücreler arasında

yapılabileceği gözükmektedir.[7] Bu çalışmada panel üzerinde bulunan 3 hücre kullanılmıştır. Hücre içinde seri olarak 4 LED birbirine arka arkaya bağlanmıştır. 3 farklı hücrede bulunan 4'lü seri bağlantılı LED'ler paralel bağlanarak aydınlatma paneli toplam 12 Mavi LED kullanılarak bir sıra halinde BCSIMSPCB lehimlenmiştir.



Şekil 5. Elektronik devre şeması (üstte) Baskı devre üst görüntüsü (altta)

3. Yöntem

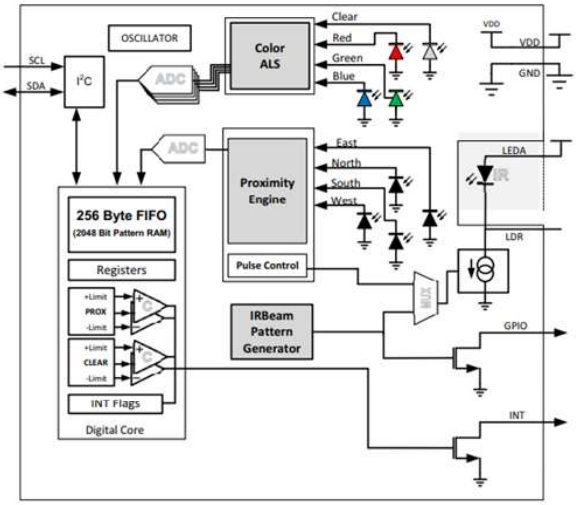
Şekil 6' da ölçüm düzeneğinde görülecek olan aydınlatma panelinin Şekil 5'de verilen baskı devre desenine uygun olarak yüzeyi SMD Mavi LED'lerle lehimlenmiştir. Daha sonra 8-14 Volt aralığında değişen potansiyel voltajlarda DC doğru akım uygulanarak Mavi LED'lerin çektiği akımlar kaydedilmiştir. Işık gücü ölçümlerinde kullanılan ölçüm cihazlarının lüx ölçmek için uygun mesafe 1m olarak ayarlanan sabit bir ayak kullanılarak sağlanmıştır.



Şekil 6. Kurulan düzenek, aydınlık(üstte) ve karanlık(altta)

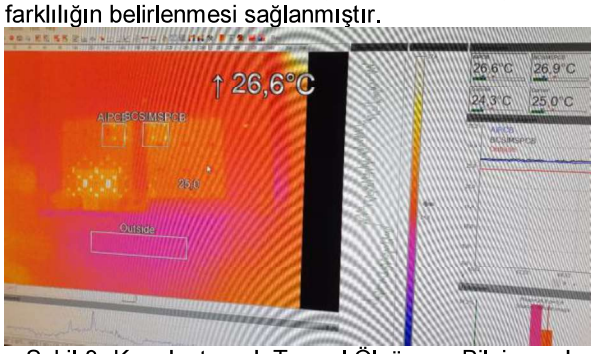
Işık ölçümlerinde 2 farklı ölçü aleti kullanılmıştır. Birinci ölçü aleti sadece bu iş için özel olarak tasarlanan Lutron LX-103 cihazıdır. İkinci ölçümler bu çalışma için farklı bir bakış açısı oluşturması açısından Samsung S9 cihazı içinde bulunan Texas Instrument Firmasının geliştirdiği TMD4906 renk ve yaklaşım sensörü için yazılan ve Android işletim sistemi üzerinde çalışan bir uygulama ile gerçeklenmiştir. Şekil 7 de android uygulamasıyla ışık ölçmek için kullanılan çok amaçlı sensörün blok şeması verilmiştir.

Geliştirilen biyo-kompozit destekli modülün (BCSIMSPCB) sıcaklık ölçümlerinin karşılaştırılması yalın halde bulunan izoleli aliminyum baskı devre kartı (AIPCB) ile gerçekleştirilmiştir.



Şekil 7. TMD49xx blok şeması

Şekil 8 de gösterildiği üzere zamana bağlı olarak değişen sıcaklık farklılıkları termal kamera ile ölçülmüştür. Ölçümler yapılırken iki farklı modülün ön ve arka yüzlerindeki sıcaklık değişimi ile ortamın sıcaklık değerleri 150 dk'lık süre kaydedilmiştir. Ayrıca modüllere uygulanan potoansiyel enerji farkı 12V' tan 13V'a arttırılarak ısı değişimindeki değişimdeki farklılığın belirlenmesi sağlanmıştır.



Şekil 8. Karşılaştırmalı Termal Ölçüm ve Bilgisayarlı Kayıt Ortam Görüntüsü

4. Bulgular ve Tartışma

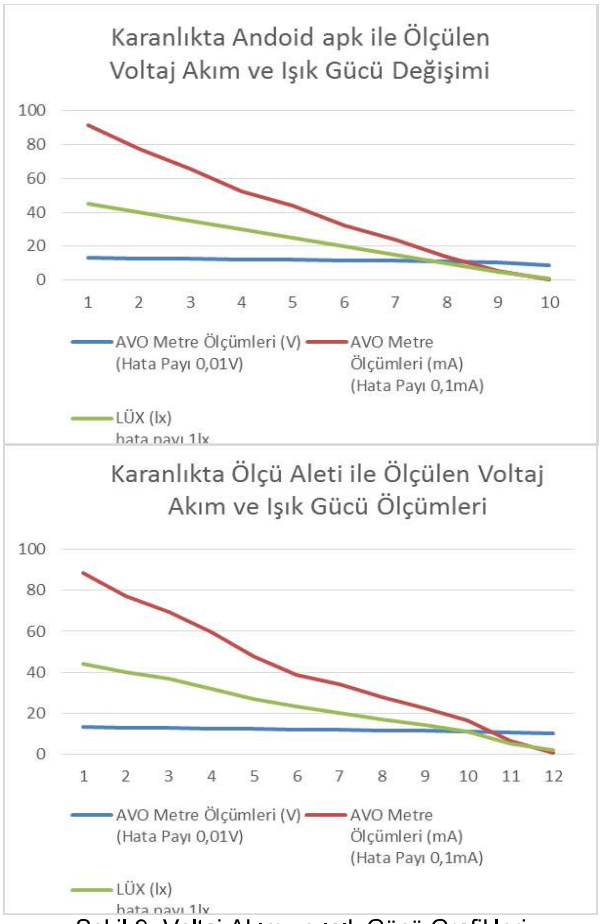
İki farklı ölçü aletinden elde edilen ve karanlık ortamda ölçüm yapılarak elde edilen değerler karşılaştırmalı olarak Tablo 1 de gösterilmiştir.

Ölçümler ayrıca floresan lamba ile aydınlatılmış aydınlık ortamda tekrarlanmıştır. Aydınlatma modülü çalışmadan önce 39lx değerinde floresan lamba ışık gücü ölçülen ortamda 13,09 Volt ' a karşılı 80,5 mA akım çekilerek ilave 59 lx' lük ışık gücü toplamda 108 lx ölçülmüştür. Şekil 9' de elde edilen sonuçların voltaj akım ve ışık gücü grafikleri verilmiştir. Tablo 2 de verilmiştir.

Tablo 1. Karanlık Ortam Işık Ölçüm Sonuçları

AVO Metre Ölçümleri (V) (Hata Payı 0,01V)	AVO Metre Ölçümleri (mA) (Hata Payı 0,1mA)	Güç Kaynağı (V)	Güç Kaynağı (A)	LÜX (lx) hata payı ± 1lx (yazılımsal)	Sistem Direnci=R	TMD4906 için andmoid apk mobil cihaz ölçümleri
13,04	91,8	12,9	0,07	45	142,0479	
12,78	77,7	12,7	0,06	40	164,4788	
12,51	65,8	12,5	0,06	35	190,1216	
12,21	52,5	12,3	0,05	30	232,5714	
11,94	44,2	12	0,04	25	270,1357	
011,64	32,2	11,7	0,03	20	361,4907	
11,35	23,6	11,6	0,02	15	480,9322	
10,88	14	11,4	0,02	10	777,1429	
10,54	5,2	11,2	0,01	5	2026,923	
8,63	0,057	11	0,01	1	151403,5	

AVO Metre Ölçümleri (V) (Hata Payı 0,01V)	AVO Metre Ölçümleri (mA) (Hata Payı 0,1mA)	Güç Kaynağı (V)	Güç Kaynağı (A)	LÜX (lx) hata payı ± (5 %)	Sistem Direnci=R	LX-103 ± (5 % + 2 d) Ölçü aleti ölçümleri
13,09	88,5	12,9	0,08	44	147,9096	
12,84	77,3	12,7	0,07	40	166,1061	
12,66	69,4	12,5	0,06	37	182,4207	
12,42	59,6	12,3	0,05	32	208,3893	
12,11	47,9	12	0,04	27	252,8184	
11,84	38,7	11,7	0,03	23	305,9432	
11,7	34	11,6	0,02	20	344,1176	
11,51	27,7	11,4	0,02	17	415,5235	
11,32	22,2	11,1	0,01	14	509,9099	
11,11	16,6	11	0,01	11	669,2771	
10,61	6,2	10,5	0	5	1711,29	
10,09	0,7	10	0	2	14414,29	



Şekil 9. Voltaj Akım ve ışık Gücü Grafikleri

Tablo 2. Aydınlık ortamda yapılan ışık ölçüm sonuçları

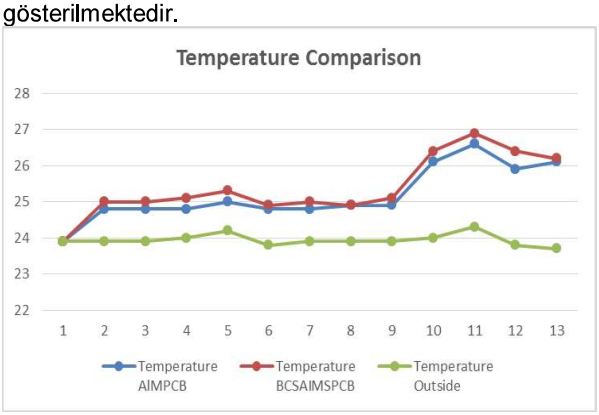
Ölçüm	AVO Metre Ölçümleri (V) (Hata Payı 0,01V)	AVO Metre Ölçümleri (mA) (Hata Payı 0,1mA)	Güç Kaynağı (V)	Güç Kaynağı (A)	LÜX (lx) hata payı ± (5 %)	Sistem Direnci=R	LX-103 ± (5 % + 2 d) Ölçü aleti ölçümleri
1	13,09	80,5	12,9	0,07	108	162,6087	
2	12,84	72,7	12,7	0,06	103	176,61623	
3	12,66	68,8	12,5	0,06	99	184,01163	
4	12,42	60,1	12,3	0,05	92	206,65557	
5	12,11	47,8	12	0,04	82	253,34728	
6	11,84	37,4	11,7	0,03	76	316,57754	
7	11,7	33,4	11,6	0,02	66	350,2994	
8	11,51	27,2	11,4	0,02	60	423,16176	
9	11,32	21,9	11,2	0,01	56	516,89498	
10	11,11	16,3	11	0,01	51	681,59509	
11	10,61	5,9	10,5	0	43	1798,3051	
12	10,09	0,23	10	0	39	43869,565	

En son olarak yapılan BCSIMSPCB ve AIPCB olarak ifade edilen aydınlatma modüllerinin sadece bir hücresine lehimlenen ve 4 adet LED bağlantısı yapılarak gerçekleştirilen termal kamera sonuçları Tablo 3'de verilmiştir. Yapılan ölçümlerde biyo-kompozit destekli olan modül ile yalın halde bulunan aliminyum izoleli modül arasında ortalama olarak devamlı 0,225 derece ısı farkı tespit edilmiştir. Ölçümler incelendiğinde AIPCB'nin ortalama sıcaklığı 25,29 derece olurken BCSIMSPCB'nin ise 25,52 derece olmuştur.

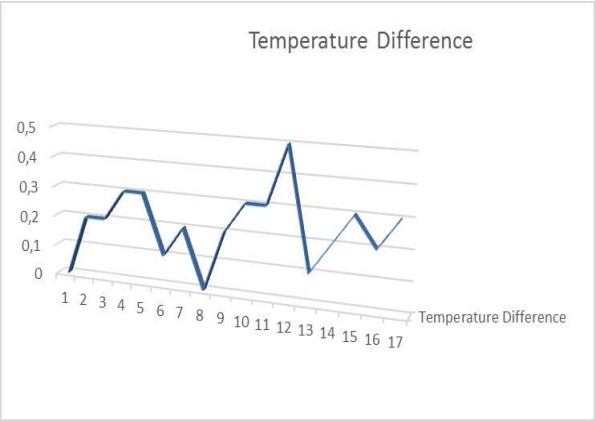
Tablo 3 BCSIMSPCB ve AIPCB termal kamera ölçüm sonuçları

No	VOLTAGE	TIME	Temperature				Side
			AIMPCB	BCSAIMSPCB	Difference	Outside	
1	12V	135024	23,9	23,9	0	23,9	frontside
2	12V	151040	24,8	25	0,2	23,9	
3	12V	151043	24,8	25	0,2	23,9	
4	12V	151046	24,8	25,1	0,3	24	
5	12V	151053	25	25,3	0,3	24,2	
6	12V	151056	24,8	24,9	0,1	23,8	
7	12V	151111	24,8	25	0,2	23,9	
8	12V	151114	24,9	24,9	0	23,9	
9	12V	151117	24,9	25,1	0,2	23,9	
10	13V	161411	26,1	26,4	0,3	24	
11	13V	161453	26,6	26,9	0,3	24,3	
12	13V	161505	25,9	26,4	0,5	23,8	
13	13V	161519	26,1	26,2	0,1	23,7	
14	13V	161755	25,6	25,8	0,2	24,1	backside
15	13V	161812	25,6	25,9	0,3	24,2	
16	13V	161820	25,5	25,7	0,2	24,1	
17	13V	161822	25,5	25,8	0,3	24,1	

Şekil 10 zamana bağlı olarak farklı modüller üzerindeki sıcaklık değişimleri dış ortam sıcaklığıyla beraber gösterilmektedir.



Şekil 10. BCSIMSPCB ve AIPCB sıcaklık değerleri



Şekil 11 BCSIMSPCB ve AIPCB sıcaklık değişimi farkı

4. Sonuç

Bu çalışma kapsamında biyo-kompozit levhalar alüminyum levhalar ile bütünleşik üretilmiştir. Deney ve ölçme düzeneğinde yalın Alüminyum levhalar ve biyo-kompozit levha destekli Alüminyum levhalar kullanılmıştır. İki aydınlatma paneli üzerinde akım, gerilim ve sıcaklık değerleri ile ilgili ölçümler gerçekleştirilmiş ve farklı olduğu gözlemlenerek değerlendirmeler yapılmıştır. Biyo-kompozit malzeme destekli Alüminyum Levhalı LED aydınlatma sisteminin küçük farklılıkta akım gerilim değerlerine karşılık sıcaklık farklılıkları gözlemlenmiştir. Özelikle otomotiv sektöründe ısı yalıtımının sağlanması ve enerji verimliliği yüksek imalatların yapılması önem arz etmektedir. İleriki çalışmalarda Biyo-kompozit malzeme destekli Alüminyum Levhalı LED aydınlatma sisteminin titreşim testleri gerçekleştirilmesi planlanmaktadır.

Bu çalışma Marmara Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projelerinin desteği kapsamında yapılmıştır. FEN-A-131217-0667, Biyo-Kompozit PCB Kart Tasarımı ve Üretimi

Kaynaklar

[1] Akasaki, Isamu, et al. "The Nobel Prize in Physics 2014." Nobelprize. org. Nobel Media AB 2014
[2] https://youtu.be/3vh8I2NVpos 23.04.2019
[3]http://www.gbpn.org/databases-tools/bc-detail-pages/germany 23.04.2019
[4] Climate Neutrality in Building Stock until 2050 Dr. Burkhard Schulze Darup, schulze darup & partners berlin – nuremberg 18.11.2018
[5] Topaloğlu T, Gürsoy C, Bakcan M,F, Yılmaz G, Elektromanyetik Uyumlu LED'li Geri Sis Modülü Tasarımı, Irditech 2018 Uluslararası Ar-Ge, İnovasyon Ve Teknoloji Yönetimi Kongresi, S:1-17, 2018
[6] Wördenweber, B., Wallaschek, J., Boyce P. Hoffman D., Automotive Lighting and Human Visio, Springer Berlin Heidelberg, New York. 2007
[7] Montrose, M.,I., Printed Circuit Board Design Techniques For Emc Compliance: A Handbook for Designer, 2nd Edition, Wiley IEEE Press, USA.2000