



T.C.
KONYA TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ



**HAYATİ PARAMETRELERİN ÖLÇÜMÜYLE
MELATONİN SALGISI DESTEKLEYİCİ
SİSTEM TASARIMI**

Murat Furkan TOSUN

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Elektrik Elektronik Mühendisliği Anabilim Dalı

05-2023
KONYA
Her Hakkı Saklıdır
TEZ KABUL VE ONAYI

Murat Furkan TOSUN tarafından hazırlanan “Hayati Parametrelerin Ölçümüyle Melatonin Salgısı Destekleyici Sistem Tasarımı” adlı tez çalışması 06/06/2023 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oy birliği ile Konya Teknik Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Elektrik Elektronik Mühendisliği Anabilim Dalı’nda YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak kabul edilmiştir.

Jüri Üyeleri

İmza

Doç.Dr.Nurettin ÇETİNKAYA

.....

Doç.Dr.Bayram AKDEMİR

.....

Dr.Öğr.Üyesi Sabri ALTUNKAYA

.....

Yukarıdaki sonucu onaylarım.

Prof. Dr. Mevlüt UYAN
Enstitü Müdürü

TEZ BİLDİRİMİ

Bu tezdeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edildiğini ve tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada bana ait olmayan her türlü ifade ve bilginin kaynağına eksiksiz atıf yapıldığını bildiririm.

DECLARATION PAGE

I hereby declare that all information in this document has been obtained and presented in accordance with academic rules and ethical conduct. I also declare that, as required by these rules and conduct, I have fully cited and referenced all material and results that are not original to this work.

Murat Furkan TOSUN

Konya-2023

ÖZET**YÜKSEK LİSANS TEZİ****HAYATİ PARAMETRELERİN ÖLÇÜMÜYLE
MELATONİN SALGISI DESTEKLEYİCİ SİSTEM TASARIMI****Murat Furkan TOSUN****Konya Teknik Üniversitesi
Lisansüstü Eğitim Enstitüsü
Elektrik Elektronik Mühendisliği Anabilim Dalı****Danışman: Doç. Dr. Bayram AKDEMİR****2023, 90 Sayfa****Jüri****Doç.Dr.Bayram AKDEMİR
Doç.Dr.Nurettin ÇETİNKAYA
Dr.Öğr.Üyesi Sabri ALTUNKAYA**

Melatonin hormonu büyüme ve gelişme için gereklidir. Özellikle prematüre doğanlar normal doğanlara oranla daha yüksek melatonin salgısına ihtiyaç duyarlar. Bu hormon karanlık ortamda salgılanıp, ışık etkisi altında baskılanır. Yeni doğan yoğun bakım üniteleri için anne karnı hissiyatının devamı ve melatonin salgısını destekleyici ortam oluşturulmasına yönelik sistem tasarımı gerçekleştirilmiştir. Bebeğin hayati parametrelerine göre, optik özelliklerini üzerine uygulanan elektrik enerjisiyle değiştiren polimer dağılmış likit kristal cam yapısının kontrolü sağlanmıştır. İnsan temasına karşı elektriksel izolasyon tedbirleri alınmış, sterilizasyon ve temizlik çalışmaları için uygun hale getirilmiştir.

Bu çalışmada, bir diğer konu ise, hayati parametrelerin ölçümlendiği cilt problemleri günümüzde kablolu sensörler ile gerçekleştirilmektedir. Ancak hekimler bazı durumlarda, bebeklere rahatsızlık verdiği ve uzuvlarına dolaştığı gerekçesiyle bu sensörleri kullanmamayı tercih ederler. Bir çözüm olarak, cilt sıcaklığı verisi, kablosuz cilt probu ile düşük tüketimli Bluetooth teknolojisi üzerinden taşınmıştır.

Anahtar Kelimeler: BLE, Melatonin, Optik, PDLC, SPD, Termoplastik Poliüretan

ABSTRACT**MS THESIS****MELATONIN SUPPORTING SYSTEM DESIGN
BY MEASUREMENT OF VITAL PARAMETERS****Murat Furkan TOSUN****Konya Technical University
Institute of Graduate Studies
Department of Electrical and Electronics****Advisor: Assoc. Prof. Bayram AKDEMİR****2023,90 Pages****Jury****Assoc. Prof. Bayram AKDEMİR
Assoc. Prof. Nurettin ÇETİNKAYA
Assistant Prof. Sabri ALTUNKAYA**

The hormone melatonin is necessary for growth. Especially premature babies need higher melatonin secretion than normal babies. This hormone is secreted in the dark and suppressed under the effect of light. A system has been designed for neonatal intensive care units to make the feeling of the mother womb and to create an environment that supports melatonin secretion. According to the vital parameters of the baby, the polymer dispersed liquid crystal glass structure is controlled which changes its optical properties with the electrical energy applied on it. Electrical isolation has been provided against human contact and has been made suitable for sterilization and cleaning works.

In this study, another issue is skin probes, in which vital parameters are measured, nowadays with wired sensors. However, in some cases, doctors prefer not to use these sensors because they cause discomfort to infants and entanglement in their limbs. As a solution, skin temperature data was transmitted via low consumption Bluetooth technology with a wireless skin probe.

Keywords: BLE, Melatonin, Optical, PDLC, SPD, Thermoplastic Polyurethane

ÖNSÖZ

Yüksek lisans tezim ile çalışmalarımda değerli bilgi ve tecrübeleriyle bana yol gösteren, yardımlarını esirgemeyen danışmanım Konya Teknik Üniversitesi Elektrik Elektronik Mühendisliği Bölümü öğretim üyesi Doç. Dr. Bayram AKDEMİR ve Ertunç ÖZCAN Medikal Cihazlar Ltd. Arge Departmanı takım lideri Aykut KELEŞ'e teşekkürü bir borç bilirim.

Murat Furkan TOSUN
KONYA-2023



İÇİNDEKİLER

ÖZET	iv
ABSTRACT.....	v
ÖNSÖZ	vi
İÇİNDEKİLER	vii
SİMGELER VE KISALTMALAR	ix
1. GİRİŞ	1
2. KAYNAK ARAŞTIRMASI	4
3. MATERYAL VE YÖNTEM.....	31
3.1. Kablosuz Cilt Sıcaklığı Ölçümü	31
3.1.1. Termistör ile Sıcaklık Ölçümü.....	32
3.1.2. Stein-Hart Denklemi.....	33
3.2. Akıllı Camlar.....	34
3.2.1. Aktif Camlar.....	34
3.2.1.1. Elektrokromik Camlar.....	35
3.2.1.2. Polimer Dağınmık Likit Kristal Camlar.....	37
3.2.1.3. Askıda Partiküllü amlar.....	39
4. HAYATİ PARAMETRELERİN ÖLÇÜMÜYLE MELATONİN SALGISI DESTEKLEYİCİ SİSTEM TASARIMI	41
4.1. Hayati Parametrelerin İzlenmesi.....	41
4.1.1. ADC Ölçüm Kriterleri ve Seçimi	43
4.1.2. Kablosuz Cilt Sıcaklığı Ölçümü	47
4.1.3. RS-485 ile Kontrol Birimlerinin Haberleşmesi.....	51
4.2. Polimer Dağılmış Likit Kristal Camın Kontrolü.....	52
4.2.1. İzolasyon Kaplama.....	54
4.2.1.1. Termoplastik Poliüretan.....	55
4.2.2. Güç Sistemi.....	55
4.2.3. Giriş Filtreleme.....	60
4.2.4. Seçici Devreler.....	61
4.2.5. Yerleşim ve Sonuç.....	63

5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER	68
5.1 Sonuçlar	68
5.2 Öneriler	69
KAYNAKLAR	70
EKLER	72



Simgeler

R	Direnç
k	Sıcaklık Katsayısı
ΔT	Sıcaklık Değişimi
αT	Direnç Sıcaklık Katsayısı
T	Kelvin Cinsinden Sıcaklık
Ω	Ohm/Direncin Birim Sembolü
Λ	Lambda
$\Delta\Sigma$	Delta-Sigma
mV	Milivolt
R_t	Sonlandırma Direnci
nm	Nanometre
CO	Karbonmonoksit
COHb	Karboksihemoglobin
HbO ₂	Oksihemoglobin
Hb	Hemoglobin
SpO ₂	Oksijen Satürasyonu
PO ₂	Parsiyel Arteriyel Oksijen Basıncı
WO ₃	Tungsten Oksit
pH	Potansiyel Hidrojen

Kısaltmalar

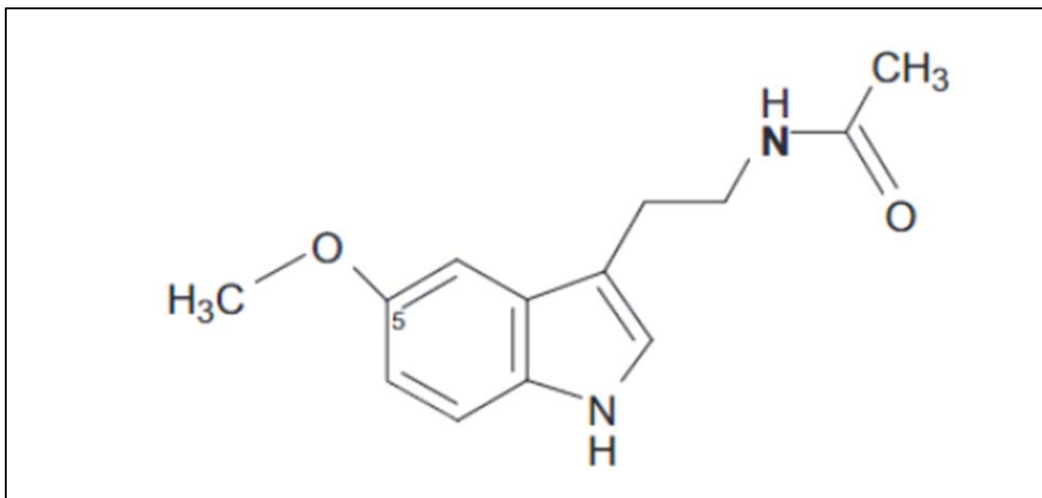
AC	Alternatif Akım
ADC	Analog-Dijital Dönüştürücü
AF	Sigorta Çıkışı
BLE	Bluetooth Düşük Enerji
DAC	Dijital Analog Dönüştürücü
DC	Doğru Akım
DE	Sürücü Aktif
EC	Elektrokromik
EMC	Elektromanyetik Bağışıklık
EMI	Elektromanyetik Girişim
ESD	Elektrostatik Deşarj
FRAM	Ferroelektrik Bellek
GPIO	Genel Amaçlı Giriş/Çıkış
GHz	Gigahertz
I2C	Haberleşme Protokolü / Devreler arası
IFR	Kızılötesi
IOT	Nesnelerin İnterneti
KHz	Kilohertz
LED	Işık Yayan Diyot
MCU	Mikrodenetleyici
NIRS	Yakın Alan Kızılötesi Spektroskopi
NTC	Negatif Termokupl
PDLC	Polimer Dağılmış Likit Kristal
PTC	Pozitif Termokupl
RE	Alıcı Aktif
RMS	Karekök Ortalama
RS-485	Haberleşme Protokolü/Önerilen Standart
RTD	Direnç Sıcaklık Dedektörü
SAR	Ardışık Yaklaşım Kaydı
SPD	Askıda Partiküllü Cam
TVS	Geçici Voltaj Bastırma
UART	Evrensel Asenkron Alıcı/Verici

1.GİRİŞ

Vücudumuzun savunma sistemini destekleyecek şekilde yaşam koşulları oluşturmak gerekir. Bunun bir etkeni de, uyku süresi ve karanlık ortam gerekliliğidir. Işıklı aletlerin icat edilmesinin ardından insan çevresel koşulları önemli ölçüde değişikliğe uğramış ve bu icadın pozitif geri dönüşleri olmuştur. Ancak pozitif etkilerin yanısıra ışığın insan fizyolojisine çeşitli negatif etkileri de olmuştur. Işığın özellikle belirli yaş gruplarında büyüme hormonuna etkisi önemli seviyededir.

Günün doğal karanlık olması gereken saatlerinde ışığa maruz kalmak, bu sorunların başında gelebilecek olumsuz etkiler doğurmuştur. İnsanlarda büyümeye yardımcı olan melatonin hormonunun salgılanması karanlık ortama ihtiyaç duyduğu için, yapay ışık uygulamasının getirdiği olumsuz etkilerden biri de bu hormonun yeterince salgılanamamasıdır. Melatonin (N-asetil-5-metoksitriptamin), epifiz bezi tarafından salgılanır ve ışık tarafından baskılanır. Melatonin çok etkili bir antioksidan olup, serbest radikal temizleyici etkiye sahiptir. Araştırmalar, melatoninin insanlarda kanser, nörodejeneratif bozukluklar ve yaşlanma önlemek için kullanımını desteklemektedir.

Çocuklarda ve yeni doğanlarda melatonin, solunum sıkıntısı sendromu, bronkopulmoner displazi, periventriküler lökomalazi (PVL), hipoksi, iskemi ensefalopati ve sepsis dahil olmak üzere sıkça kullanılmaktadır. Şekil 1'de melatonin yapısı paylaşılmıştır.



Şekil 1. Melatonin Yapısı

Melatonin hormonu yeni doğanlarda, özellikle de prematüre bebeklerde büyük önem arz etmektedir. Bir yeni doğan prematüre bebeğin günlük uyku ihtiyacı, ilerleyen aylarda azalmakla birlikte, günlük 18-20 saati bulmaktadır. Bu değer normal doğum yeni doğanlara oranla daha fazla olma sebebi ise prematüre bebeğin daha fazla büyümeye ihtiyaç duymasıdır. Bu süreçte olması gerektiği yer anne karnıdır. Anne karnı büyüme ve gelişme için gerekli olan en ideal ortamdır. Ancak çeşitli sebeplerle erken doğan bebekler için anne karnı ortamının devamının sağlanması gerekir.

Günümüz hastanelerinde kuvöz içi ortamının karanlık hale getirilmesi, bebek kuvözlerinin üst kısımlarının bez, örtü, kumaş gibi materyallerle kapatılarak ortam ışığının azaltılmasıyla sağlanmaktadır. Ancak bu bez ve örtüler yeni doğan birimlerinde görüldüğü üzere kirli, sağlığa zararlı ve steril olması zor materyallerdir. Ayrıca bebeğin durumunu görsel olarak izlemeyi ve elle müdahale edilerek kontrol işlemi yapılmasını zorlaştırır.

Bir diğer konu ise, gelişen teknolojiyle beraber geleneksel ölçüm yöntemleri ve haberleşme protokolleri, yerini yüksek doğrulukta, kullanım kolaylığı sunan kablosuz yöntemlere bırakmıştır. Bu doğrultuda veri doğruluğu ve kullanım kolaylığı açısından hassas olan medikal sistemler de büyük ölçüde etkilenmiştir. Özellikle hedef, yeni doğan yoğun bakım birimleri olduğunda, hassas cilt, biyoyumluluk ve sterilitate faktörleri konunun önemini artırmaktadır. Ayrıca yeni doğan birimleri, gerek vücut ölçüleri gerekse hassas ciltleri sebebiyle kablolu cilt problemlerinin yerine kablosuz, bebeğin baş ve boyun bölgelerine zarar vermeyi engelleyecek sistemlere yönelmektedir.

Özellikle yeni doğan birimlerinde sürekli ölçülen parametreler vardır. Bunlardan ikisi kandaki oksijen doygunluğu (SpO_2) ve cilt sıcaklığıdır. Bu nedenle bebek vücuduna en çok nüfuz eden problemler SpO_2 ve cilt sıcaklığı ölçer problemlerdir. Kablosuz haberleşme sistemleri, hasta hayati parametrelerinin gerek ürün lokalinde gerekse ortak ağa bağlanmış tüm IOT (Internet of Things) cihazlara yayın yaparak, kritik önem taşıyan bilginin, en hızlı zamanda en doğru yetkiliye ulaşım hızlı reaksiyon almayı sağlamaktadır. Günümüz gelişen teknolojisiyle, kablosuz IoT tabanlı cilt sıcaklığı ölçümü ve SpO_2 ölçümü yeni doğan birimlerinde tercih edilmeye başlanmıştır.

Bu çalışma, kuvözlerde steril olarak optik özelliklerini, elektrik enerjisine göre değiştirebilen bir sistem tasarımı içermektedir. Tasarlanacak sistem için hastane kullanım şartları, temizlik ve sterilizasyon kriterleri değerlendirilmiş olup, cihazın bu gibi maruziyetlere karşı dayanıklı olması sağlanmıştır.

Sistem, Polimer dağılmış likit kristal yapıda, elektrik duyarlılığı bulunan bir malzemeyle (PDLC) gerçekleştirilmiştir. Kuvözlerin kanopi kısmına uygulanacak olan bu malzeme ile, üzerine düşen gerilime göre ışık geçirgenliğinin değiştirilmesi sağlanmıştır. Buna ek olarak bebeğin hayati parametrelerinden alınan verilerin anlamlandırılmasıyla, PDLC sisteminin otomatik olarak yönetilip uyarı verilmesi sağlanmıştır. Bu uyarının maksadı, yukarıda bahsedilen gözle kontrol zorluğu yaşanmaması adına, PDLC malzeme ışık geçirmez durumdayken, geçirgenliğini azaltıp/artırıp kontrol edilmesidir.

Bebeğin hayati parametreleri, oksijen saturasyonu (SpO_2), cilt sıcaklığı ve nabız verileri, sensörler vasıtası ile PDLC kontrol birimine alınıp, bu parametrelere göre uyarı ve kontrol işlemleri gerçekleştirilmiştir. Tüm hayati parametreler, analog sensörler vasıtasıyla dijital kontrolcülere aktarıldıktan sonra filtrelenip anlamlandırılmıştır. Hayati parametrelerin çözünürlük ve hassasiyet kriterleri medikal standartlara uygun olarak sınırlandırılıp, prematüre bebeğin anne karnı hissiyatının devamlılığı sağlanmakla beraber, güvenli ve sağlıklı bir sistem de oluşturulmuştur. Çalışmada, sistemin gerekliliğine ait kaynak araştırması, içerdiği donanımların ve koşan yazılımların tasarımıyla birlikte, görsel, deneysel veriler paylaşılmıştır.

2.KAYNAK ARAŞTIRMASI

Berksoy, E. A. ve arkadaşları (2018), çalışmalarında acil triyaj odasına kabul edilen ateşli ve ateşsiz çocuklarda sıcaklığı ölçmek için kullanılan aksiller dijital termometrelerle donatılmış 3 kızılötesi (IFR) termografin doğruluğunu ve faydasını karşılaştırdılar. Bir triyaj odasına başvuran toplam 184 ateşli ve 135 ateşli çocuğu ardışık olarak değerlendirdiler. Aksiller sıcaklığı dijital elektronik termometre kullanılarak kaydettiler. Eş zamanlı olarak, aynı hemşire tarafından alın, boyun (karotis arter üzerinden) ve ense üzerinde IFR cilt taramaları yaparak, aksiller sıcaklık $\geq 37,5$ °C olarak tanımladılar. 4 bölgedeki sıcaklık okumaları karşılaştırdılar. Tüm denekler için aksiller sıcaklık $37,7 \pm 1,5$ °C, alın sıcaklığı $37 \pm 1,1$ °C, boyun sıcaklığı $37,6 \pm 1,5$ °C ve ense sıcaklığı $37 \pm 1,2$ °C olduğunu gördüler. Farklılıkların Bland-Altman grafiği, IFR ve aksiller önlemler arasındaki tüm anlaşmaların zayıf olduğunu ileri sürdü.

Alın ölçümleri, sıcaklığı $\geq 36,75$ °C olan hastalarda %88,6 duyarlılık ve %60 özgüllüğe sahipti. Boyun ölçümünün hassasiyetleri $\geq 37,35$ °C ve $\geq 36,95$ eşik değerlerinde 2 ila 6 yaş arasındakiiler için %95,5 ve %78,8 idi. Bu nedenle, alın ölçümleri yapıldığında ateşli deneklerin %11,4'ü gözden kaçmıştır. Boynun lateral tarafında yapılan bir IFR taraması, özellikle 2 ila 6 yaş arasındaki çocuklarda ateş taraması için güvenilir, rahat, hızlı ve non-invazif bir yöntemdir sonucuna vardılar. Tablo 1'de hasta karakteristikleri ve medyan sıcaklık değerleri paylaşılmıştır.

Tablo 1. Hasta Karakteristikleri ve Medyan Sıcaklık Değerleri

Yaş (n,%)	
<2	146(45.8)
2-6	110(34.5)
>6	63(19.7)
Cinsiyet (n,%)	
Erkek	176(55.2)
Kadın	143(44.8)
Vücut Ağırlığı	13(9.5)
Ortam Sıcaklığı	24.4(2.9)
Ayakta (n,%)	
Hayır	264 (82.8)
Evet	55 (17.2)

B

Clau
strat
ve
arka
daşı
(201
5),
çalış
mal

arında yaptığı gözlemlere göre melatonin, normal ışık/karanlık koşullarında geceleri epifiz bezi tarafından sentezlenen ve salgılanan bir metoksiindoldür. Endojen salgılama ritmi, suprakiazmatik çekirdekler tarafından üretilir ve aydınlık/karanlık döngüsüne katılır. Işık, melatonin üretimini ışık planına göre baskılayabilir veya senkronize edebilir. Bu hormonun niktohemeral ritmi, ana hepatik metabolit olan plazma veya tükürük, melatonin veya idrar sülfatoksimelatoninin tekrar ölçülmesiyle değerlendirilebilir.

Salgısı gecenin uzunluğuna göre ayarlanan melatoninin birincil fizyolojik işlevi, vücut yapılarına günlük ışık ve karanlık döngüsü ile ilgili bilgileri iletmektir. Bu bilgi, mevsimsel ritimler gibi ışık periyodundaki değişikliklere yanıt veren fonksiyonların organizasyonu için kullanılır. İnsanlarda melatonin mesajının olası değişikliği ile ilgili fizyolojik fonksiyonların mevsimsel ritmikliği, bununla birlikte, tarla koşulları altında ılıman bölgelerde sınırlı kanıt olarak kalmaktadır. Ayrıca gecenin çok güçlü bir biyokimyasal sinyali olan günlük melatonin salgısı, sirkadiyen ritimlerin organizasyonu için kullanılabilir.

Bu hormonun insanlardaki işlevleri temel olarak klinik gözlemler ve melatonin salgılanması arasındaki korelasyonlara dayansa da, melatoninin sirkadiyen ritimlerin, özellikle de vücut sıcaklığı ve uyku-uyanıklık ritimlerinin eşleşmesini stabilize ettiğine ve güçlendirdiğine dair bazı kanıtlar vardır. Diğer fizyolojik fonksiyonların sirkadiyen organizasyonu, örneğin bağışıklık, antioksidan savunma, hemostaz ve glikoz regülasyonu gibi melatonin sinyaline de bağlıdır. Melatoninin fizyolojik ve farmakolojik etkileri arasındaki fark her zaman net değildir, ancak hormon mesajının süresine değil dozuna bağlıdır.

"Fizyolojik" bir dozun, plazma melatonin seviyelerini gece tepe noktasıyla aynı büyüklük sırasına göre sağladığı kabul edilmektedir. Melatonin sekresyonunun düzenleyici sistemi, merkezi ve otonomik yolları izleyen karmaşık olduğundan, melatonin sekresyonunun bozulabileceği birçok patofizyolojik durum vardır. Ortaya çıkan değişiklik, hastalığa yatkınlığı artırabilir, semptomların şiddetini artırabilir veya bozukluğun seyrini ve sonucunu değiştirebilir. Melatonin reseptörleri vücutta çok geniş bir dağılım gösterdiğinden, bu bileşiğin varsayılan terapötik endikasyonları çoktur. Bu alanda büyük ilerlemeler, melatoninin etkinliğini ve uzun vadeli toksisitenin olmadığını

belirlemek için geniş bir hasta serisinde çok merkezli çalışmalar geliştirilerek elde edilebilir.

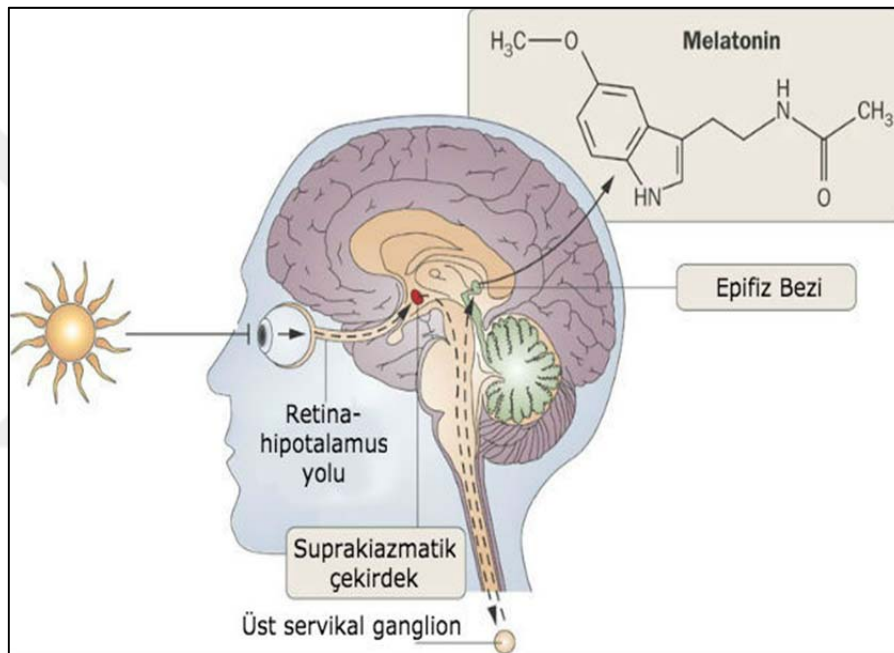
Melatonin, hücre zarlarından geçişi kolaylaştıran yüksek lipid ve suda çözünürlük gösterir . Dolaşıma salındıktan sonra çeşitli sıvılara, dokulara ve hücre kompartımanlarına (tükürük, idrar, beyin omurilik sıvısı, preovulatar folikül, meni, amniyotik sıvı ve süt) erişim sağlar. Melatonin epifizde depolanmadığından, plazma hormon profili epifiz aktivitesini tam olarak yansıtır . Salgı gece meydana gelir, maksimum plazma seviyeleri sabah 03:00-04:00 civarındadır ve kronotipe göre değişir. Oysa günlük seviyeler saptanamaz veya dinlenmiş deneklerde düşüktür. Bu gece ritmi, bir hormon ritmi için gözlemlenen en belirgin genliği gösterir.

Plazma melatonin profili, denekler arası büyük bir heterojenite sergiler. Bununla birlikte, aynı konuda günden güne çok tekrarlanabilir ve en sağlam sirkadiyen ritimlerden birini temsil eder. Melatonin salgısının iyi değerlendirilmesini sağlar. Bazı deneklerde, gece salgısı aşırı derecede düşüktür, hatta yoktur. Düşük melatonin sekresyonunun ritmik organizasyona karşı savunmasızlık ve morbidite üzerindeki sonuçları bilinmemektedir. Şu anda, enzimlerin hiçbir polimorfizmi bu heterojenliği açıklayamaz. Dolaşımdaki melatonin tüm vücut dokularına ulaşabilir ve beyin aktivitesini modüle etmek için kan-beyin bariyerini geçebilir.

Yaşamın ilk yılındaki olgunlaşmanın ardından, ritmik melatonin üretimi 3-6 yaşlarında en yüksek seviyelere ulaşır. Daha sonra gece tepe noktası, yetişkin seviyelerine ulaşılan kadar kademeli olarak %80 oranında düşer. Bu değişiklik geçici olarak cinsel olgunluğun ortaya çıkmasıyla bağlantılıdır ve basitçe hem artan vücut boyutunun hem de çocukluk döneminde epifiz büyümesinin olmaması nedeniyle sürekli melatonin üretiminin bir sonucu değildir .

Menstrüel siklusun oluşması için melatonin sekresyonunda herhangi bir değişiklik, özellikle ovulasyondan sorumlu hormon dalgalanmasını kolaylaştırabilen preovulatar düşüş gerekli görünmemektedir. Yaşlanmayla birlikte melatonin ritmi, faz ilerlemesi eğilimi ile aşamalı olarak azalır ve ileri yaşta tamamen ortadan kaldırılabilir . İlerleyen yaşla birlikte bozulan melatonin sekresyonunun artan pineal kireçlenme ile ilişkili olup olmadığı sorusu yanıtız kalmaktadır.

Son olarak, yaşlı uykusuzluk hastalarında güçlenen melatonin salgılanmasının azalması, bu hormon ile uykusuzluk tedavisinin gerekçesidir. Melatonin ritmi, memelilerdeki diğer sirkadiyen ritimler gibi (içme ve beslenme, uyku-uyanıklık döngüsü, sıcaklık, kortizol veya kortikosteron, vb.) hipotalamusun suprakiazmatik çekirdeklerinde bulunan endojen bir saat tarafından üretilir. Veriler, başta kemirgenler ve maymunlar olmak üzere hayvanlarda rapor edilmiştir ve insanlara da yayılmıştır. Klinik gözlemler doğrulama sağlar. Şekil 2’de melatonin salgılanmasının kontrolü belirtilmiştir.



Şekil 2. Melatonin Salgılanmasının Kontrolü

Fotik bilgi, esas olarak sirkadiyen osilatörün aktivitesini tam olarak 24 saate senkronize eden retino-hipotalamik yol yoluyla suprakiazmatik çekirdeklere (SCN) iletilir. SCN'den gelen nöronal yollar, sirkadiyen bilgiyi melatonin ritmini oluşturan epifiz bezi dahil olmak üzere farklı beyin bölgelerine doğrudan dağıtır. Melatonin salgılanmasının çevresel aydınlatma kontrolü için nöral yol, intermediolateral gri sütunu ve üstün servikal ganglionu (SCG) içerir.

Üretilen melatonin ritmi, SCN tarafından ritmik bilgisini dağıtmak için kullanılabilir. Melatonin, SCN seviyesinde ve ayrıca retinanın kendisinde geri

beslenebilir. Mevsimselliğe dahil olan yapılarda melatonine karşı melatonin güdümlü sirkadiyen bir duyarlılık ritmi mevcut olabilir.

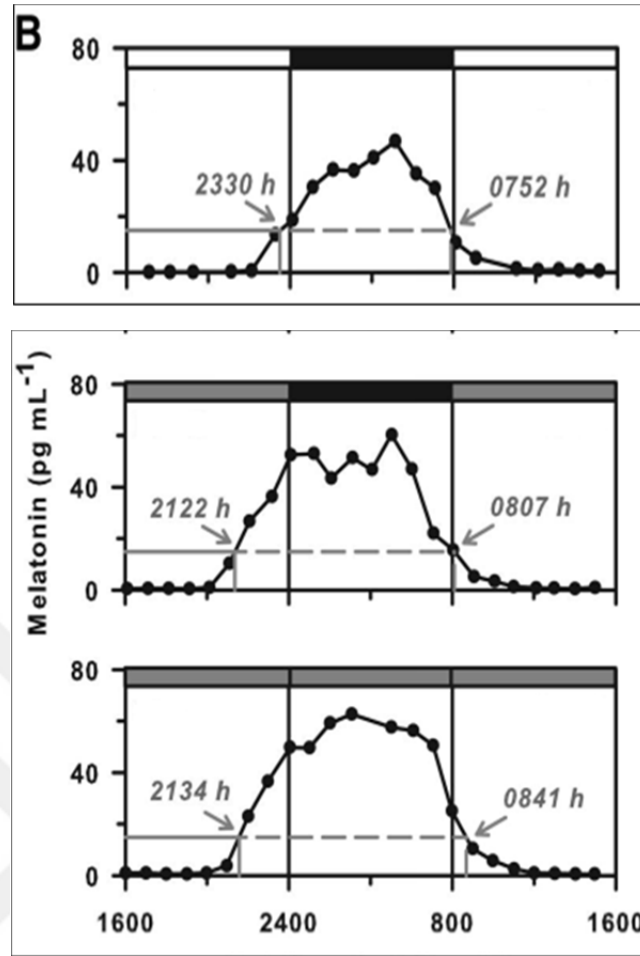
Craig J.V. ve arkadaşları (2002), çalışmalarında 58 karşılaştırma içeren 44 çalışma (5935 çocuk) yaptılar. Sonuç verileri 12 karşılaştırmadan (2312 (%39) çocuk) gelen raporlarda mevcuttu ve ayrı ayrı 19 karşılaştırma için (2129 (%36) çocuk) bireysel hastalara ilişkin veriler elde edildi.

31 karşılaştırma (4441 (%75) çocuk) meta-analize dahil edildi. Ortalama sıcaklık farkı 0,29°C idi. Verileri cihaz moduna göre bir araya topladılar ve ortalama sıcaklık farkları rektal mod 0,15 °C, gerçek 0,70 °C, çekirdek 0,25 °C, oral 0,34 °C idi. Cihaz modu grupları içinde ortalama farklılıklarda heterojenlik olduğunu savundular.

Cui, H.N. ve arkadaşları (2003) düşük PO₂ için, filmlerde metalik tungsten oluşumu nedeniyle geçirgenlik çok daha düşük, %80'den büyük PO₂ için geçirgenlik de azdır, yorumlarında bulundular.

Joshua J. Gooley ve arkadaşları (2010), yaptıkları çalışmada loş ışıkla karşılaştırıldığında, yatmadan önce oda ışığına maruz kalma melatonini baskıladı, bu da bireylerin %99'unda melatonin başlangıcının geç başlamasına ve melatonin süresinin yaklaşık 90 dakika kısalmasına neden oldu. Ayrıca, normal uyku saatlerinde oda ışığına maruz kalma, çoğu çalışmada (%85) melatonini %50'den fazla baskılamıştır yorumlarında bulundular.

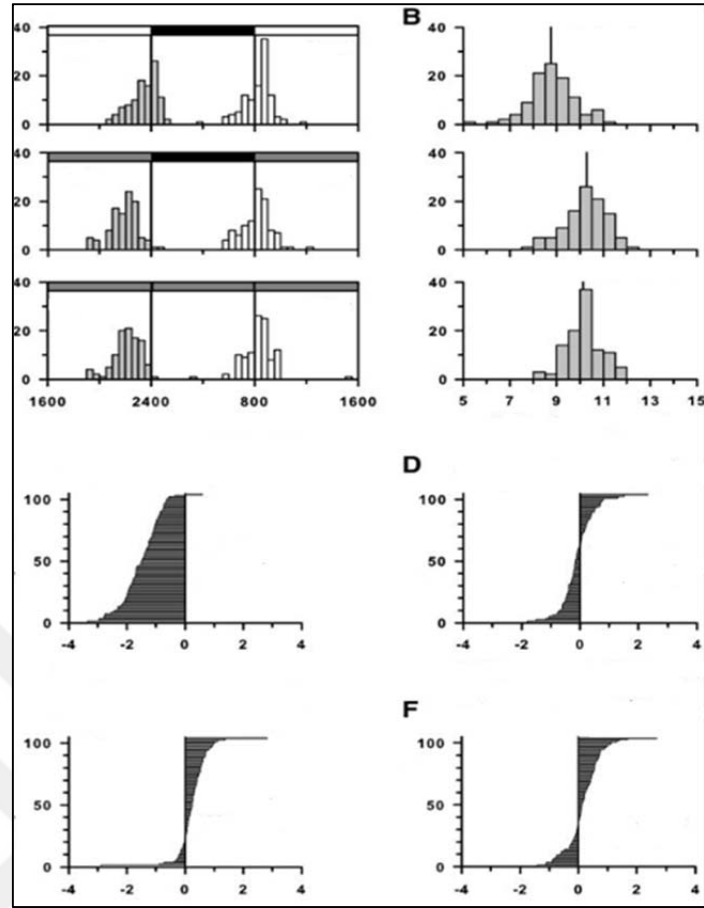
Sonuçlar, akşam saatlerinde kullanılan oda ışığının melatonin salgısı üzerinde güçlü bir baskılayıcı etkiye sebep olduğunu ve vücudun gece süresine dair hissiyatını azalttığını yani hissedilen süreyi kısalttığını göstermektedir. Bu nedenle, akşam saatlerinde sürekli olarak aydınlatmaya maruz kalmak melatonin salgılanmasını bozar ve potansiyel olarak uyku, termoregülasyon, kan basıncı ve glikoz homeostazını etkileyebilir. Şekil 3'te ışık şiddetine göre melatonin salgısını gösteren histogramlar paylaşılmıştır.



Şekil 3. Işık Şiddetlerine Göre Melatonin Salgısı

Melatonin başlangıcı, oda ışığında loş ışığa göre daha geç gerçekleşir. (A), 1. çalışmada, katılımcılar oda ışığında (<200 lux) yaşadılar ve ilk iki temel gün boyunca karanlıkta uyudular. 3. gün sabahı uyandıktan sonra, katılımcılar 8 saat oda ışığına, ardından yatmadan önce 8 saat loş ışığa (<3 lux) maruz bırakıldı. Uykudan sonra, bireyler loş ışıkta sürekli bir rutin prosedüre tabi tutuldu.

(B), Melatonin ritmi, temsili bir özne için üç ardışık döngü boyunca gösterilir (d 2–5). Bu denekte melatonin başlangıcı, oda ışığındaki d2 ile karşılaştırıldığında loş ışıkta 3. Ve 4. günde yaklaşık 2 saat önce meydana geldi. Melatonin başlangıcı ve ofsetinin zamanlaması, gri etiketli oklarla gösterilir. Her grafiğin üstündeki beyaz ve gri çubuklar, sırasıyla oda ışığına ve loş ışığa maruz kalmayı, siyah çubuklar ise karanlıkta uyumayı gösterir. Şekil 4'te Melatonin salgısı grafikleri paylaşılmıştır.



Şekil 4. Melatonin Salgısı Grafiği

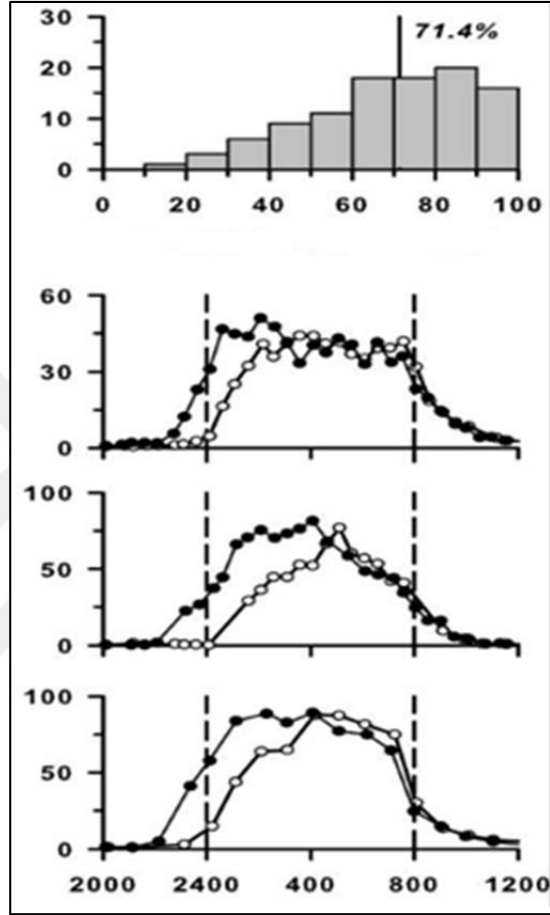
Yatmadan önce oda ışığına maruz kalmak melatonin süresini kısaltır. (A), Histogramlar, oda ışığına karşı loş ışıkta yaşayan katılımcılarda (n = 104) melatonin başlama (gri çubuklar) ve ofset (beyaz çubuklar) zamanlamasını gösterir.

Her grafiğin üstündeki beyaz ve gri çubuklar, sırasıyla oda ışığına (<200 lux) ve loş ışığa (<3 lux) maruz kalmayı gösterir ve siyah çubuklar, karanlıkta programlanmış uykuyu gösterir.

(B), Histogramlar, aynı katılımcılarda A'ya karşılık gelen üç ardışık döngü boyunca melatonin süresini gösterir. Medyan melatonin süresi, etiketli dikey çizgi ile gösterilir. Melatonin süresi, loş ışık altında gerçekleştiğinde en uzundur.

(C), Oda ışığında d2'den loş ışıkta d3'e kadar bireysel katılımcılarda melatonin başlangıcının zamanlamasındaki değişikliği gösteren yatay çubuk grafikdir. Bireylerin %99'unda melatonin başlangıcı, oda ışığına göre loş ışıkta daha erken gerçekleşti.

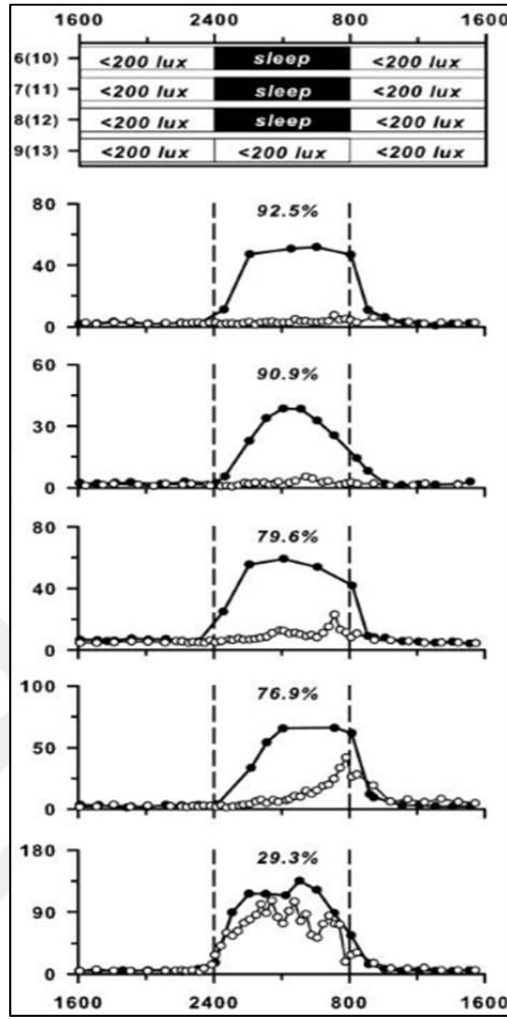
Veriler artan büyüklük sırasına göre sıralanır. (D – F), Oda ışığında d3 sabahından loş ışıkta d4'e (D), loş ışıkta d3'ten loş ışıkta d4'e kadar melatonin ofsetinin zamanlamasındaki değişiklikler için benzer grafikler gösterilmiştir. Şekil 5'te yatma zamanına kadar Melatonin histogramı paylaşılmıştır.



Şekil 5. Yatma Zamanına Kadar Melatonin Histogramı

Yatmadan önce oda ışığına maruz kalmak melatonin seviyelerini düşürür. (A), Katılımcılar planlanan uykuya kadar oda ışığına (<200 lux) karşı loş ışığa (<3 lux) maruz kaldıklarında, melatoninin başlangıcından yatma zamanına kadar melatonindeki azalma yüzdesini gösteren histogramdır.

(B), Melatonin ritmi, karanlıkta programlanmış uykudan önce ve sonra (dikey kesikli çizgilerle çevrili) oda ışığına maruz kalan üç temsili gönüllü ile aynı göreceli saat zamanlarında loş ışığa maruz kalma arasında gösterilir. Şekil 6'da ışık şiddetinin, melatonin baskılanması üzerindeki etkisi gösterilmiştir.



Şekil 6. Işık Şiddetine Göre Melatonin Baskılama Değerleri

Oda ışığına maruz kalmak, normal uyku saatlerinde melatoninin güçlü bir şekilde bastırılmasına neden olur. (A), Katılımcılar ortam ışığında (<200 lux) yaşadılar ve 3 gün boyunca karanlıkta uyudular, ardından oda ışığında (<200 lux) sürekli bir rutin prosedür uyguladılar.

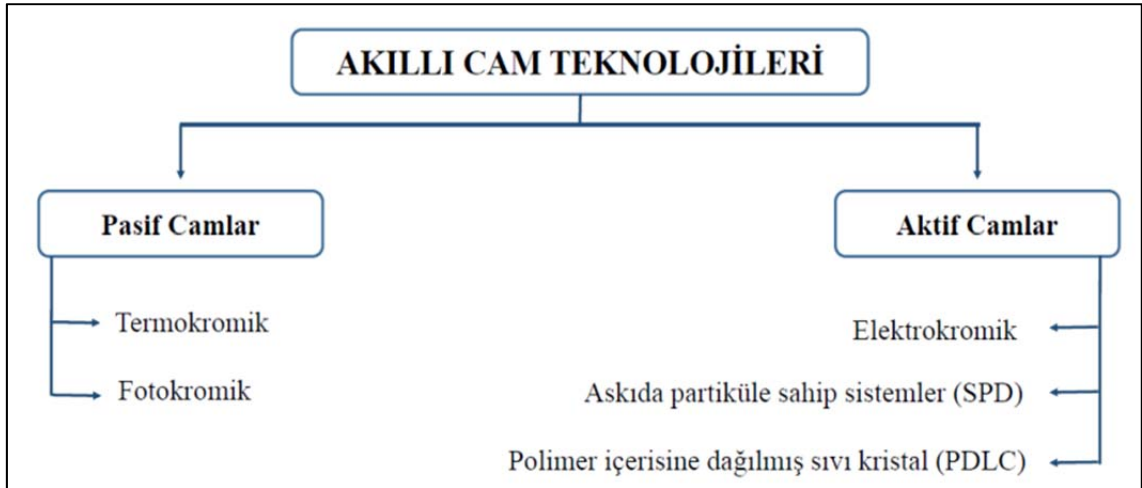
(B), Melatonin ritmi, önceki gün uyku sırasında karanlığa karşı sürekli rutin sırasında oda ışığına maruz kalan beş kişi için gösterilir. Tablo 2’de, oda ışığına karşı loş ışık melatonin tepkileri paylaşılmıştır.

Tablo 2. Oda ışığına karşı loş ışık melatonin tepkileri (n = 104)

	Parlak (<200 lux),d 2-3	Düşük(<3 lux),d 3-4	Düşük(<3 lux),d 4-5
MLT Başlangıç(dak)	23 39 (22 18,00 55)	21 54 (20 58,23 14)	22 09 (21 13,23 21)
MLT Bitiş(dak)	08 16 (07 20,09 34)	08 23 (07 12,09 22)	08 26 (07 17,09 30)
MLT Süre (sa)	8.75 (8.25,9.42)	10.28 (9.68,10.85)	10.13 (9.68,10.60)
MLT Faz Açısı(sa)	0.38 (-0.32,1.22)	1.95 (1.37,2.63)	1.68 (1.07,2.45)
MLT Faz Açısı(sa)	-8.52 (-8.92,-7.55)	-8.33 (-8.87,-7.50)	-8.38 (-8.87,-7.77)

Melatonin sonuçları, katılımcılar için art arda üç gün boyunca rapor edilir. Bireyler oda ışığında (<200 lux) yaşadılar ve d3'ün ortasına kadar (sütun 2) karanlıkta uyudular. Sonraki 24 saat boyunca, katılımcılar loş ışıkta (<3 lux) yaşadılar ve karanlıkta uyudular (sütun 3), ardından 3 lux ışıkta (sütun 4) 4. ve 5. günlerde sürekli rutin bir prosedür uygulandı. Faz açısı, melatonin başlangıcının veya dengelenmesinin programlanmış yatma saatine göre, görel zamanlaması olarak tanımlanır. Pozitif bir faz açısı, olayın planlanmış uykudan önce olduğunu gösterirken, negatif değerler, olayın yattıktan sonra olduğunu gösterir.

Karasu, B. ve arkadaşları (2018), yaptığı araştırmalarda akıllı camlar, kendi kendine güç üreten, karar verme kabiliyeti gösteren, foto-voltaikler, elektro-kromikler, çatı pencereleri, gözlük camı, iç mekân işaretleri ya da monitörleri gibi pek çok ürün grubunu kapsamakta olup ticari ve konut binalarında, araçlarda (kara, deniz ve hava), iç mekân öğeleri şeklinde çeşitli yapılarda kullanıldığını gördüler. Akıllı cam teknolojileri Şekil 7'deki gibi ayrılmıştır.



Şekil 7. Akıllı Cam Teknolojileri

Objeleri görsel tanıma yetisi sergileyen ve yazıyı konuşmaya dönebilen teknolojileri kullanan akıllı camların çok yakın zamanda görme engelli insanların hayatını daha da kolay ve konforlu hale getireceklerini öne sürdüler.

Niven D.J. ve arkadaşları (2015), 8682 hasta ile çalışma yaptılar. Çoğu çalışma, hasta seçiminde yanlılık (%74) veya indeks testi yanlılığı (%67) açısından yüksek veya belirsiz risk altındaydı. Merkezi termometrelerle karşılaştırıldığında, periferik termometreler, özellikle ateşi olan hastalarda (-1,44 °C ila 1,46 °C) önceden tanımlanmış klinik olarak kabul edilebilir aralığın ($\pm 0,5$ °C) dışında %95 uyuma sınırlarını bir araya getirdi. Tüm bu sonuçlar ışığında: “Periferik termometrelerin klinik olarak kabul edilebilir doğruluğu yoktur ve vücut sıcaklığının doğru ölçülmesi klinik kararları etkileyeceği zaman kullanılmaması gerekir.” yorumunu öne sürdüler.

Philip Boyce ve David Kennaway (1987), melatonin baskılamak için gerekli ışık yoğunluğunu belirlemek için bir çalışma yaptılar. On normal denek, farklı durumlarda 2 saat boyunca 1000, 1500, 2000 ve 2500 lux'lük dört ışık yoğunluğuna maruz bırakıldı ve maruz kalma sırasında melatonin seviyeleri ölçüldü. Tüm ışık yoğunlukları melatonin önemli ölçüde bastırdı. Ancak 2500 lux en güçlü gibi görünen gündüz seviyelerine hiçbiri baskı yapmadı.

R. Brennan ve arkadaşları(2007), melatoninin gözdeki fizyolojik rollerinin yanı sıra şu anda incelenmekte olan potansiyel terapötik yollarını tartıştılar. Melatonin, esas olarak körelmiş bir göz olan epifiz bezi tarafından üretilen bir hormondur.

Çubuklar ve konilerden ziyade, ışık-karanlık döngülerine aracılık etmekten ve böylece melatonin salgılanmasını düzenlemekten sorumlu olan, ışığa duyarlı retinal ganglion hücrelerinin yeni keşfedilmiş bir alt grubudur.

Melatonin salınımının sirkadiyen ritminin bağıntılarından biri, alışılmış uyku düzenidir. Işığa bağlı melatonini baskılamayan bazı kör hastalar da dahil olmak üzere sirkadiyen ritim uyku bozuklukları olan hastalar melatonin tedavisinden fayda görür. Melatonin, retina, lens ve vücudun diğer kısımlarında sentezlenir.

Bir süredir farklı fotoreseptörlerin görme ve melatonin üretimine hizmet ettiğinden şüpheleniliyordu. Bu nedenle, gözbebeği ışık refleksi olmayan bazı kör kişilerde ışık kaynaklı melatonin salgılanması baskılanır. Gözleri, uykusuzluk bildirmediği için kozmetik bir işlevden daha fazlasına hizmet eder. Tersine, ışığın neden olduğu melatonin baskılanması olmayan kör hastalarda uyku bozuklukları olur.

Hem çubuklara hem de konilere sahip olmayan transgenik farelerin yine de ışığa duyarlı saatlere sahip olduğu bulunduğunda, "çubuk olmayan", "koni olmayan" bir fotoreseptörden şüpheleniliyordu. Ayrıca, 446-477 nm dalga boyundaki monokromatik mavi ışığın sağlıklı deneklerde melatonin düzenlemesi için en güçlü girdi, melatonin düzenlemesinden çubuklar ve konilerden farklı bir foto-pigmentin sorumlu olduğunu düşündürür.

Melatonin regülasyonunda yer alan gizemli fotoreseptör birkaç yıl önce tanımlandı: Bu retina ganglion hücreleridir. Retinal ganglion hücrelerinin toplam %0,2'si melanopsin içerir ve diğer retinal nöronlardan farmakolojik veya fiziksel olarak izole edildiğinde bile ışığa doğrudan yanıt verir. Özsel olarak ışığa duyarlı olmalarına ek olarak, çubuklar ve koniler tarafından aktive edilirler ve alışılmadık bir renk karşıtı alıcı alana sahiptirler. Bu ışığa duyarlı retina ganglion hücrelerinin ağları, parafoveal retinada pik yoğunlukları olan geniş retina alanlarını kaplar. Parlaklık değişikliklerine yavaş ama tonik olarak tepki verirler ve nazal hemiretinanın uyarılması insanlarda maksimum melatonin baskılanmasına neden olur.

Farede, çubuk ve koni fotoreseptörler yalnızca doğum sonrası 10. günde ışığa duyarlı hale gelirken, melanopsin eksprese eden özünde ışığa duyarlı retinal ganglion hücreleri doğumdan itibaren ışığa duyarlıdır. Ayrıca A vitamini eksikliği (melanopsin, çubuklar ve koni işleyişine zararlıdır), gözbebeği ışık tepkilerini ve aydınlık-karanlık döngüsüne sirkadiyen sürüklenmeyi bozamaz ve suprakiazmatik çekirdeğe çıkıntı yapan

tüm ganglion hücreleri melanopsin içermez. Şu anda, mavi ışıkta işlev gören kriptokromlar olası adaylar olarak kabul edilmektedir.

Kriptokromlar, ışığa maruz kaldıklarında konformasyonel bir değişikliğe uğrarlar ve suprakiazmatik çekirdekte C-fos'un (sirkadiyen fototransdüksiyon için bir belirteç) ışığa duyarlı indüksiyonunda yer alırlar.

Suprakiazmatik çekirdeğe fotik girdi, sirkadiyen ritimlerin ve melatonin salgılanmasının tek modülatörü değildir. Suprakiazmatik çekirdek, heterojen hücreler içerir, sinaptik ve nörokimyasal mesajlar alan ve gönderen büyük bir nörolojik ağına parçasıdır. Kraniyofarenjiyomlar suprakiazmatik çekirdeğe zarar verebilir. Etkilenen hastalarda nöroendokrinopatilere ek olarak uyku-uyanıklık döngülerinde ve bilişsel yeteneklerinde değişiklikler olabilir.

Zaman tutmanın genetik temeli yakın zamanda açıklığa kavuşturuldu: Bir genin o genin aktivasyonunu engelleyen bir protein ürettiği bir geri besleme döngüsü sistemine dayanmaktadır. Fare sirkadiyen saati, üç periyot geni ve iki kriptokrom geni adlı transkripsiyonel faktörleri içeren karmaşık bir etkileşimli pozitif ve negatif genetik transkripsiyonel geri besleme döngüleri setine bağlıdır. Henüz tanımlanamayan çok sayıda başka genin dahil olması muhtemeldir. Diğer bazı memeli dokularının bağımsız olarak sirkadiyen ritimler oluşturduğu gösterilmiş olsa da, suprakiazmatik çekirdeğin sirkadiyen davranışların başlıca düzenleyicisi olduğu görülmektedir.

Samuel Vásquez-Ruiz ve arkadaşları (2014), aydınlık-karanlık döngüsünde tutulan bebekler, aydınlık-aydınlıktaki bebeklerden daha hızlı kilo aldılar ve bu nedenle daha kısa hastanede kalış süresi elde ettiler (34.37 ± 3.12 'ye karşı 51.11 ± 5.29 gün; $P > 0.01$). Ayrıca, aydınlık-karanlık bebekleri gelişmiş oksijen doygunluğu sergilediler ve günlük bir melatonin ritmi geliştirdiler, yorumlarını yaptılar.

Shigekazu Higuchi ve arkadaşları melatonin konsantrasyonunun yetişkinlerde ve çocuklarda orta derecede parlak ışık altında büyük ölçüde azaldığını gördüler. Melatonin baskılanması çocuklarda yetişkinlerden önemli ölçüde daha fazlaydı. Melatoninin baskılanması öncelikle insanlarda 2500 lux parlak ışık altında gösterilmiştir. Daha sonra, melatonin salgılanmasının birkaç yüz lux oda ışığında dahi baskılandığı görülmüştür.

Ayrıca daha önce bahsedilen gece ışığının melatonin salgısını baskılayarak sağlığa olumsuz etkileri birçok raporda tartışılmıştır.

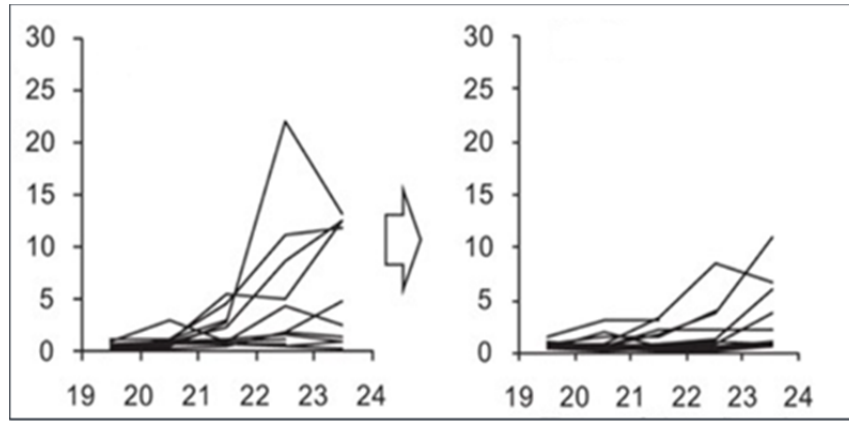
Işık ile melatonin baskılanmasında kişiden kişiye değişen farklılıklar vardır. Bu farklılıklar, gece ışığının etkileri araştırılıp tahmin edilirken önemlidir.

Gözbebeği boyutu yaş arttıkça küçülür ve merceğin ışık geçirgenliği de yaşla birlikte azalır. Yaşlanmayla birlikte bulaşma oranındaki azalma, özellikle ışığa bağlı melatonin baskılanması ve ışık tepkisi üzerinde güçlü bir etkiye sahip olan kısa ışık dalga boyunda belirgindir. Gözün bu yaşa bağlı özellikleri, ışığa bağlı melatonin baskılanmasını etkileyebilir. Yaşlılarda ışığa bağlı melatonin baskılanmasının azaldığı bilinmektedir. Öte yandan, çocukların büyük gözbebekleri ve saf kristal mercekleri vardır. Bu oftalmolojik özellikler, çocuklarda melatoninin ışığa karşı yüksek duyarlılığı anlamına gelir.

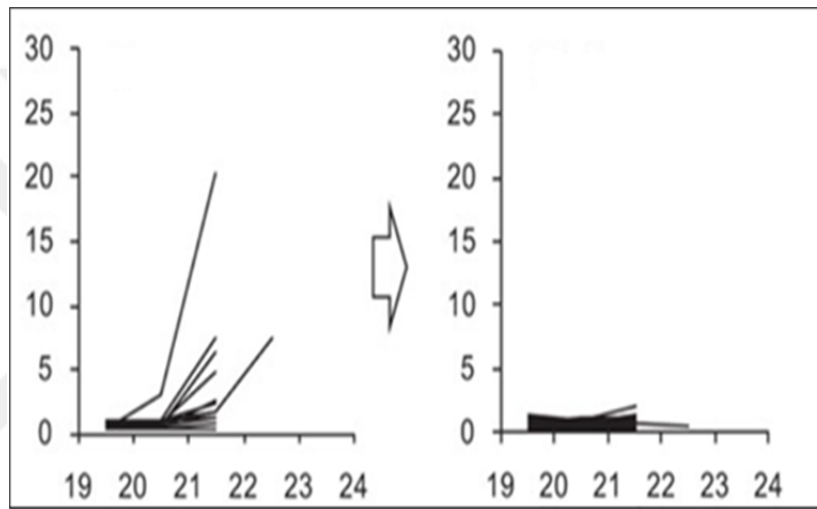
Modern toplumda geceleri yapay ışığın sadece insan uykusu üzerinde değil, kanser ve obezite gibi sağlık sorunları üzerinde de olumsuz etkileri olabilir. Bu etkilere muhtemelen geceleri ışıkla melatonin baskılanması aracılık eder. Pek çok çalışma, çocuklarda uyku sorunları ile TV izlemek ve bilgisayar oyunları oynamak gibi medya kullanımı arasında ilişki olduğunu göstermiştir.

Son zamanlarda, bu cihazlardan gelen ışığın melatonin salgılanması üzerindeki etkisi genç erişkinlerde ve ergenlerde incelenmiştir. Bu nedenle, çocuk sağlığı için uygun bir ışık ortamının düşünülmesi için çocuklarda melatoninin ışığa duyarlılığını netleştirecek temel araştırmalara ihtiyaç vardır.

Aşağıdaki Şekil 8 ve Şekil 9'da yetişkinlerde ve çocuklarda melatonin yoğunluğundaki değişiklikler gösterilmiştir. Melatonin yoğunluğu gece düşük ışıktaki artış gösterdiği ve parlak ışığa maruz kaldığında azaldığı görülür. Soldaki grafikler düşük, sağdaki grafikler parlak ışık altındaki durumları gösterir.

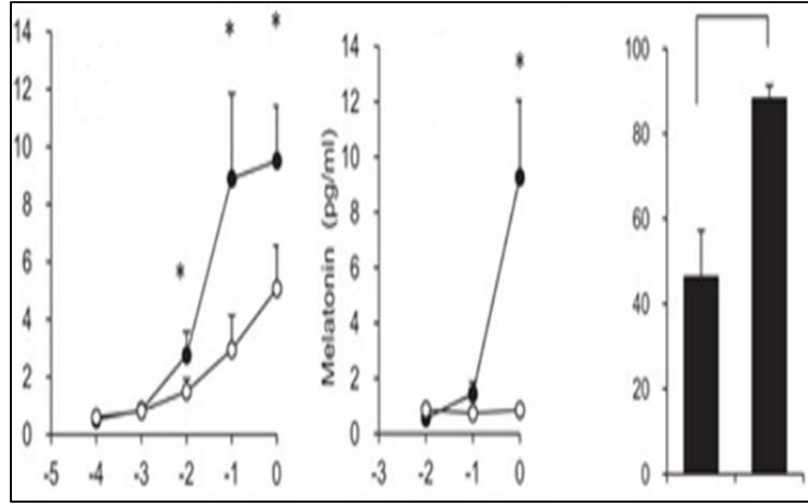


Şekil 8. Yetişkinlerde Melatonin Yoğunluğu Grafiği



Şekil 9. Çocuklarda Melatonin Yoğunluğu Grafiği

Aşağıdaki grafiklerde “0” saati, yatma zamanı anlamına gelir. Parlak ışık altındaki melatonin yoğunluğu, loş ışık altındakinden büyük ölçüde daha düşük olduğu aşağıda görülmektedir. Çocuklarda yatmadan önce melatonin baskılanması yüzdesi (%88,2; n = 5) yetişkinlerdekenden (%46,3; n = 6) önemli ölçüde daha yüksekti. Şekil 10’da, farklı ışık şiddetlerinde izlenen melatonin yoğunları, grafik olarak paylaşılmıştır. Soldaki grafik yetişkinleri, ortadaki grafik çocukları ve sağdaki grafik melatonin baskılama oranını gösterir.



Şekil 10. Farklı Işık Şiddetlerinde Melatonin Yoğunluğu

Tavil, A., (2004), elektrokromik cam teknolojisi üzerine yaptığı çalışmalar sonucunda camın dış tarafına çok katmanlı film tabakası şeklinde uygulanan ve üzerine uygulanan elektrik vasıtasıyla olarak optik özelliklerini değiştirebilen sistemler cephede aktif bir filtre etkisi yaratarak binaların enerji ve konfor performanslarını da arttırmaktadır, kanısına varmıştır.

Tomoaki Kozaki ve arkadaşları (2015), tek kuyruklu bir eşleştirilmiş t testi ile, gündüz loş, 100 lux ve 300 lux ışık koşulları altında gece ışığına maruz kaldıktan sonra melatonin konsantrasyonunda önemli düşüşler verdiğini gözlemlediler.

Gündüz 900 lux ve 2700 lux ışık koşullarında gece öncesi ve sonrası ışığa maruz kalma arasında melatonin konsantrasyonunda önemli bir fark yoktur yorumlarında bulundular. Deneyler Ağustos 2012'den Kasım 2012'ye kadar gerçekleştirildi. Deney programı Şekil 11'de gösterilmektedir. Denekler deney odasına 23:00'ten önce geldi ve loş ışık koşullarına (<10 lux) maruz bırakıldı.

Deney odasında saat 08:00'e kadar karanlık koşullarda uyudular ve daha sonra saat 09:00'a kadar uykudan önceki aynı loş koşullarda kahvaltı yaptılar. Bu maruziyetin ardından deneklere saat 01:00'e kadar sürdürülen loş ışık koşullarında saat 13:00'e kadar öğle yemeği yedirilmiş ve loş ışıkta melatonin başlama eşiğini belirlemek için saat 15:00-18:00 arasında saat başı tükürük örnekleri verilmiştir.

Deneklerin deney odasında film izlemelerine ve kitap okumalarına izin verildi. Ancak, film ekranlarından gelen parlak ışık melatonin salgılanmasını

baskılayabileceğinden, film ekranlarının aydınlatması 2 lux'un altında tutuldu. Daha sonra denekler akşam yemeği yedi ve 18:00-20:00 saatleri arasında duş aldı. Loş ışık koşullarında 20:00 - 01:00 saatleri arasında her 30 dakikada bir tükürük örnekleri toplandı ve denekler 01:00 - 02:30 saatleri arasında 90 dakika boyunca parlak ışığa (300 lux) maruz bırakıldı. Parlak ışığa maruz kaldıktan sonra denekler tükürük örnekleri verdi. Postür melatonin sekresyonunu etkileyebileceğinden tükürük toplama sırasında sandalyelerinde oturma pozisyonunu korumaları talimatı verildi . Şekil 11’de zaman çizelgesi paylaşılmıştır.

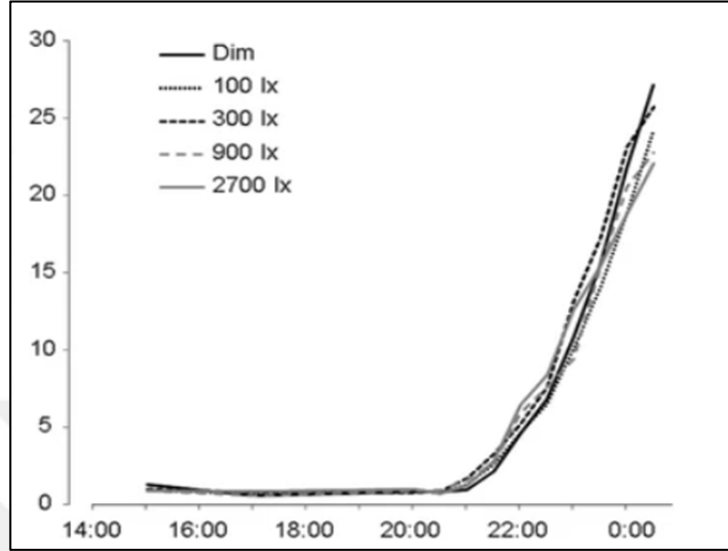


Şekil 11. Zaman Çizelgesi

Her denek için, beş farklı ışık koşuluna (<10, 100, 300, 900 ve 2700 lux) maruz bırakma, set başına bir ışık koşulu, yani tekrarlı ölçüm tasarımı ile beş farklı deney setinde gerçekleştirildi. Deneyler, 5 günden fazla aralıklarla rastgele sırayla farklı koşullar altında gerçekleştirildi. Denekler, aralıklarla normal yaşamlarını sürdürmelerine rağmen, düzenli bir uyku/uyanıklık programı (24:00 - 08:00) sürdürmeleri talimatı verildi. Deney odasındaki ortam sıcaklığı 27 °C'de tutuldu.

Beş farklı ışık koşulu altında ortalama melatonin konsantrasyonları için zaman dilimleri Şekil 12’de gösterilmektedir. Her bir ışık koşulu için DLMO fazında anlamlı farklar yoktu ($F_{1,36} = 1.4$, n.s., $\beta = 0$; Tablo 3). Şekil 13, gece ışığına maruz kalma öncesinde (maruziyet öncesi) ve sonrasında (maruziyet sonrası) her bir sabah ışığı koşulunun ortalama melatonin konsantrasyonlarını göstermektedir. Deney süresi için iki

yönlü, zaman aralıklarının melatonin salgılanması üzerinde önemli bir etkiye sahip olduğunu ve ışık koşullarıyla etkileşime girdiğini göstermiştir.

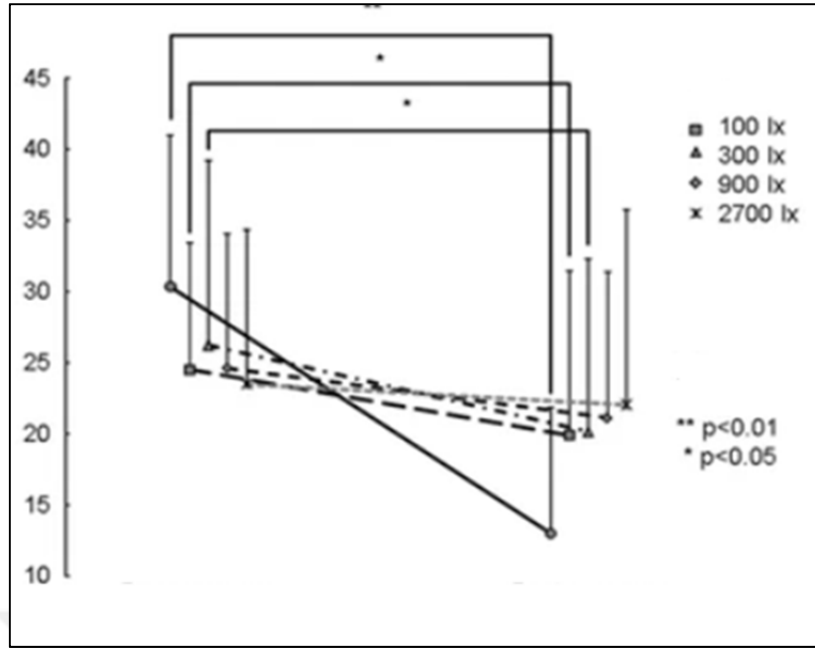


Şekil 12. Beş Farklı Işık Koşulunda Ortalama Melatonin Konsantrasyonları

Karşılaştırma, gündüz loş, 100 ve 300 lux ışık koşullarında gece ışığına maruz kaldıktan sonra önemli melatonin düşüşleri ortaya çıkardı. Gündüz 900 ve 2700 lux ışık koşullarının gece ışık öncesi ve sonrası melatonin konsantrasyonlarında anlamlı fark yoktu. Her ışık durumu için ortalama DLMO süreleri Tablo 3.'te paylaşılmıştır.

Tablo 3. Her Işık Durumu İçin Ortalama DLMO Süreleri

IŞIK KOŞULU	DLMO
Kısılmış	22:15 (69)
100 lx	22:10 (70)
300 lx	21:58 (72)
900 lx	21:52 (76)
2700 lx	21:51 (57)

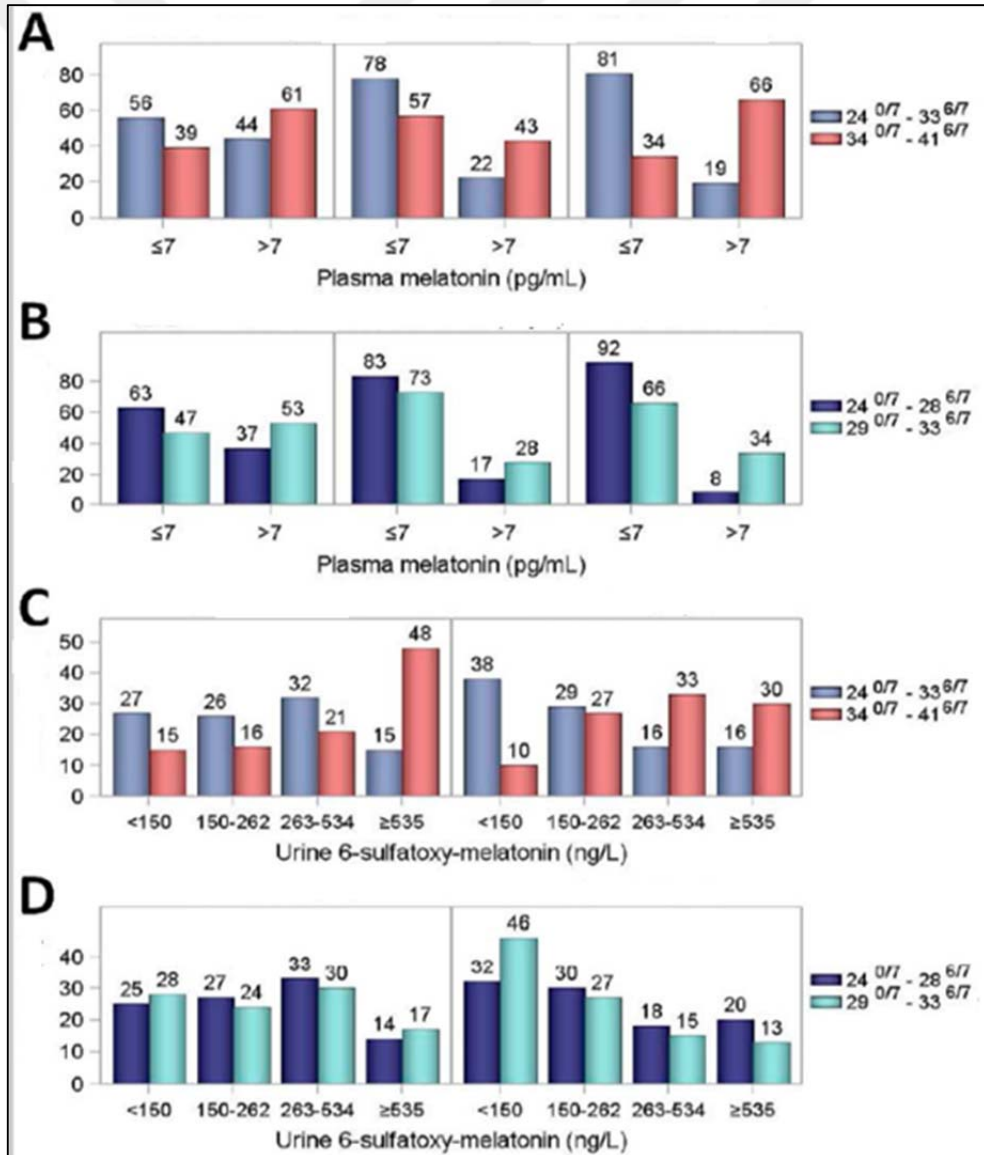


Şekil 13. Gece Işığın Maruziyet Öncesi ve Sonrasında Ortalama Melatonin Konsantrasyonları

Valérie Biran ve arkadaşları(2019), plazma melatonin konsantrasyonlarını 152 annede doğumda ve 173 bebekte ölçtüler. Annelerde medyan plazma melatonin konsantrasyonları, doğum 34 haftadan önce gerçekleştiğinde, 34 haftadan sonrakilere kıyasla önemli ölçüde daha düşüktü ($p = 0.02$). Buna göre, 34 haftadan önce doğan bebeklerde hem doğumda ($p = 0.002$) hem de 3. Günde ($p < 0.0001$) 34 haftadan sonra doğan bebeklere kıyasla önemli ölçüde daha düşük plazma melatonin konsantrasyonları buldular. 34 haftadan önce doğan bebeklerde, doğumdan sonraki uzunlamasına plazma melatonin ölçümleri, sonraki zaman noktalarında (10, 25 ve 55. Günler) doğum sonrası herhangi bir artış olmaksızın düşük değerler gösterdi.

Plazma melatonin konsantrasyonlarının dağılımı aşağıda gösterilmektedir. $24^{0/7}$ ve $33^{6/7}$ hafta arasında doğan bebeklerin büyük çoğunluğunun melatonin eksikliği olduğu kabul edildi (plazma melatonin konsantrasyonları ≤ 7 pg/mL, doğumda %78 ve 3. günde %81 olarak ölçülmüştür). Buna karşılık, 34-41 hafta arasında doğan bebeklerin sırasıyla yalnızca %57'si ve %34'ünün doğumda ve 3. Günde eksik olduğu bulundu. Plazma melatonin konsantrasyonları, iki gebelik yaş grubu arasında oldukça anlamlı bir şekilde farklıydı (sıralı veriler için bir Cochran-Armitage testi kullanılarak hem doğumda hem de 3. Günde $p < 0.0001$).

Son derece erken doğmuş bebekler (24-28 hafta) ve çok erken doğmuş bebekler (29-33 hafta) arasında en düşük gebelik yaş grubunda plazma melatonin konsantrasyonlarında anlamlı bir fark gözlenmedi. Ancak, 3. Gündeki tüm plazma melatonin konsantrasyonları (n = 141) gebelik yaş ile korele edildiğinde, 0,53 olan Spearman korelasyon katsayısının oldukça anlamlı olduğu bulundu (p < 0,0001). Doğumda ve 3. günde annelerde ve yeni doğanlarda plazma melatonin konsantrasyonları, örnekleme zamanına önemli ölçüde bağlı değildi. Şekil 14'te doğum sürelerine göre melatonin yoğunluğu verileri paylaşılmıştır. Sırasıyla soldaki grafikler doğumda anneyi, ortadaki grafikler 0.günde yeni doğanı, sağdaki grafikler ise 3.günde yeni doğanı göstermektedir.



Şekil 14. Doğum Sürelerine Göre Melatonin Yoğunluğu

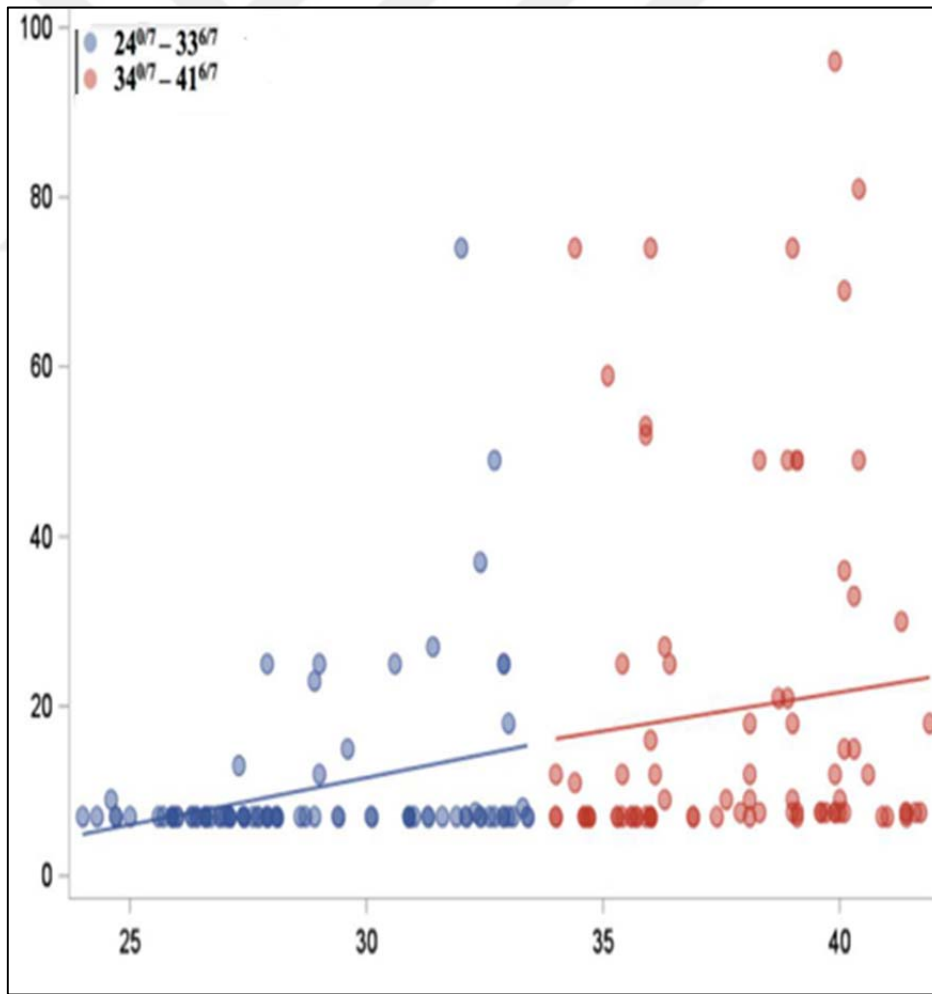
Plazma melatonin ve idrar 6-SMT konsantrasyonlarının dağılımı;

(A) doğumda annelerdeki ve çalışmaya alınan genel popülasyondaki plazma melatonin konsantrasyonları (pg/mL), 2 konsantrasyon aralığına ayrılmıştır.

(B) $24^{0/7}$ ve $33^{6/7}$ gebelik haftaları arasında doğan bebeklerde 2 gruba ayrılmıştır ($24^{0/7}$ – $33^{6/7}$ gebelik haftası ve $29^{0/7}$ – $33^{6/7}$ gebelik haftası).

(C) Genel popülasyondaki idrar 6-SMT konsantrasyonlarını gösterir (ng/L).

(D)) $24^{0/7}$ ve $33^{6/7}$ gebelik haftaları arasında doğan bebeklerde idrar 6-SMT konsantrasyonları olup (ng/L), 2 gruba ayrılır ($24^{0/7}$ – $28^{6/7}$ gebelik haftası ve $29^{0/7}$ – $33^{6/7}$ gebelik haftası). Şekil 15'te melatonin yoğunluğu ve gebelik yaşı arasındaki ilişki gösterilmiştir.



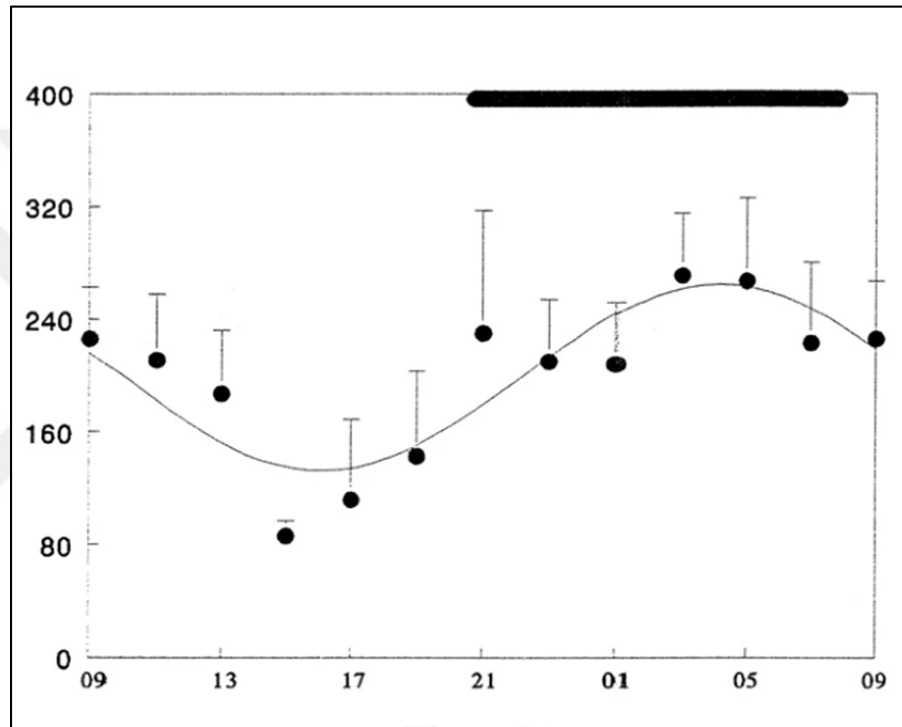
Şekil 15.Üçüncü Gündeki Plazma Melatonin Yoğunluğu ve Gebelik Yaşı Arasındaki Spearman Korelasyon

İki gebelik yaş grubu ($24^{0/7}$ - $33^{6/7}$ gebelik haftaları ve $34^{0/7}$ gebelik haftası) arasında karşılaştırmalı olarak doğumda annede ve 3, 10, 25 ve 55. Günlerde yeni doğanlarda plazma melatonin konsantrasyonları (pg/mL cinsinden) aşağıdaki tabloda gösterilmiştir. İki gestasyonel yaş grubu arasında melatonin karşılaştırması, Tablo 4'te yapılmıştır.

Tablo 4. İki Gestasyonel Yaş Grubu Arasında Melatonin Karşılaştırması

Örnek	$24^{0/7}$ - $33^{6/7}$ Hafta	$34^{0/7}$ - $41^{6/7}$ Hafta	<i>p</i> Değeri
Doğum Sırasında Anne Medyan (IQR) Minimum; Maksimum	<i>n</i> = 77 7 (7-20) 7; 213	<i>n</i> = 75 11 (7-50) 7; 158	0.02
Doğum Sırasında Bebek Medyan (IQR) Minimum; Maksimum	<i>n</i> = 81 7 (7-7) 7; 83	<i>n</i> = 86 7 (7-24) 7; 184	0.002
3. Günde Bebek Medyan (IQR) Minimum; Maksimum	<i>n</i> = 90 7 (7-7) 7; 74	<i>n</i> = 83 8 (7-21) 7; 96	<0.0001
10. Günde Bebek Medyan (IQR) Minimum; Maksimum	<i>n</i> = 85 7 (7-7) 7; 74	-	-
25. Günde Bebek Medyan (IQR) Minimum; Maksimum	<i>n</i> = 73 7 (7-7) 7; 25	-	-
55. Günde Bebek Medyan (IQR) Minimum; Maksimum	<i>n</i> = 47 7 (7-7) 7; 38	-	-

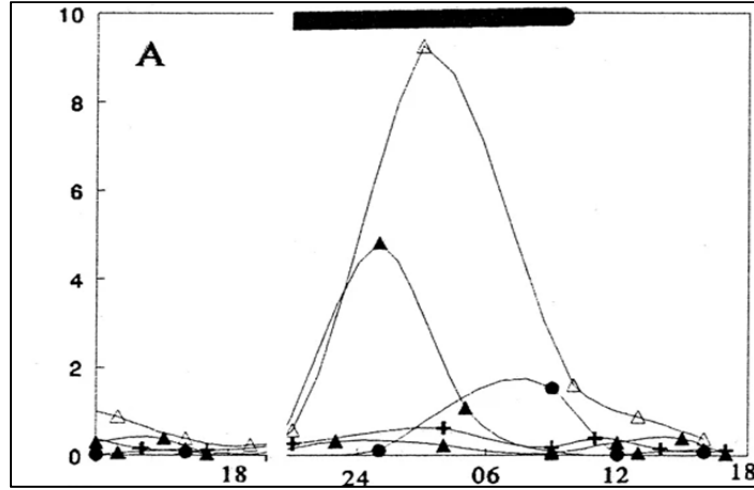
Yakov Sivan ve arkadaşları, 8 haftalık 35 sağlıklı tam süreli bebekte 6-SMT'nin 24 saatlik idrar atılımını izlediler. 6-SMT atılımı, 99 ng/h'lik bir mesör değeri, 33 ng/h'lik bir genlik ve karanlık fazda (04:00) bir akrofaz ile bir kosinüs fonksiyonuna sığdırılabilecek günlük bir ritim sergiledi. Her bebek için ayrı ayrı hesaplanan, gece döneminde atılan 6-SMT yüzdesi, toplam 24 saatlik atılımın 61 ± 18 'i idi. Şubat ve Mart arasında doğan beş bebekte ve Ağustos ile Eylül arasında doğan beş bebekte 24 saat boyunca bireysel idrarla 6-SMT atılım oranları Şekil 16'da gösterilmektedir.



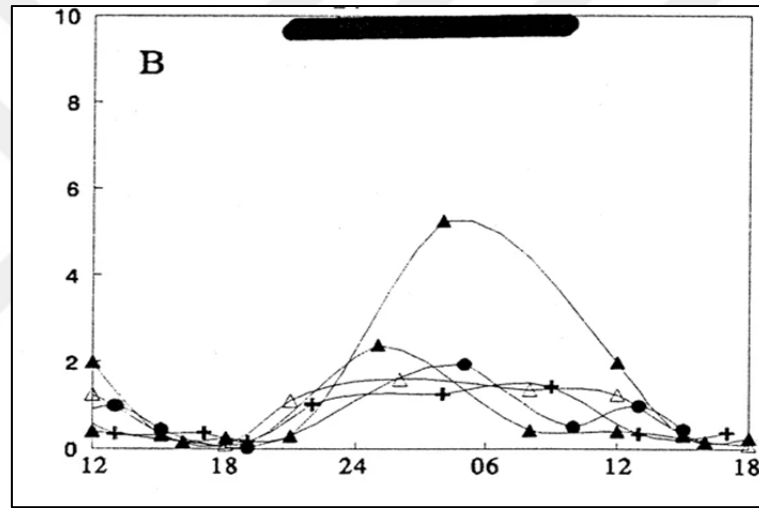
Şekil 16. 6-SMT Atılım Oranları

Gece döneminde atılan ortalama 6-SMT yüzdesi (19: 00–08:00) bu iki grup için benzer bulunmuştur. Doğum mevsimi ne olursa olsun bu yaşta gece atılımının günlük atılımın yaklaşık %58'ini temsil ettiğini gösterir. Bu grupta anne sütü alan ve almayan bebeklerde 6-SMT düzeyleri ve erkekler arasında anlamlı fark gözlenmedi.

Şubat veya Mart'ta beş tam zamanında doğmuş bebekten (A) ve Ağustos veya Eylül'de beş tam zamanında doğmuş bebekten (B) toplanan idrarda 24 saat boyunca 6-SMT'nin bireysel atılımı aşağıda gösterilmiştir. Siyah çubuklar gece evresini temsil eder. Şekil 17 ve Şekil 18'de Şubat, Mart, Ağustos ve Eylül aylarında doğan idrarlardaki 6-SMT değerleri gösterilmiştir.



Şekil 17. Şubat ve Martta Doğan Bebeklerden Toplanan

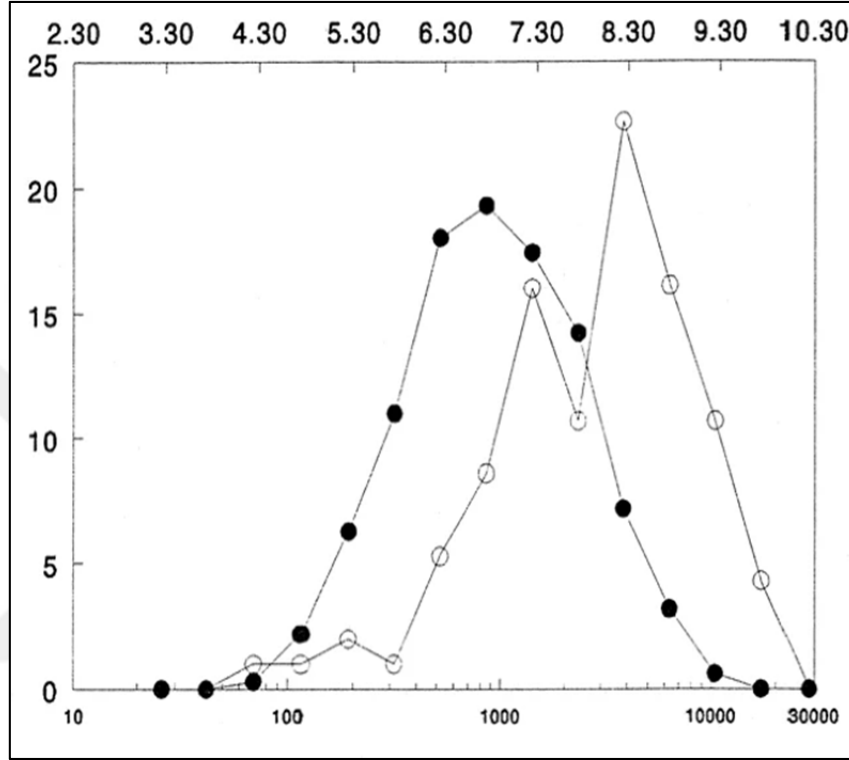


Şekil 18. Ağustos ve Eylülde Doğan Bebeklerden Toplanan

8 veya 16 haftalık bebeklerde 6-SMT'nin gece atılımı, bireyler arasında büyük bir değişkenlik sergiledi. İki yaş grubu için, gece 6-SMT atılımının dağılımı, normallikten önemli ölçüde ayrılan modeller gösterdi. Veriler üzerindeki doğal bir logaritmik dönüşüm (ln), hem 8 hem de 16 haftalık gruplar için normal bir dağılımla sonuçlandı. 6-SMT atılımının yüzde 2,5–97,5'i olarak tanımlanan normal 6-SMT atılımı, 8 haftalık bebekler için 4,66–8,64 (106–5646 ng 6-SMT/geceye karşılık gelir) ve 5,19–9,67 (180–15,820 ng 6-SMT) idi.

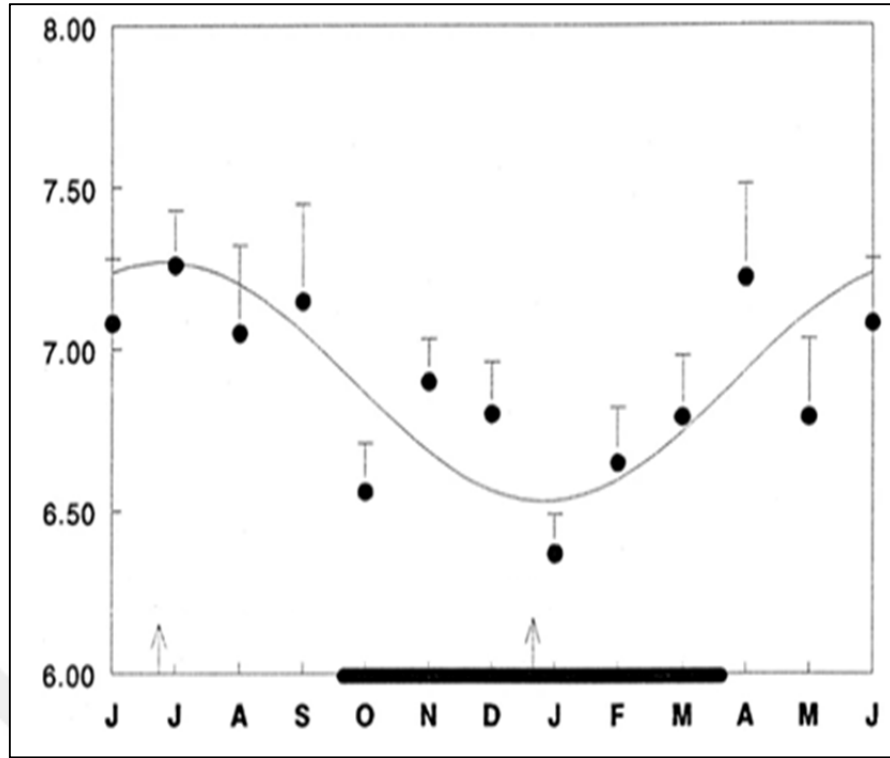
16 haftalık bebekler için. 8. haftada ve 16. haftada bebeklerde 6-SMT atılımı için cinsiyet farkı bulunmadı. 8 yaşından 16 haftaya kadar logaritmik 6-SMT'de önemli bir artış gözlemlendi.

Aşağıda, 8 haftalık (•) ve 16 haftalık (○) bebekler gece 6-SMT (ng/gece) atılımının frekans dağılım grafikleri belirtilmiştir. Çizgiler, yalnızca iki dağılımın ana hatlarını çizmek amacıyla kullanılan işlevlerdir. Şekil 19'da 8 ve 16 haftalık bebelerin gece 6-SMT atılımı grafiği paylaşılmıştır.



Şekil 19. 8 ve 16 Haftalık Bebekler Gece 6-SMT Atılımı Frekans Dağılımı Grafiği

Doğum ayının bir fonksiyonu olarak 8 haftalık bebeklerde noktürnal 6-SMT, Şekil 20'de gösterilmektedir. Ortalama olarak, yaz ve kış gündönümü civarında doğan popülasyonların ortalama değerleri arasında üç kat fark vardı. 6-SMT atılımı, Haziran doğumlu bebeklerde 990 ng/gece değeri, 490 ng/gece amplitüdü ve bir akrofaz ile bir kosinüs fonksiyonuna sığdırılabilecek mevsimsel değişimler sergiledi. Şekil 20'de doğum aylarına göre 6-SMT atılımı dağılımı paylaşılmıştır. Gündönümleri oklarla belirtilmiştir.



Şekil 20. Doğum Aylarına Göre 6-SMT Atılımı Frekans Dağılımı Grafiği

Yu-Chieh Chen ve arkadaşları (2011), “Melatonin hem güçlü bir serbest radikal temizleyici hem de geniş spektrumlu bir antioksidandır. Melatonin ayrıca inflamasyonu modüle etme ve mitokondriyal biyogenezi artırma yeteneğine de sahiptir. Melatonin tedavisinin, yetişkinlerde gösterildiği gibi çok çeşitli çocukluk çağı bozukluklarında yararlı sonuçlar vermesi muhtemel görünmektedir. Toplamda, bu özellikler melatoninin çocuk sağlığını iyileştirmek için potansiyel bir terapötik araç haline getirir.” Sonuçlarına vardılar.

Zeeshan Ahmad Khan ve arkadaşları (2020), melatoninin erken doğumu azaltmada önemli bir rol oynayabileceği iddia edilebilir. Melatoninin klinik uygulanabilirliği henüz açıklığa kavuşturulmamış olsa da, erken doğumu veya erken doğumla ilişkili hastalıkları önlemede çok umut verici bir aday olmaya devam ediyor. Melatoninin erken doğumu azaltmadaki rolünü ve gücünü daha fazla doğrulamak için hamile kadınlar, plasenta ve embriyoda melatoninin daha fazla klinik çalışması, farmakokinetiği ve farmakodinamik analizi gereklidir, çıkarımlarında bulunmuşlardır.

Zhen C. ve arkadaşları(2015), araştırmalarına göre Meta-analizde toplam 25 makale dahil edildi. Kızılötesi timpanik termometre kullanarak ateş teşhisi için zet tahminler, duyarlılığın 0,70, özgüllüğün 0,86 ve tanısal olasılık oranının 47.3 olduğu tespit edildi. Ek olarak, zet alıcı çalışma karakteristik eğrisinin altındaki alan 0.94 ve Q^* değeri 0.87 idi. "Meta-analizimize dayanarak, ateş teşhisinde kızılötesi timpanik termometrenin doğruluğu yüksektir." dediler



3.MATERYAL VE YÖNTEM

3.1.Kablosuz Cilt Sıcaklığı Ölçümü

Bebeklerde ateş ölçümünün en doğru ve en güvenilir yöntemi yıllardır araştırılan bir konudur. Son yıllardaki teknolojik gelişmelerle akıllı telefonlar vasıtasıyla, non-invasif olarak ateş ölçümü yapılabilmesi, ölçülen ateş değerlerinin kayıt altına alınması ve ateşin yüksek olduğu durumda uyarı verilebilmesi mümkün hale gelmiştir. Ancak bu yöntemle yapılacak ateş ölçümlerinin doğruluğu konusunda araştırmalar devam etmektedir. Polimer dağılmış likit kristal yapıda camın kontrolü için gerekli parametrelerin biri olan cilt sıcaklığı ölçümü bu çalışmada, non-invasif kablosuz veri aktarımı sağlayan cilt probuyla gerçekleştirilmiştir.

Kablosuz yöntemler ile ateş ölçme yöntemi güvenilir, her yerde ve tüm yaş gruplarında kullanılabilecek üstün bir yöntem gibi görünmektedir. Ateş, enflamatuvar savunma sisteminin herhangi bir tehdit algılaması durumunda, vücudun otonomik ve nöroendokrin sistemlerinin normal ve koordineli bir cevabıdır. Çocuk ve bebek hastalıkları kliniklerine ve acil servislerine yapılan başvuruların en önemli nedenlerinden biri ateş yüksekliğidir. Bununla birlikte çocuk ve bebeklerde ateş ölçümünün daha doğru ve güvenilir şekilde yapılması konusunda çalışmalar devam etmektedir.

Son yıllarda termometre teknolojisinde gelişmeler yaşanmış ve çok sayıda vücut sıcaklığı ölçüm yöntemi geliştirilmiştir. Bu durum ateşin daha kolay, daha erken dönemde ve daha doğru şekilde saptanmasına yardımcı olmuştur. Vücut sıcaklığının ölçümünde uzun zamandır kullanılan aksiller, dilaltı ve rektal bölgeler üzerinden civalı veya dijital termometre ile ölçüm yöntemlerinin yanı sıra kızılötesi temassız alın termometresi gibi yöntemlerin geliştirilmesi, kullanıcılara birçok seçenek sunmuştur.

Tüm bu bilgiler ışığında, yeni doğan birimleri için başka bir kriter daha düşünülmelidir. Bebekler için, parametrelerin izlendiği bütün kablolu sensörler tehlike arz etmektedir. Bebeklerin çeşitli uzuvlarına ve boyun böylesine bu kabloların takılması sebebiyle, hekimler bazen bu parametreleri izlemekten vazgeçebilmektedirler. Bu

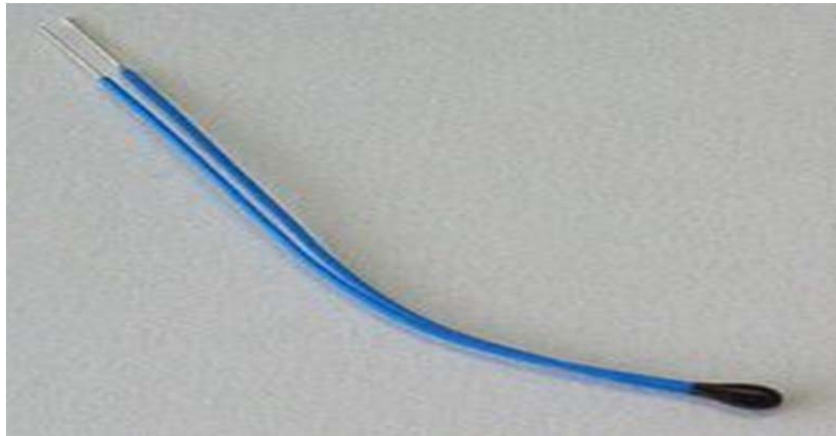
sebeple, steril ve kablosuz veri taşıyan termistörlü cilt sıcaklık ölçer vücut problemleri en uygun ölçüm materyali olmaktadır.

3.1.1. Termistör ile Sıcaklık Ölçümü

Termistör veya ısı direnci, sıcaklık ile iletkenliği (veya direnci) değişen bir direnç türüdür. Sıcaklık ile direnci değişen maddelere, term (ısı), rezistör (direnç) kelimelerinin birleşimi olan termistör denir. Termistörler, sıcaklık sensörleri, kendiliğinden sıfırlamalı aşırı akım koruyucuları ve kendiliğinden ayarlamalı ısıtma elementlerinde kullanılır.

Sıcaklık analog bir veridir ve ölçüm sınırları özellikle medikal alanda çok hassastır. Uyulması gereken standartlar gereği analog veri üzerinde yapılan filtreleme, yükseltme ve düzeltme işlemleri çok önemlidir. Genellikle, bir opamp tampon devresi, kazanç devresi ve filtre devresi kullanılarak ölçümler yapılır.

Termistörler, termorezistiflerden (RTD) farklıdır. Termistörlerde, seramik veya polimer malzeme kullanılırken, RTD'lerde saf metal kullanılır. Sıcaklık tepkileri de birbirinden farklıdır; RTD'ler aşırı sıcak ortamlarda kullanılabilirken, termistörler yalnızca kısıtlı sıcaklık değerlerine erişebilir, bu da normalde $-90\text{ }^{\circ}\text{C}$ ile $130\text{ }^{\circ}\text{C}$ arasındadır. İnsan vücudu için de uygun bir aralıkta olduğu için kullanımı yaygındır. Şekil 21'de termistör örneği paylaşılmıştır.



Şekil 21. Termistör

Sıcaklık ile direnç arasındaki ilişkinin yaklaşık olarak doğrusal olduğu varsayılırsa:

$$\Delta R = k\Delta T \quad (3.1)$$

Termistörler, k katsayısının işaretine göre ikiye ayrılır. Eğer k katsayısı pozitif bir değerse, sıcaklık arttıkça direnç de artar ve bu tür cihazlara pozitif ısıl katsayılı (PTC) termistör denir. Eğer k katsayısı negatif bir değerse, sıcaklık arttıkça direnç azalır ve bu tür cihazlara negatif ısıl katsayılı (NTC) termistör denir. Dirençler, k katsayısı sıfıra yakın olacak şekilde üretildiklerinden dolayı, termistör değildir. Bu yüzden dirençleri, tüm sıcaklık değerlerinde yaklaşık olarak sabit kalır. k sıcaklık katsayısı yerine bazen, αT direnç sıcaklık katsayısı terimi kullanılır. Bunun ifadesi şöyledir:

$$\alpha T = \frac{1}{R(T)} \frac{dR}{dT} \quad (3.2)$$

3.1.2. Stein-Hart Denklemi

Pratikte, yukarıda belirtilen doğrusal yaklaşım yalnızca belirli sıcaklık aralıklarında verimli olarak çalışır. Sıcaklık ölçümlerinin doğruluğu için, cihazın direnç/sıcaklık eğrisi ayrıntılı olarak çıkarılmalıdır. Stein-Hart denklemi, üçüncü mertebeden yaklaşımı şöyle ifade eder:

$$\frac{1}{T} = a + b \ln(R) + c \ln^3(R) \quad (3.3)$$

Burada a , b ve c , Stein-Hart parametreleri olarak adlandırılır ve her bir cihaz için belirlenmelidir. T , kelvin biriminden sıcaklık değeri olup R , ohm biriminde dirençtir. Stein-Hart denklemindeki hata, 200 °C üzerindeki ölçümlerde genellikle 0,02 °C'den daha küçüktür. Örneğin, (25 °C = 298,15 K) oda sıcaklığında, 3000 Ω dirençli bir termistördeki bu parametrelerin değerleri aşağıdaki gibidir.

$$a = 1,40 \times 10^{-3} \quad b = 2,37 \times 10^{-4} \quad c = 9,90 \times 10^{-8} \quad (3.4)$$

3.2. Akıllı Camlar

Akıllı cam sistemleri; ışık ve ısı gibi çevresel etkilerle aktifleşen pasif sistemler ve elektriksel uyarı ile aktifleşen aktif sistemler olmak üzere iki kısma ayrılmaktadır. Pasif sistemler, elektriksel uyarıya ihtiyaç duymazlar ve yalnızca çevresel bazı etmenlere duyarlılıkla tepki verirler. Herhangi bir kablo bağlantısına gerek olmadığı için daha kolay monte edilebilmekte ve kullanıcının kontrolünün mümkün olmadığı durumlarda ideal bir çözüm olabilmektedir. Aktif sistemlerin ise bir kablo bağlantısına ve beslemesine ihtiyaçları vardır. Bu durum montajlarının daha karmaşık olmasına neden olmaktadır.

Aktif sistemlerle görünür ve kızılötesi ışınım yoğunluğu ayarlanabilmekte ve ısıtma, soğutma, aydınlatma sistemleri enerji tüketimlerinde büyük avantaj elde edilebilmektedir. Pasif sistemler fotokromik camlar, termokromik camlar, termotropik camlar, faz dönüştürücü malzeme entegreli camlar, su sevmez ve su sever camlar, aerjel camlar ve vakum tüp camlar olarak sınıflandırılmaktadır.

Aktif sistemler ise elektrokromik camlar, polimer dağılmış likit kristal camlar, askıda parçacıklı camlar, gazokromik camlar, variokromik camlar, nanokristal cam içi kompozitler, elastomer-deformasyon ayarlanabilir cam, elektrokinetik piksel cam teknolojisi, akışkan doldurulmuş cam teknolojisi ve mikro blind kaplamalı camlar olarak sınıflandırılmaktadır. Biz aktif cam sistemlerini ele alacağız.

3.2.1. Aktif Camlar

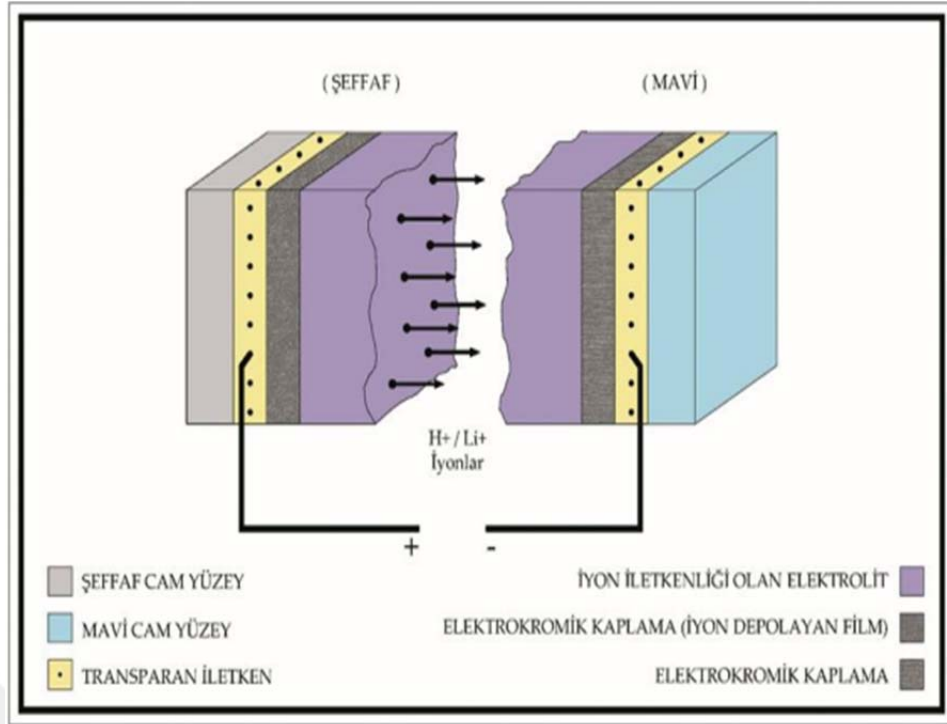
Akıllı cam sistemleri, durdurma, başlatma ayarlanabilme gibi özellikleri sayesinde pasif camlara kıyasla avantajlıdır. Pasif camlar tamamen çevresel faktörlere bağlı olup insan kontrolüne izin vermez. Kullanıcı kontrolünde ve maruz kalınan bir

enerjiyle aktiveleşen camlar, kullanım kolaylığı ve verimi sayesinde birçok alanda tercih edilmeye başlanmıştır. Bu sistemlerde kullanılacak camların her parçasına ayrı donanımlar üretilerek, sensor ve kontrol sistemleri tasarlanmalıdır. Kontrol yöntemleri benzer olup, karakteristikleri, voltaj ve akım değerleri, esneklik ve opaklık gibi fiziksel özellikleri birbirinden farklıdır.

3.2.1.1. Elektrokromik Camlar

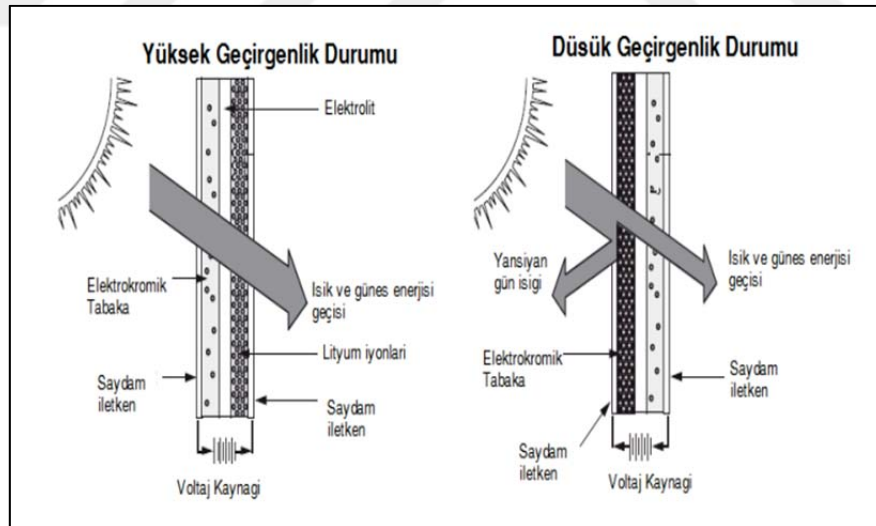
Elektrokromik camlar, üzerine uygulanan doğru akımla, optik özelliklerini değiştiren aktif sistemlerdir. Uygulanan elektrik akımı, malzeme üzerinde bir kimyasal reaksiyona sebep olur ve opaklık seviyesi değişir. İki iletken arasına bir elektrik akımı uygulandığında, toplanma katmanından çıkan iyonlar (genellikle lityum ve hidrojen) iletken bölümü geçerek elektrokromik kısma ulaşır. Biriken iyonlar ışığın geçişini engellediği için de cam opak bir görünüm kazanır. Elektrik akımı kesildiğinde ise bu durumun tersi görülür. Elektrokromik katmana geçmiş olan iyonlar iletken kısım üzerinden toplanma kısmında depolanmak üzere çıkış yaparlar ve cam yeniden şeffaf bir hale dönüşür. Bu süreç diğer akıllı camlarda tam tersi şekilde oluşmaktadır.

Elektrokromik cam kaplamalarda saydamlığın oluşması ve opaklaşması 30 saniye ile 5–10 dakika arasında gerçekleşmektedir. Elektrokromik kaplamalar genellikle nikel veya tungsten oksit (WO_3) metalinden oluşmaktadır. Metal oksit içerenlerde farklı renklerde üretimi mevcuttur. Şekil 22’de elektrokromik camın iç yapısı ve çalışma prensibi gösterilmiştir.



Şekil 22. Elektrokromik Cam İç yapısı

Bu yapının saydam/opak durumlarının gerçekleşmesi Şekil 23'te belirtilmiştir.



Şekil 23. Elektrokromik Cam Çalışma Prensibi

Elektrokromik camlar, pasif sistemlerden farklı olarak, bu kimyasal reaksiyonu homojen olarak gerçekleştirir. Bu değişim kenarlardan başlayarak ortaya doğru olacak şekildedir. Bu şeffaflık ve opaklık seviyesi belirli sınırlar içerisindedir. Şeffaf durumda %60 (bazı özel üretimlerde %85 ve üzeri), opak durumda ise %1 ışık geçirgenliğine

sahiptir. Şekil 24'te, soldan sağa doğru ışık geçirgenliği artan elektrokromik cam görülmektedir.



Şekil 24. Elektrokromik Cam Kullanım Örneği

Elektrokromik camlar, opak ve şeffaf durumları arasında istenilen düzeye ayarlanabiliyor olması, çalışması için çok az bir güç gerektirmesi, birimsel olarak değişikliğe olanak sağlaması, uzun vadeli kullanıma ve geniş bir alan potansiyeline sahip olmasından ötürü en çok tercih edilecek akıllı cam teknolojisi olarak kabul edilmektedir.

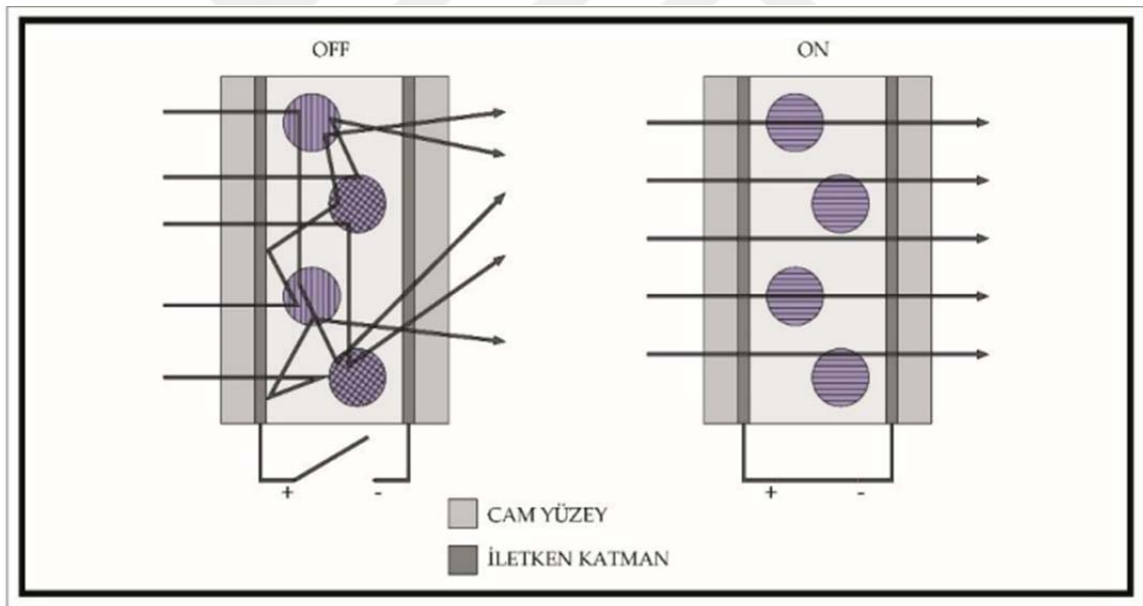
Yapılan test sonuçlarına göre 20-30 yıldan daha fazla bir süre içinde performansında herhangi bir düşüş olmayacağı gözlemlenmiştir. Ayrıca havacılık başta olmak üzere, inşaat, savunma, otomobil gibi birçok sektörde hızla yaygınlaşmaktadır. Ancak bu teknoloji, hem doğru akımda çalışması, hem de opaklık seviyesi çok yüksek olmasına rağmen esnekliği olmadığı için kanopi kaplamasına uygun değildir. Ayrıca tedarik etmesi ve muhafazası da polimer dağılmış likit kristal ve askıda partiküllü camlar kadar kolay değildir.

3.2.1.2. Polimer Dağınmık Likit Kristal Camlar

Likit kristalli camlar, PDLC (Polymer Disperse Liquid Crystal) da elektrokromik camlar gibi elektrik akımı ile optik özelliklerini değiştirerek çalışırlar. Ancak elektrokromik camlardan farklı olarak üzerinde voltaj bulunduğunda şeffaf,

voltaj etkisi ortadan kalktığıında opak yapıda olurlar. Bu prensip elektrokromik camların çalışma prensibinin tam tersi olup, askıda partiküllü camların çalışma prensibiyle aynıdır. Bu durum büyük bir dezavantajdır. Çünkü sistem aydınlık olabilmesi, yani camın ışık geçirebilmesi için sürekli enerji tüketmesi gerekmektedir. Ayrıca özellikle medikal alanda, yeni doğan yoğun bakım ünitelerinde bu durum çok iyi bir elektriksel izolasyon gerektirir. Bir diğer dezaavantaj ise, elektrokromik camlar gibi doğru akımla değil, askıda partiküllü camlar gibi alternatif akımla çalışmasıdır.

Çalışma prensipleri, iki cam katmanı arasına yerleştirilen ısıl performansı çok yüksek sıvı kristallerin elektrik akımı ile oluşan gerilim sonucu düzenli yapıya girerek aralarında boşluklar oluştururlar. Oluşan boşluklardan ışık geçirirler. Elektrik akımının kesilmesiyle ise sıvı kristaller harekete geçerek dağınık bir hal alırlar ve aralarından ışık geçirmeyerek opak hale gelirler. Görünürlüğün koyu-açık, yarı şeffaf- şeffaf gibi çeşitli durumlara göre ayarlanması mümkündür. Likit kristal camların çalışma prensipleri Şekil 25'te gösterilmiştir.



Şekil 25. Polimer Dağınık Likit Kristal Cam Çalışma Prensibi

Likit kristal cam filmleri yapısı gereği esnekler. Bu sebeple yaklaşık 120 derecelik kuvöz kanopi yapısının köşeleri dahil kaplanmaya uygundur. Elektrokromik camlardaki gibi sürücü ve kontrol devrelerine ihtiyaç duymakla beraber, opak durumdaki ışık geçirgenlikleri %10-%30 civarında olup elektrokromik yapı kadar karanlık ortam sağlayamazlar. En yaygın kullanılan akıllı cam türü olup, inşaat ve

otomotiv sektöründe sıklıkla karşımıza çıkmaktadır. Şekil 26'da, mimari bir yapıda kullanımı gösterilmiştir.

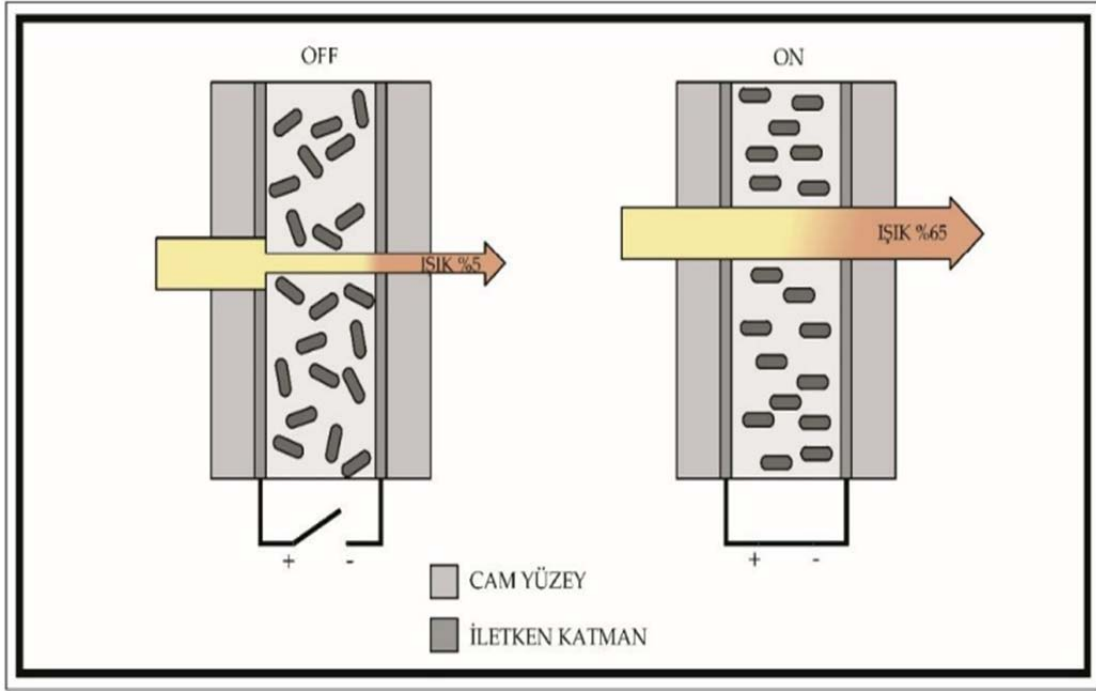


Şekil 26. Polimer Dağınık Likit Kristal Cam Kullanım Örneği

3.2.1.3. Askıda Partiküllü Camlar

Asılı partiküllü camların, SPD (Suspended Particle Device) çalışma prensibi polimer dağılmış likit kristal camlara benzemektedir. İki cam paneli arasına askıda duran çubuğa benzeyen taneciklerin bulunduğu ince bir laminasyon konumlandırılması esasına dayanır. Askıda duran tanecikler bu laminasyonun dışında saydam iki elektriksel iletken ince film tabakası bulunmaktadır. Polimer dağılmış likit kristal camlarda olduğu gibi elektrik akımı verildiğinde bu tanecikler düzgün bir şekilde sıralanarak aralarından ışık geçirir ve cam şeffaflaşır. Elektrik akımı ortadan kalktığında tanecikler dağınık bir yapı oluşturarak camın opaklaşmasını ve geçirgenliğin kaybolmasını sağlarlar. Yine alternatif akıma ihtiyaç duyarlar.

Askıda partiküllü camların opak halde ışık geçirgenliği polimer dağılmış likit kristal camlara göre çok daha düşüktür. Yani daha karanlık bir ortam sunar. Ancak bu özelliğine rağmen likit kristal camlara göre maliyeti çok yüksek olduğundan, yaygın olarak kullanılmamaktadır. Şekil 27'de çalışma prensibi belirtilmiştir.



Şekil 27. Askıda Partiküllü Cam Çalışma Prensibi

Askıda partiküllü camlar, sonsuz ayarlanabilir ışık geçirgenliği sağlar. Ayrıca likit kristalli camlara göre çok daha yüksek eğik görüş açlarına sahiptir. Şekil 28’de bir uygulama örneği verilmiştir.



Şekil 28. Askıda Partiküllü Cam Kullanım Örneği

4. HAYATİ PARAMETRELERİN ÖLÇÜMÜYLE MELATONİN SALGISI DESTEKLEYİCİ SİSTEM TASARIMI

Bu çalışma, yeni doğan birimlerinde bebeklerin hayati parametreleri izlenip anlamlandırılarak, bu veriler ışığında bebeğin anne karnı hissiyatının devamı ve melatonin salgısını destekleyecek bir karartma sistemi tasarımı, donanım tasarımı ve üzerinde koşan yazılımın tasarımını içermektedir. Tasarım gereklerince, steril olabilecek malzeme ve çözümlerle ilerlenmiştir. Gerekli literatür taramaları yapılmış, karanlık ortamın melatonin salgısı üzerindeki kesin olan etkileri incelenmiştir.

4.1. Hayati Parametrelerin İzlenmesi

Bebek kuvözünde bulunan merkezi kontrol biriminin, cilt sıcaklığı, oksijen satürasyonu, nabız, perfüzyon indeksi ve ortam sıcaklığı ölçümleri, ortam nemlendirme, ısıtma ve hava kalitesi sağlama gibi işlevleri bulunmaktadır. Parametrelerin ölçülmesi için gerekli sensörlerin bağlı olduğu birimler, kontrolcüler, motorlar, üniteler, analog ve dijital devreler bu birimde bulunur.

Optik özelliklerini üzerindeki elektrik akımına göre değiştiren, polimer dağılmış likit kristal cam yapısını kontrol etmek için bu hayati parametreleri kullandığımızdan bahsetmiştik. İhtiyacımız olan cilt sıcaklığı, nabız ve oksijen satürasyonu parametreleri merkezi kontrolcü biriminden RS-485 veriyolu vasıtasıyla sisteme alındı. Bütün bu parametreler merkezi kontrol birimine de kuvözün sensör modülünden elde edilir.

Sensör modülü halihazırda kuvöz üzerinde aktif olarak çalışmaktadır. Buradan gelecek olan hayati parametreler, polimer dağılmış likit kristal cam kontrol modülü tasarımımızda değerlendirip işlemler yapılmıştır. Alınan verilerden biri olan cilt sıcaklığı verisi, kablosuz yöntemlerle sağlanmıştır. Kablosuz cilt sıcaklığı ölçümü tasarımı, proje özelinde gerçekleştirilmek istenen amaca ek olarak yapılan bir geliştirmedir. Bu tasarım, kuvözlerde kablo karmaşasının önüne geçmek için atılmış bir adım olup, diğer hayati parametrelerin de kablosuz haberleştirilmesi üzerine çalışmaların artması beklenmektedir. Şekil 29'da sensör modülü gösterilmiştir.



Şekil 29. Sensör Modülü

Hayati parametrelerin izlenmesi yeni doğan yoğun bakım ünitelerinde, bebekler için çok kritik bilgiler içermektedir. Bu bilgiler yeni doğanlarda çok hızlı değişebilir, sürekli izlenmelidir. Şekil 33'te görüldüğü gibi, tüm hayati parametreler izlenirken, kuvöz içinde bebeği de tehdit edecek şekilde kablo karmaşıklığı oluşmaktadır. Bu kablo kalabalığı bebeklerin uzuvlarına ve boynuna takıldığı için bazı durumlarda hekimler bu sensörleri kullanmaktan vazgeçmektedirler. Şekil 30'da bu durum belirtilmiştir.

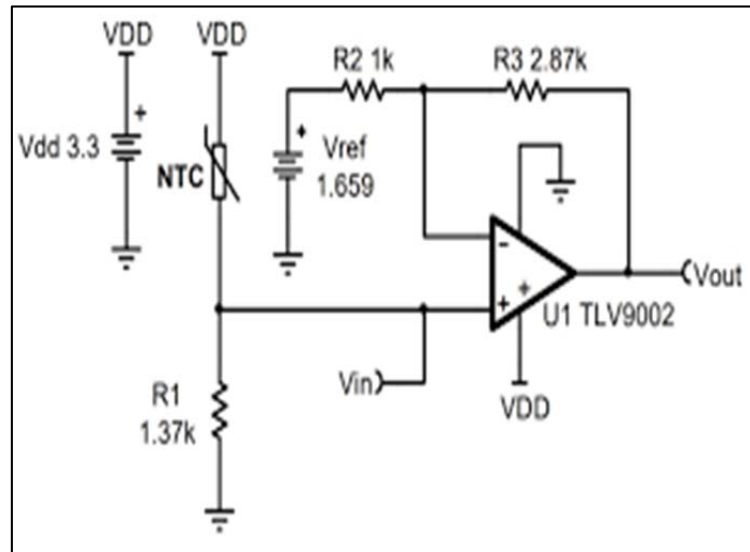


Şekil 30. Bebek Üzerinde Kablo Karmaşası

Ölçüm verisi olarak kullandığımız, SpO₂, cilt sıcaklığı ve nabız parametreleri kablosuz olarak ölçülebilir. Radyo frekans yayın bantları, sterilite ve uyumluluk kriterleri göz önüne alınarak, bu kabloların tamamından kurtulmak mümkündür. Likit kristal cam yapısını sürerek aydınlık karanlık dengesiyle melatonin salgısını desteklemeye yönelik bu çalışmada, cilt sıcaklığı verileri Bluetooth üzerinden taşınmıştır. Bütün bu analog verileri okuyup dijital işlemlerde kullanabilmek adına analog veriden dijital veriye çevrilmesi gerekir. Bunlar da ADC (Analog Digital Converter) çevrebirimleriyle yapılmaktadır.

4.1.1. ADC Ölçüm Kriterleri ve Seçimi

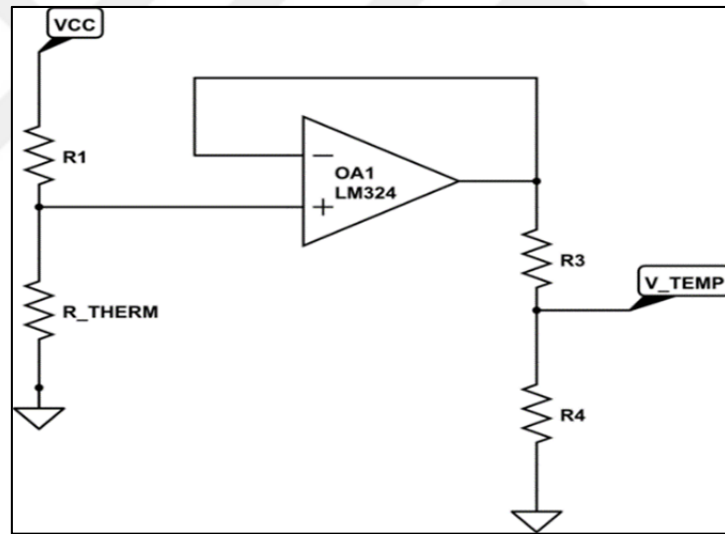
Şekil 29'da belirtilen sensör modülüne ait 1 ve 2 numaralı girişler cilt sıcaklığı ölçüm devrelerinin girişleridir. Buraya sıcaklık verisi termistör üzerinden gelerek, opamp ve filtre devrelerinden geçer. Ardından içerisinde bulunan mikrodenetleyici ve harbeleşme çevrebirimleri vasıtasıyla, hem verilerin anlamlandırılması hem de RS-485 veriyolu üzerinden iletimi sağlanır. Bunların yanında ortam sıcaklığı ve nem ölçümüyle iklimlendirme, bebeğin kilosunu ölçme gibi görevleri de vardır. Bu modül, tasarlanmış olduğumuz PDLC kontrol modülü ve kuvöz merkezi kontrol modülü ile haberleşir. Şekil 31'de belirtilen opampılı devre ile ölçüm gerçekleştirilir.



Şekil 31. NTC Ölçüm Devresi

Burada termistörü(NTC), devre besleme voltajını en yüksek ölçüm seviyesi olarak belirlediğimiz 3.3VDC gerilim seviyesine getirmek için bir gerilim bölücüyle bölünür. Ölçüm yapılan taraftaki ADC(Analog Dijital Dönüştürücü) biriminin çözünürlüğüne göre 0VDC-3.3VDC voltaj seviyeleri arası, eşit parçalara bölünüp anlamlı analog değerleri ifade ederler. Ardından en yüksek ölçüm değeri olan 3.3VDC gerilim seviyesini geçmeyecek şekilde ölçüm sinyali opampta belirlenen kazanç katsayısı ile kuvvetlendirilir. Bunu opampın çıkış tarafına bağlanan dirençler belirler.

Opamp çıkışında kayda alınan veriler doğrusal değildir. Doğru sonuçları elde etmek için Stein-Hart gibi birtakım algoritmalar gerektirir. Eğer bir kazanç faktörüne ihtiyaç duyulmazsa dahi, gerilim bölücü çıkışında aşağıdaki gibi gerilim izleyici opamp devresi kurulmalıdır. Bu bütün analog ölçümler için geçerli bir yöntemdir. Şekil 32’de bir tampon devresi gösterilmiştir.



Şekil 32. Tampon Devresi

Gerilim izleyici opamp devresi sıklıkla, birlik kazanç opamp veya tampon(buffer) olarak isimlendirilir. Opampların karakteristiği gereği idealde giriş empedansı sonsuz olup, çıkış empedansı sıfırdır. Gerilim izleyici opamplar genellikle kaynak ile yüksek veya düşük empedanslı yüklerin bağlantılarını sağlamak için kullanılır. Voltaj bölücüsünde oluşan gerilim düşümünün önüne geçip daha doğru sonuçlar elde etmek için kullanılır. Ayrıca çıkışına, sinyali daha doğru çözümlemek adına, RC filtre kullanılması uygundur.

Ancak kullanılacak olan filtre kapasitesinin değeri, mikrodenetleyicinin analog-dijital dönüştürücü (ADC) biriminde bulunan sampling (örnekleme) kapasitöründen küçük olmalıdır. Çünkü gecikme oluşup örnekleme kaçırma ihtimali yükselir.

Ölçüm sonuçlarını etkileyebilecek bir diğer konu ise, opampların ideale ne kadar yakın olduğu konusudur. Burada en önemli parametrelerin biri de, opampların rail to rail özellikte seçilmesi gerektiğidir. Bunun sebebi, kullanılacak gerilim seviyesini genişletmek, doğal olarak da çözünürlüğü artırmaktır. Opamlarda kazanç uygulanıp kuvvetlendirilmiş bir sinyalin genliği, opamp besleme voltajını geçemez. Örneğin 3.3VDC seviyede beslenen opamptan alınacak kuvvetlendirilmiş sinyal, 3.3VDC'den büyük olamaz. Ancak bu değer genelde 3.15V gibi gerilim seviyeleriyle sınırlıdır.

Bunun sebebi opamp üzerinde harcanan güç ve gerilim düşümleridir. Rail to rail opamplar, ideale daha yakın olup, bu değeri 3.2-3.25VDC gibi seviyelere çıkarabilirler. Tüm bu kazanç ve filtre devrelerinden geçen sinyal anlamlandırılmak ve ölçülmek üzere işlem birimine iletir. Bu işlem analog dijital dönüştürücüler (ADC) vasıtasıyla yapılır. Burada çözünürlük faktörü ise, ADC çözünürlüğüdür. Örneğin;

Ölçülecek en yüksek sıcaklık değerinin gerilim seviyesi 3.3VDC,

ADC çözünürlüğü de 10 bit olsun. 3.3VDC seviyesi, gelebilecek en büyük ölçüm sinyalinin kuvvetlendirilmiş halidir. Kazanç devreleri bu sınır değerler üzerinden tasarlanmalıdır. Ayrıca ADC biriminin referans voltajıyla, ölçüm devremizin referans voltajı aynı seviyede olmalıdır. Burada ölçüm yapılırken, 0VDC- 3.3VDC voltaj seviyeleri arasındaki her bir adımı, ADC birimi, ideal şartlarda eşit parçalara böler. Yani 10 bitlik bir ADC, bu voltaj seviyesini 1024 ayrı parçaya böler. Bu durumda adım çözünürlüğü 3,2mV civarındadır. Bu sonuca göre, ADC birimi her 3,2mV'luk bir değişimi algılayabilecek hassasiyette olacaktır.

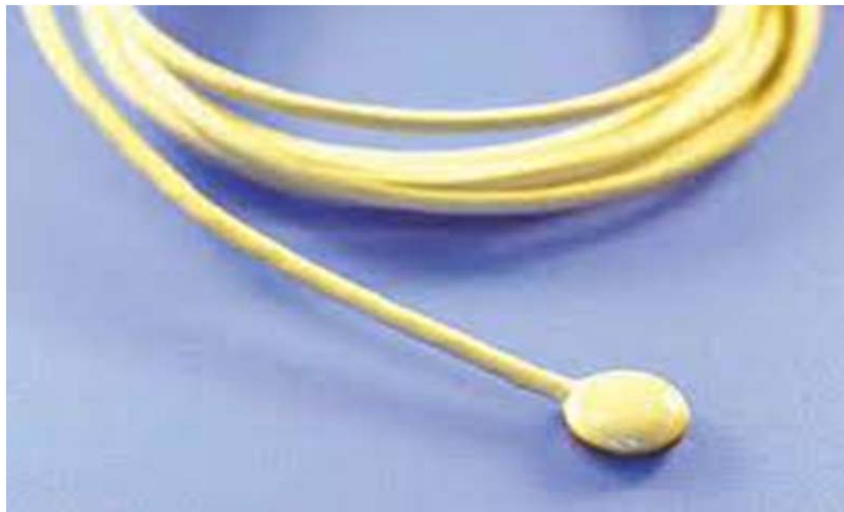
ADC'ler çoğu projede en önemli çevrebirimlerinden biridir. Çünkü algoritmalar çoğunlukla, bir girdiye göre işlem yapmaktadırlar. Bu projede, hayati parametrelere göre işlem yapılırken, bir savaş uçağı projesinde, füzenin ateşlenmesi için gereken bir parametrenin ADC üzerinden alınan bir veriye göre kullanılması yüksek olasılıktır. Birbirine göre avantaj ve dezavantajları bulunmakla birlikte, kullanım alanlara göre çeşitli ADC türleri vardır. ADC çeşidi seçilirken ihtiyaçlar belirlendikten sonra bazı kriterler göz önüne alınmalıdır.

Bu kriterler, çözünürlük, hız, gürültü duyarlılığı, maliyet, örnekleme hızı ve doğruluktur. Her projenin gerektirdiği ADC tipi birbirinden farklıdır. Örneğin, bir projede, dar bir sinyal gerilim seviyesi arasında en hızlı örnekleme gerekirken, başka bir projede, geniş bir sinyal gerilim seviyesi arasında en yüksek çözünürlük gerekir. Tablo 5'te karşılaştırmalı olarak tabloda belirtilmiştir.

Tablo 5. ADC Çeşitleri Karşılaştırması

ADC Türü	Artıları	Eksileri	Maksimum Çözünürlük	Maksimum Örnek Hızı	Ana Uygulamalar
SAR	İyi Hız/Çözünürlük Oranı	Doğal Anti-Aliasing Koruması Yok	18 Bit	10 MHz	Veri Toplama
Delta-Sigma	Yüksek Dinamik Performans	Doğal Olmayan Sinyallerde Gecikme	32 Bit	1 MHz	Veri Toplama, Gürültü, Ses
Çift Eğimli	Doğru, Ucuz	Düşük Hız	20 Bit	100 Hz	Voltmetreler
Pipelined	Çok Hızlı	Sınırlı Çözünürlük	16 Bit	1 GHz	Osiloskoplar
Flash	En Hızlı	Düşük Çözünürlük	12 Bit	10 GHz	Osiloskoplar

Ardından yazılım katmanında Stein-Hart denklemleri koşturularak en doğru sıcaklık değerleri ölçülür. NTC cilt sıcaklığı ölçüm probu Şekil 33'te gösterilmiştir.



Şekil 33. NTC Cilt Probu

Yukarıdaki şekilde gösterilen ürünün, kablo karmaşası ve bebeğe rahatsızlık vermesi gibi sorunlara sebep olması nedeniyle, cilde zarar vermeyen, steril olabilen ve esnek yapıda kablosuz cilt probunu tercih edildi.

4.1.2. Kablosuz Cilt Sıcaklığı Ölçümü

Şekil 34’te belirtilen üründe dahili batarya ve anten bulunup, üzerinde termistör yer almaktadır. Kablolü cilt problemleriyle tamamen aynı mantıkta çalışan bu prob, ölçtüğü sıcaklık verilerini dijital formatta dahili anteni üzerinden yayın yapmaktadır.



Şekil 34. NTC Kablosuz Cilt Probu

Sıcaklık analog bir değer olup, mikrokontrolcülerin Analog- Dijital dönüştürücü (ADC) çevrebilirimleri üzerinden dijital veriye dönüştürülüp işlem yapılır. Küvözlerdeki sensör modülü üzerinde analog veri girişi için yuvalar bulunduğundan bahsetmiştik. Ancak kablosuz cilt sıcaklığı ölçüm probu, veriyi dijital olarak yayın yapmaktadır. Bunun için ayrıca bir dönüştürücü tasarımı gerçekleştirildi.

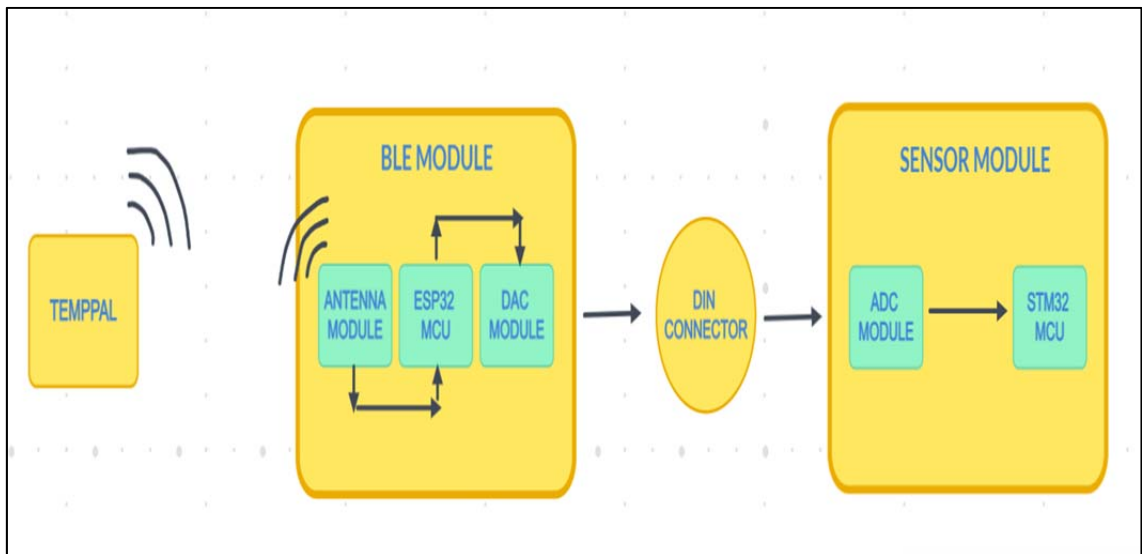
Kablosuz NTC, Bluetooth Low Energy(Düşük tüketimli Bluetooth) üzerinden yayın yapmaktadır. Çünkü radyo frekans vericiler, kablosuz çalışan ürünlerin kapasitesine oranla yüksek akımlar çekerler.

Bu ürünlerin verimli olması adına dahili bataryasıyla günlerce çalışmaları gerekmektedir. BLE teknolojisi 2.4GHz bant genişliğinde çok düşük güç tüketimlerine sahiptir. Yayın yapmış olduğu sıcaklık verileri

BLE üzerinden geldiği için, bu protokolü barındıran bir dönüştürücü modül tasarlanması gerekmektedir. Bunun için BLE destekleyen ESP32 mikrodenetleyici bulunduran bir modül tasarımı gerçekleştirildi.

Prob üzerinden BLE yoluyla gelen veri, ESP32'nin BLE arayüzü ile yakalanıp, veriler anlamlandırıldı. Ardından bu dijital veri, kuvözün sensör modülünde bulunan analog arayüzlere direkt bağlantı yapılabilmesi için dijital analog dönüştürücü (DAC) tarafından analog veriye dönüştürüldü. Bu dönüştürme işlemi yapılırken, doğruluğu kanıtlanmış termistörler vasıtasıyla, yeni doğan birimlerinde istenen sıcaklık hassasiyetinde sürekli ölçümler yapıp kaydedilmiştir. Bu verilerden yola çıkarak ESP32 mikrodenetleyicinin 12 bitlik ADC'sine belirlediğimiz voltaj seviyelerinde bitler iletildi. Bu analog bir sıcaklık verisinin simülasyonu da denebilir.

Tasarlanan bu aracı modül, DIN konnektörü ile sensör modülüne bağlanmaktadır. Üzerinde bulunan dört adet led ile, düşük batarya, bağlantının kopması ve bağlantının başarılı olması durumları belirtilmiştir. Şekil 35'te bu sistemin blok diyagramı verilmiştir.



Şekil 35. Kablosuz Cilt Probu Dönüştürücü Modül Blok Diyagramı

Kablosuz prob cilde zarar vermeyen, steril olabilen cilt probunun üzerindeki termistör tarafından cilt sıcaklığını ölçtüğünden bahsetmiştik. Bu veri şekilde gösterildiği gibi kablosuz olarak, tasarladığımız modülün ESP32 bloğu anteni üzerinden alınıp işlenir. Ardından DAC ile simüle edilip DIN konektör üzerinden sensör modülüyle bağlanır. Burada ADC ile tekrar analog veriye dönüşerek, sensör modülünde bulunan STM32 mikrodenetleyicide işlenir. Bu işlemler sonucunda çeşitli sistemlere girdi olabilecek veriler oluşturulur.

Bu sayede, sensör modül donanım ve yazılımında hiçbir değişiklik yapmadan, kalifikasyon ve doğrulama gerekliliklerini bozmadan aracı bir modül vasıtasıyla, kablolu cilt probunun yerine kablosuz, steril, BLE üzerinden yayın yapan modül tasarlanıp gerçekleştirilmiştir. İstenildiği takdirde IOT(Internet Of Things) teknolojisi ise kablosuz ağa bağlanıp tüm hastaneye yayın yapılabilir.

Nesnelerin İnterneti(IOT), hem cihazlar ile uzak sunucu ya da bulut arasındaki, hem de cihazların kendi aralarındaki iletişimi sağlar. Teknolojinin gelişmesiyle artık birçok cihaz internete bağlanabilmektedir. Akıllı ev eşyaları ile günlük kullanıma da dahil olmuştur. Dış fırçaları, elektrikli süpürgeler, buzdolabı, çamaşır makinesi, bulaşık makinesi gibi ev aletleri IoT kullanarak veri toplayıp kullanıcılara akıllı bir şekilde yanıt verebilmektedir.

IoT ekosistemi, ortamlarından elde ettikleri verileri toplamak, göndermek ve bunlara göre hareket etmek için işlemciler, sensörler ve iletişim donanımı gibi gömülü sistemleri kullanan web özellikli akıllı cihazlardan oluşur. IoT cihazları, verilerin yerel olarak analiz edilmek veya analiz edilmek üzere buluta gönderildiği bir IoT ağ geçidine veya başka bir uç cihaza bağlanarak topladıkları sensör verilerini paylaşır.

Elektronik cihazlar bazen diğer ilgili cihazlarla iletişim kurar ve birbirlerinden aldıkları bilgilere göre hareket eder. Bu web özellikli cihazlarla kullanılan bağlantı, ağ ve iletişim protokolleri büyük ölçüde IoT uygulamalarına bağlıdır. IoT, veri toplama süreçlerini daha kolay ve daha dinamik hale getirmeye yardımcı olmak için yapay zekadan (AI) ve makine öğreniminden de yararlanabilir. Şekil 36'da IoT sistem örneği paylaşılmıştır.



Şekil 36. IoT Sistem Örneği

Nesnelerin interneti, insanların daha akıllı yaşamasına ve çalışmasına ve yaşamları üzerinde tam kontrol sahibi olmasına yardımcı olur. Evleri otomatikleştirmek için akıllı cihazlar sunmanın yanı sıra IoT, iş için çok önemlidir. IoT, işletmelere sistemlerinin gerçekte nasıl çalıştığına dair gerçek zamanlı bir bakış sunarak makinelerin performansından tedarik zinciri ve lojistik operasyonlara kadar her şeye ilişkin içgörüler sunar.

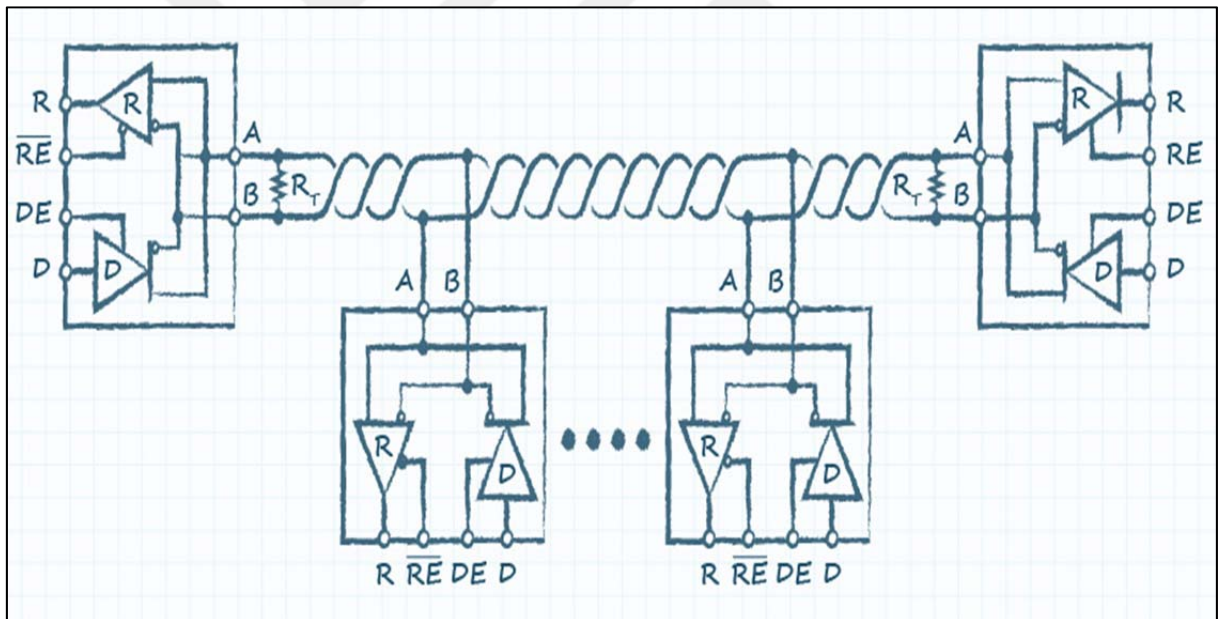
Tüm bunların yanı sıra hastane içerisinde IoT cihazların kullanımı, kritik bilgilerin ilgili sorumlulara hızlı ve güvenilir iletimi için faydalı olabilmektedir. Örneğin yeni doğan yoğun bakımlarında sürekli izlenen parametreler, ilgili hekim, hemşire ve sorumlu personelin mobil cihazından erişiminde olması hızlı karar almayı sağlar. Ayrıca sadece nöbette ve mesaideki personel değil, evinde olan hastane personeli için de veri aktarımı sağlar.

Cilt sıcaklığı, oksijen saturasyonu ve nabız verileri, sensör modülü üzerinden PDLC kontrol birimine iletilmiştir. Bu iletim sensör modül ve PDLC kontrol modülü arasındaki 1 metrelik bir mesafede bozulmadan taşınmalıdır. Bu sebeple, karşılıklı iki modülde UART protokolleri üzerinden RS-485 veriyolu ile bu bilgiler taşınmıştır.

4.1.3. RS-485 ile Kontrol Birimlerinin Haberleşmesi

RS-485 protokolü, UART protokolden farklı olarak sinyalleri diferansiyel çiftler halinde taşımaktadır. UART protokolü ile tek sonlu iletim gerçekleştirilmektedir. Yani UART veriyolunda sinyal, bir iletim hattından gidip ground (referans düzlem) ile dönüşünü tamamlarken, RS-485 veriyolunda sinyal, bir iletim hattından giderek, diferansiyel çifti olan diğer hattan geri döner.

Hattın başında ve sonunda bulunun fark kuvvetlendirici ve fark alıcılar sayesinde, sinyalin iletiildiği noktada iki sinyali farkı alınıp işlemlenir. Bu sayede iki sinyale binen gürültü, sinyallerin farkı alındığı için sıfırlanmış kabul edilir. Şekil 37'de RS-485 veriyolu belirtilmiştir.



Şekil 37. RS-485 Veriyolu

Burada R_t sonlandırma direnci olup hattın karakteristik empedansıdır. 120 ohm olarak kullanılır. A ve B diferansiyel sinyal çiftinin her bir hattıdır. Ayrıca bükülmüş şekilde taşınan kablo, gürültü sinyallerinde faz farkından dolayı sönmeye yardımcı olur. DE ve RE pinleri ise, veri göndermek ve almak için konfigürasyon tanımlayan pinleridir. Çift yönlü veya tek yönlü olarak çalışabilirler. Bir veriyolu üzerinden birden çok cihaz kontrol edilebilmektedir.

4.2. Polimer Dağılmış Likit Kristal Camın Kontrolü

Günümüz yoğun bakım birimlerinde, melatonin salgısını destekleyici karanlık ortamın steril olmayan, düzensiz ve görüş engelleyici malzemeler tarafından sağlandığından bahsetmiştik. Şekil 38'deki resimde günümüz yöntemi gösterilmiştir.



Şekil 38. Günümüz Yöntemleriyle Aydınlatma Kontrolü

Görseldeki yöntemle, acil müdahale zorluğu, sürekli gözle takip ve fototerapi işlemi esnasında tedaviyi uygulamak zordur. Ayrıca bu bezler hastane ve bebeğin atıklarıyla, insan faktörüyle hızlıca kirlenir. Bu da bebek açısından sağlık sorunlarına sebep olabilir. Bir önceki bölümde, polimer dağılmış likit kristal camın kontrolünü yapabilmek için kullanılacak parametrelerin hangi birimler ve modüller üzerinden alınacağından bahsedilmiştir. Bu parametreler, tasarlanan kontrol donanım ve yazılımı üzerinde kullanılmıştır. Kullanım modları açısından, uygulamada efektif olacak şekilde çözümler geliştirilmiştir.

Camın kontrolü, hayati parametrelere göre yapılmakla beraber, elle kontrol için de bir tuş takımı yerleştirilmiştir. PDLC camın uygulandığı tüm yüzeyler, birbirinden bağımsız olarak kontrol edilip, farklı kullanım amaçları ve modları için ayrılmıştır.

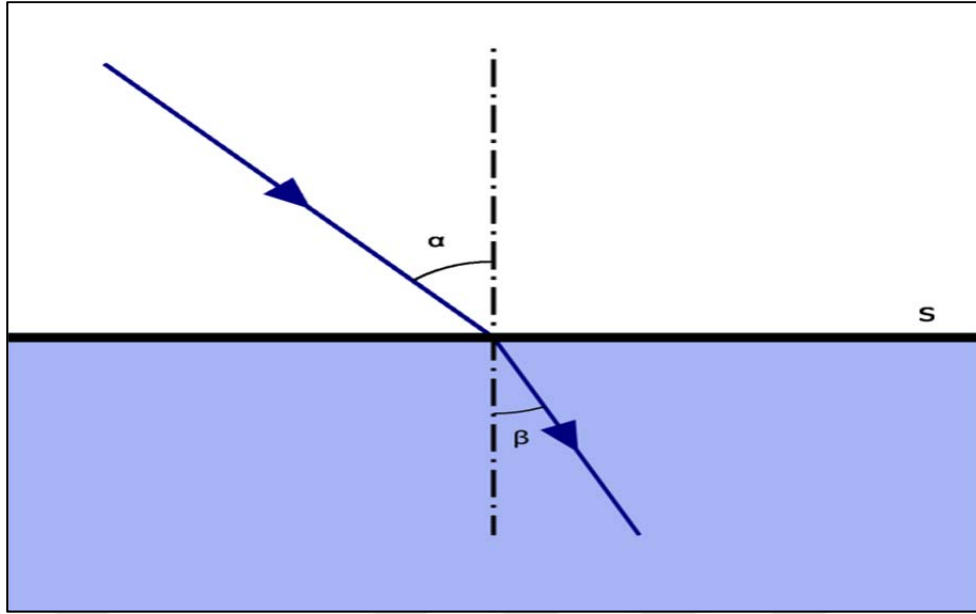
Yeni doğanlarda sarılık hastalığı sıklıkla görülmektedir. Çünkü, bebeklerin karaciğeri, doğduktan sonra bilirubin yıkılması görevini plasentadan henüz devralmıştır. Bu süreçte özellikle prematüre bebeklerde, karaciğer fonksiyonları desteklenmelidir. Gelişmekte olan karaciğer, bilirubinin uzaklaştırmasını etkin bir şekilde gerçekleştiremez. Zaman içerisinde bu işleve sahip olur ve hastalık semptomları azalır. Sarılık tedavisi günümüz koşullarında kolaydır ve fototerapi uygulamasıyla yapılır. Şekil 39'da sarılık tedavisi alan bir bebeğin görseli paylaşılmıştır.

Polimer dağılık likit kristal cam filmi kaplama uygulamasında kuvözün tüm yüzeyleri kaplandığı için, fototerapi esnasında yalnızca üst kısmı aydınlatmak istenebilir. Bu durum için bir fototerapi modu eklenmiştir.



Şekil 39. Fototerapi Tedavisi

Görüldüğü üzere fototerapi tedavisi, mavi-yeşil ışık altında yapılmaktadır. Işık kaynağı olan fototerapi ledlerinin dalga boyu, geliş açısı ve parlaklık düzeyi, bilirubin tedavisi için çok önemli parametreler olup, kontrolü ve bakımı gereklidir. PDLC şeffaf halde olsa bile, ışığın kırılma indisini yine de değiştirecektir. PDLC cam gibi izolasyon için üzerine kaplanacak termoplastik poliüretan malzeme de bu indis etkileyecektir. Bu durumda indis eşitleme metodu denilen optik yöntemle ışığın geldiği ortam ve ulaştığı ortam arasındaki farkı alarak uygun materyallerle bunun önüne geçilebilir. Şekil 40'ta ışığın ortam değiştirirken uğradığı kırılma gösterilmiştir. Bahsedilen yöntemde $\alpha - \beta$ kadar düzeltme gereklidir.



Şekil 40. Işığın Kırılması

4.2.1. İzolasyon Kaplama

Sistem, yeni doğan birimlerinde kullanılacağı için, birçok güvenlik kriterini sağlaması gerekmektedir. PDLC cam filmi elektrik enerjisiyle optik özelliklerini değiştirir. Küçük de olsa üzerinden akım akmaktadır. Film, bebeğin bulunduğu kanopinin dış yüzeyine konumlandırılmış olup, bebekle olası teması kesilmiştir. Ancak hastane personeli, hemşire ve hekimlerin temasına açık konumdadır. Bu sebeple elektriksel izolasyonu sağlamak gerekmektedir. Bunun için tüm iletkenler ve baralar, PDLC cam filmi ve kanopiye açılan kablo kanallarına gömülmüştür.

Bu izolasyonun uygulanmasını gerektiren bir diğer konu ise sterilizasyon konusudur. Projenin amaçlarından bir tanesi de hijyenik bir ortam sağlanmasıdır. Kuvözlerin bazı kimyasallara dayanımı olmasa bile, hastane şartlarında bu gibi önerilmeyen maddeler kullanılmaktadır. Hem elektriksel izolasyon hem de temizlik şartlarına dayanıklı olması adına PDLC cam filminin dış yüzeyine bir koruyucu film kullanılacaktır. Sonraki başlıkta termoplastik poliüretan filminden bahsedilmiştir.

4.2.1.1. Termoplastik Poliüretan

PDLC cam filminin üzerine iki çeşit poliüretan karşılaştırılmıştır. Biri eter, diğeri polyester bazlı poliüretan filmidir. Bunların birbirinden farklı dayanım değerleri ve kabiliyetleri vardır. Birbirine üstün geldiği özellikleri olmakla birlikte hastane ortamında kullanılmaya uygun olan yapı eter bazlı termoplastik poliüretandır.

Polyesterler, eterlere göre daha yüksek çekme mukavemetine ve daha yüksek kesilme ve yırtılma direncine sahiptir. Ancak en önemli kriterler elektriksel izolasyon ve su geçirmezlik olup, ürün suya daldırılacağından ve çok nemli bir durumda kullanılacağından dolayı mükemmel hidrolitik stabiliteye sahip eter kullanılması uygundur. Ayrıca eter bazlı film güneşin zararlı ışınlarına (UV) karşı da koruma sağlar.

Elektrik dayanımı (dielektrik) katsayıları her ikisi için de yüksek olup, kanopi malzemesi olan pleksi camdan daha dayanıklıdır. Otomotiv, savunma, tekstil ve medikal gibi birçok sektörde kullanılmaktadır.

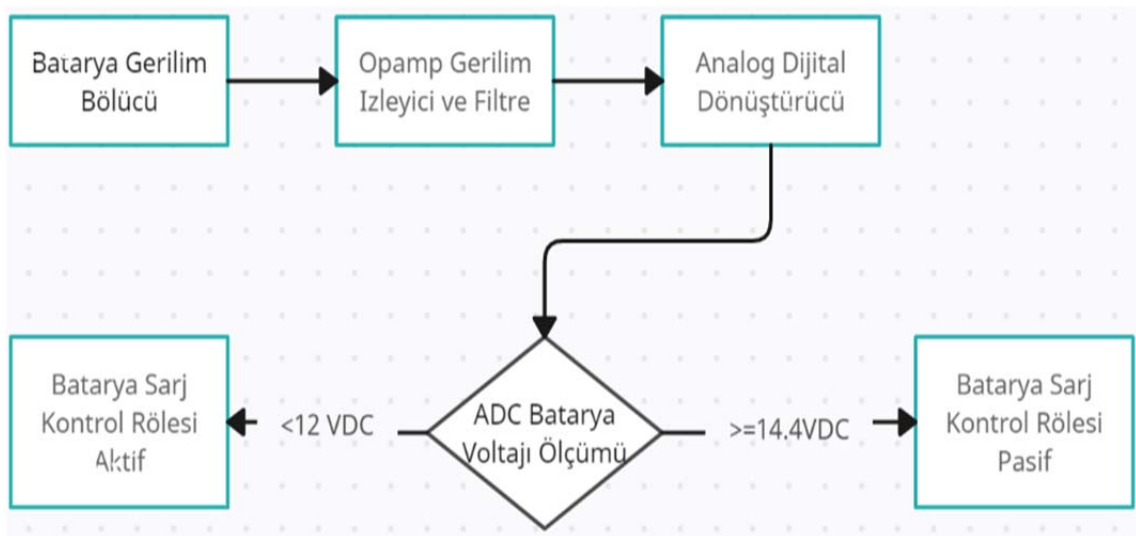
4.2.2. Güç Sistemi

Polimer dağılmış likit kristal cam filmi, farklı renk ve voltaj seviyelerinde üretilmektedir. Kullanmış olduğumuz PDLC film 36VAC (alternatif akım) çalışıp, gri renktedir. Bu özellikleri sebebiyle sistemimiz, girişte bulunan 230VAC şebeke voltajını transformatör yardımıyla düşürerek çalışmaktadır. Ancak güç kesintisi ve küvözün yer değiştirmesi durumlarında sistemin çalışması gerekmektedir. Bunun sebebi, daha önce bahsedildiği gibi, PDLC film üzerine voltaj uygulandığında şeffaf, bu etki ortadan kalktığına ise opak halde olmasıdır.

Sisteme taşıma ve güç kesintisi durumlarında güç ihtiyacını karşılayabilmesi için yedek bir doğru akım güç kaynağı yerleştirilmiştir. 12 VDC (doğru akım) seviyesindeki bu güç kaynağı, 12VDC-220VAC güç dönüştürücü inverter vasıtasıyla alternatif akıma çevrildikten sonra, yine şebekenin bağlı olduğu ortak transformatöre, PDLC yüzeylerini kontrol etmek üzere bir seçiciden geçerek bağlanmıştır.

Ayrıca yedek güç kaynağından alınan 12VDC voltaj, 5VDC voltaj seviyesine düşürülerek elektronik bileşenleri besleyecektir.

Sistem birincil kaynak olarak şebekeden gelen 230VAC'yi, ikincil güç kaynağı olarak ise 12VDC güç kaynağını tanımlayacak şekilde tasarlandı. Ayrıca kesinti veya taşıma işlemi olmadığı durumlarda, batarya voltajı eğer 12VDC'nin altındaysa, 14.4VDC voltaj seviyesine kadar yedek güç kaynağını şarj edecek şekilde tasarlandı. Batarya voltajının izlenip şarj durumuna karar verilmesi için tasarlanan devrenin blok şeması Şekil 41'de belirtilmiştir.

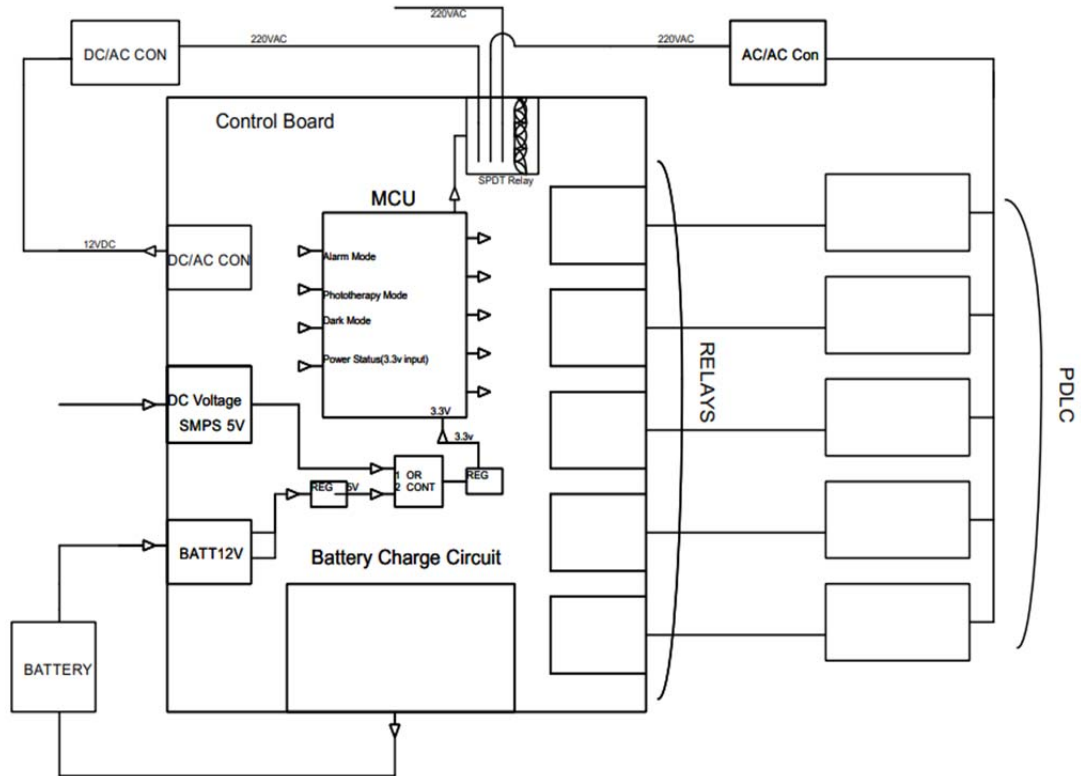


Şekil 41. Batarya Voltajı Ölçüm Diyagramı

Burada opamp, yukarıda bahsettiğimiz gibi gerilim bölücünün üzerinde oluşacak voltaj düşümlerine karşı, giriş empedansı sonsuz ve çıkış empedansı sıfır karakteriyle önlem alınmıştır. Çıkışında ferrit bead ve kapasitör ile filtre tasarlanmıştır. Ferrit bead bir indüktör gibi çalışarak, veri sayfasında belirtilen frekansa ulaşana kadar kısa devre, belirtilen frekans seviyesinin üzerine çıktığında ise direnç davranışı göstererek istenmeyen gürültüyü ısı enerjisine dönüştürerek devreden uzaklaştırmaktadır. Ayrıca bataryadan beslenen opamp'ların giriş pinlerine yakın olmak üzere, farklı kapasite değerlerinde dekuplaj kapasitörleri eklenmiştir. Düşük kapasite yüksek frekans, yüksek kapasite düşük frekanstaki gürültüyü filtreleyeceğinden, geniş bir filtre aralığı sağlanmış olur.

Güç kesintisi durumu tekrar normal şartlara döndüğünde, güç kaynağı şarj devresi devreden çıkarılıp, batarya deşarj olmaya başlamaktadır. Şebekeden gelen birincil güç 230VAC, hem 36VAC seviyesine düşürülüp PDLC cam yüzeylerini hem de 5VDC voltaj seviyesine doğrulturularak elektronik bileşenleri besleyecektir.

Sistem mimarisi Şekil 42’de paylaşılmıştır.



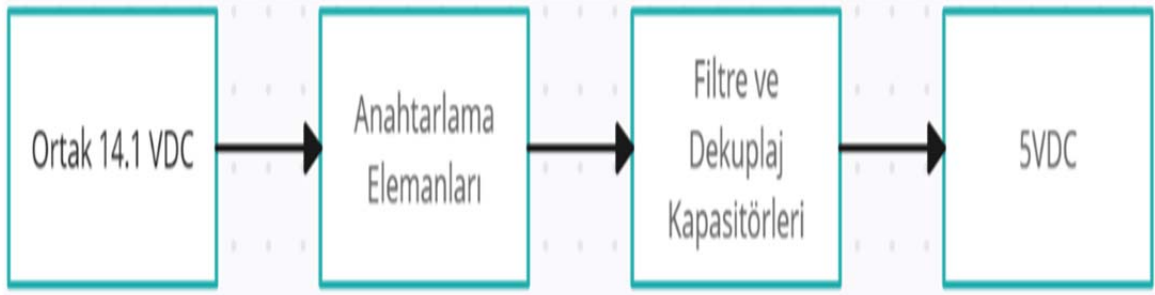
Şekil 42. PDLC Kontrol Sistemi Mimarisi

Yukarıda gösterilen şemada, yedek güç kaynağından sağlanan 12VDC seviyesi, anahtarlamalı güç dönüştürücü üzerinden 5VDC seviyesine düşürülüp, 230VAC şebeke voltajının doğrultulmuş ve anahtarlamalı güç dönüştürücü üzerinden 5VDC elde edilmiş çıkışıyla beraber OR kontrolcüyeye girilmiştir. OR kontrolcünün birincil bacağı, şebekenin doğrultulmuş çıkışına bağlı olduğundan, 1 VDC seviyesindeki voltaj düşümleri dahil tüm durumlarda ikincil bacağa bağlı olan güç kaynağı bataryayı seçmektedir.

4VDC seviyesi altındaki durumlar dahil güç kaynağının seçilmesi, sistemin yalnızca güç kesintisi ve taşıma durumunda değil, ani dalgalanma ve yük geçişleri için de kesintisiz güç sağlar.

OR kontrolcü çıkışındaki ortak 5VDC voltaj seviyesi, mikrodenetleyici, çevreirimler, eeprom ve input/output gibi düşük akım ihtiyacı duyan birimleri beslemek için doğrusal regülatör ile 3.3VDC seviyesine düşürülmüştür.

Anahtarlama güç dönüştürücü ve doğrusal regülatör devreleri Şekil 43 ve Şekil 44'te blok şema olarak gösterilmiştir.



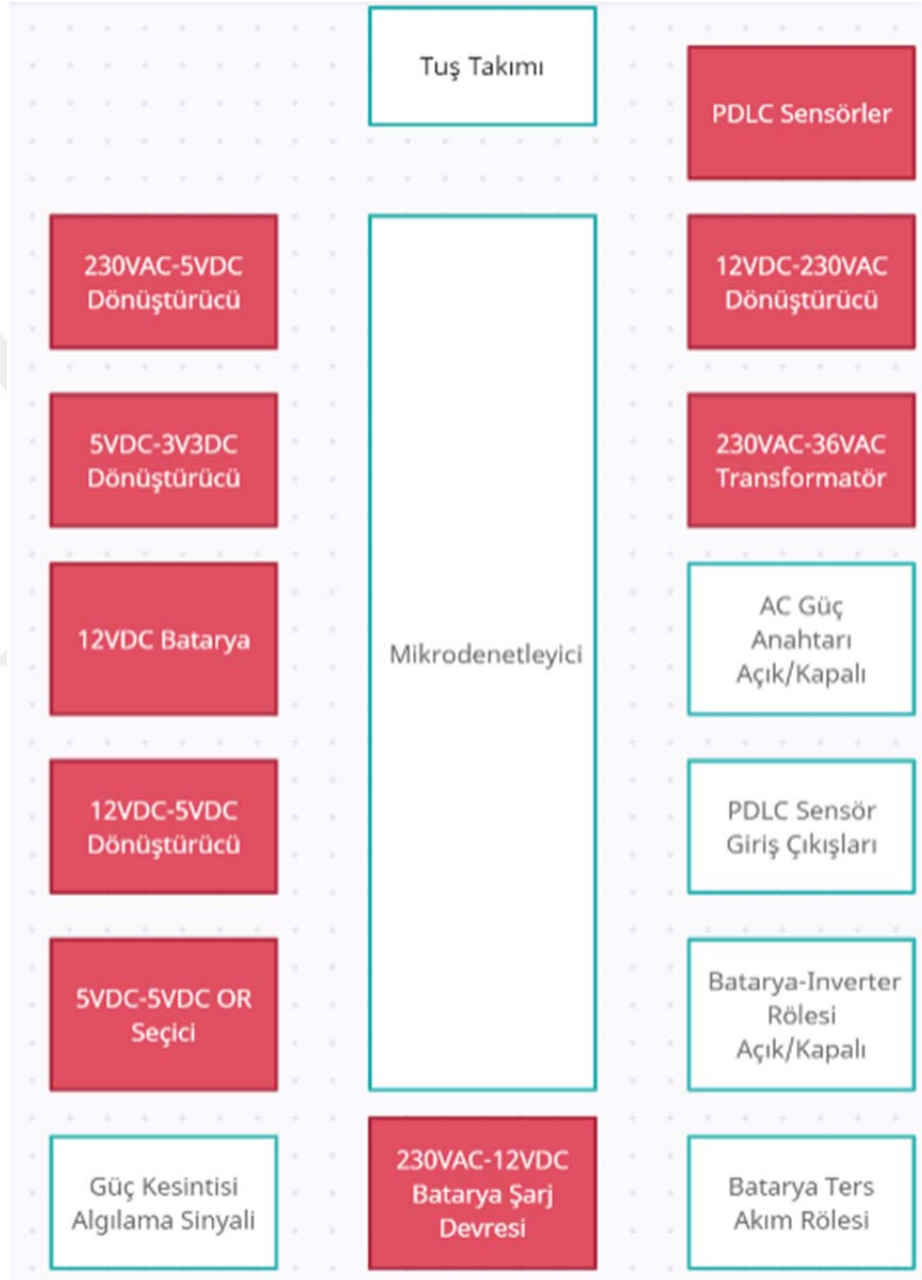
Şekil 43. Anahtarlama Güç Dönüştürücü



Şekil 44. Lineer Regülatör

12VDC seviyesini 5VDC seviyesine düşürmek için doğrusal regülatör kullanılmama sebebi, doğrusal regülatörde anahtar yapısının bulunmayıp, voltaj düşümünün direkt ortam sıcaklığına dönüşmesidir. Doğrusal regülatörlerde yüksek potansiyel farktan, yüksek akımlar çekilemez.

Ayrıca 5VDC seviyesini 3.3VDC seviyesine anahtarlamalı güç dönüştürücüsü ile düşülmemesinin sebebi ise, mikrodenetleyici ve çevre birimleri anahtarlama gürültüsünden korumaktır. Şekil 45'te sistem blok diyagramı paylaşılmıştır. Kırmızı bloklar güç birimlerini, beyaz bloklar sinyal birimlerini temsil etmektedir.



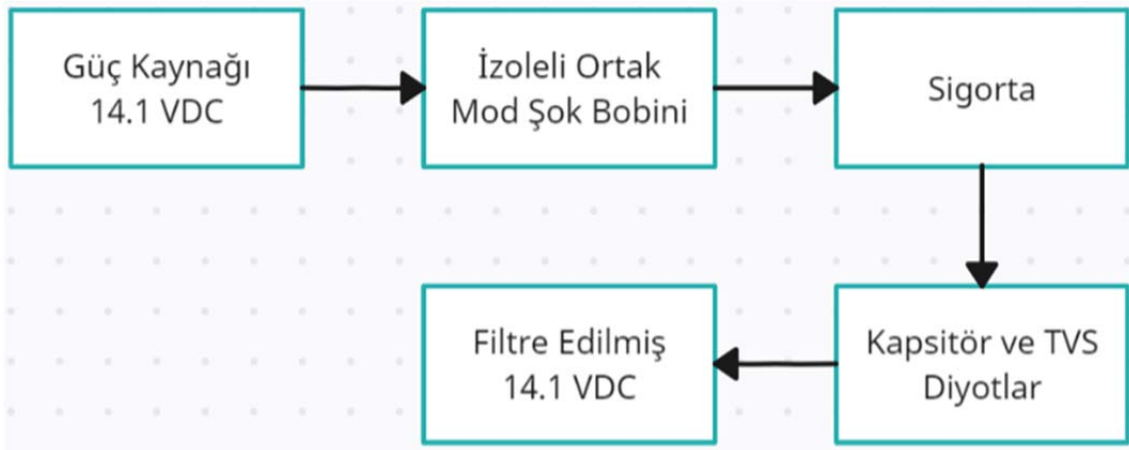
Şekil 45. Sistem Blok Diyagramı

Güç kesintisi olmadığı durumlarda yedek güç kaynağının batarya voltajına bakılarak şarj işlemi başlatılmaktadır. Güç kesintisi durumlarıyla sistem tarafında

batarya voltajı görünmemesini sağlamak için, ters voltaj koruması eklenmiştir. Ayrıca batarya şarj devresi, düşük voltaj, yüksek voltaj ve yüksek akım korumaları içermektedir.

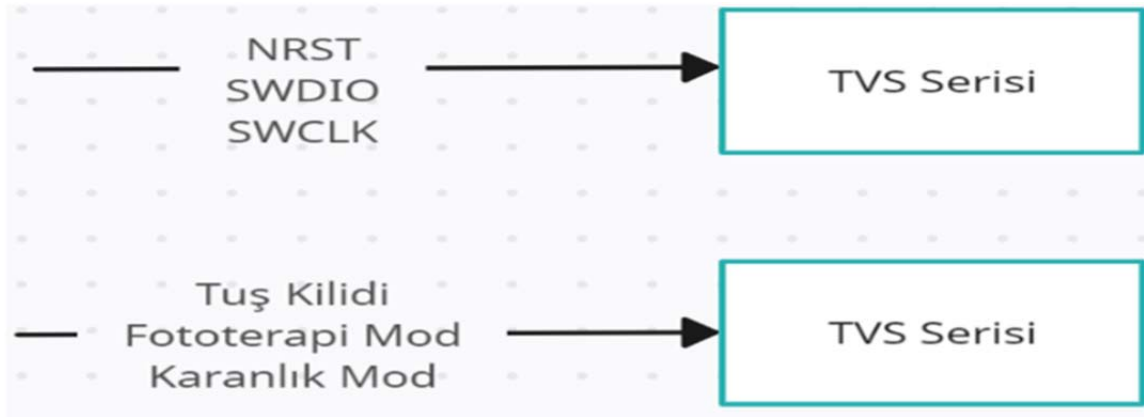
4.2.3. Giriş Filtreleme

Sistemin besleme tarafında, ters gerilim koruma diyodu, ani akım yükselmelerine karşı sigorta ve gerilim sıçramalarına karşı TVS (transient voltage supressor) ile koruma önlemleri alınmıştır. TVS Diyotlar belirli bir voltaj seviyesini tutarak devrenin geri kalanını korurlar. Ortak mod gürültü bastırıcı bobinler ve giriş filtreleri opsiyonel olarak bırakılmıştır. Güç girişi ve filtre devresi blok şema olarak Şekil 46'da gösterilmiştir.



Şekil 46. Güç Girişi ve Filtresi

Bununla birlikte tüm dış dünyaya açılan arayüzler elektrostatik deşarj (ESD) konusunda zayıftırlar. Bu sebeple UART, GPIO ve programlayıcı girişlerine TVS diyot dizileri konumlandırılmıştır. TVS diyotlar Şekil 47'de gösterilmiştir.



Şekil 47. TVS Diyot Serileri

Sistem birincil güç kaynağından ikincil güç kaynağına veya ikincil güç kaynağından birincil güç kaynağına geçerken kesinti durumları oluşabilmektedir. Bu süre içerisinde sistem hangi operasyonel durumunda ise, güç geçişinden sonra aynı durumdan devam etmesi istenmektedir. Bunun için mikrodenetleyicinin dahili hafızası kullanılmıştır. Bu hafıza çok yüksek yazma ve silme ömrüne sahip değildir. Ancak güç kesintisi durumu periyodik olarak gerçekleşecek bir durum olmadığı için harici fram, sram ve eeprom gibi harici hafıza birimleri kullanılmamıştır.

4.2.4. Seçici Devreler

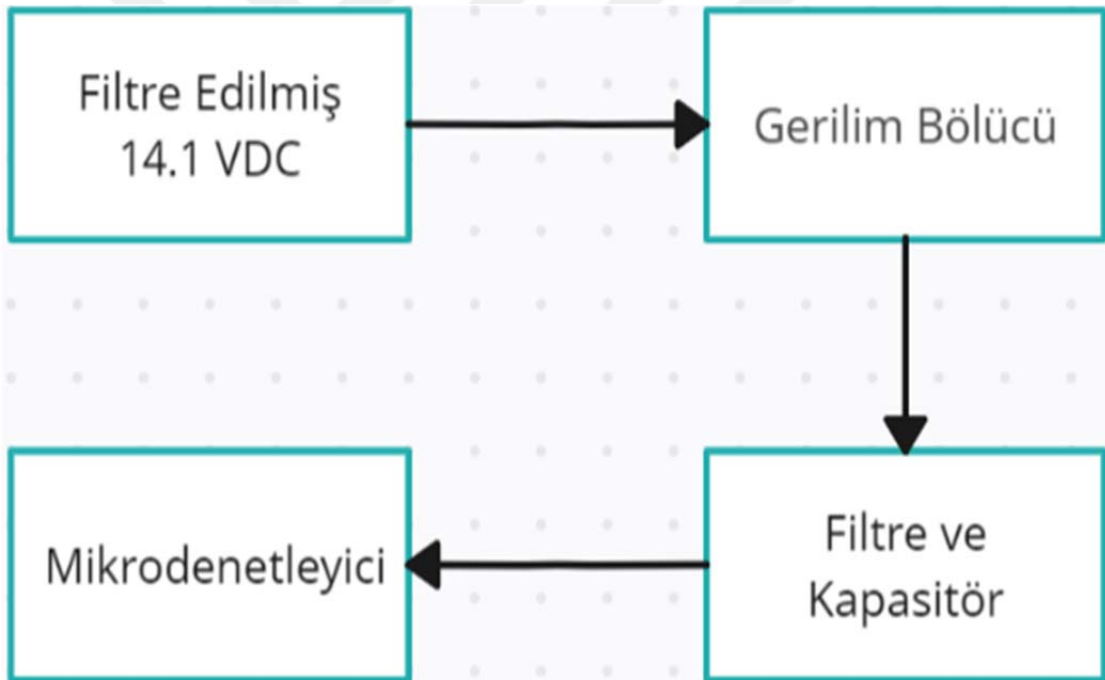
Sistemde tüm PDLC yüzeyleri, ayrı olarak katı hal röleleri ile kontrol edilmektedir. Bunun sebebi, fototerapi modu için yalnızca üst yüzeyin ve görsel muayene içinse yalnızca yan yüzeylerin kontrolü ihtiyacı olmasıdır. Katı hal röle tercih edilme sebebi ise, daha düşük akımlarla sürülmesi ve manyetik röle gibi manyetik alan etkisiyle ters elektromanyetik etki oluşturmaması ve ek komponent ihtiyacı olmamasıdır.

Bazı durumlarda katı hal röleler tercih edilememiştir. Bunlar; AC güç seçici ve DC güç seçici rölelerdir. Şekil 48’de AC güç seçme devre şeması paylaşılmıştır.



Şekil 48. AC Güç Seçme Devresi Şema

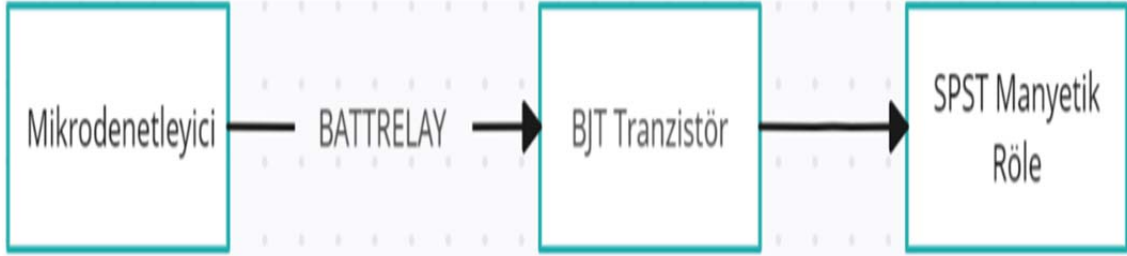
Anahtarlanacak güç AC gerilim altında çalıştığı için, manyetik röle tercih etmek gerekmektedir. Burada çift kutup ve çift bağlantı röle tercih edilmiştir. Bu rölenin aktifleşmesi ve güç seçimini ikincil kaynağa yöneltmesi için sistemin bir sinyal alıp, bu sinyale göre “ACSWITCH” sinyalini tetiklemesi gerekmektedir. Bu sinyal Şekil 49’da gösterilen devreden sağlanır.



Şekil 49. Güç Kesintisi Bilgi Sinyali

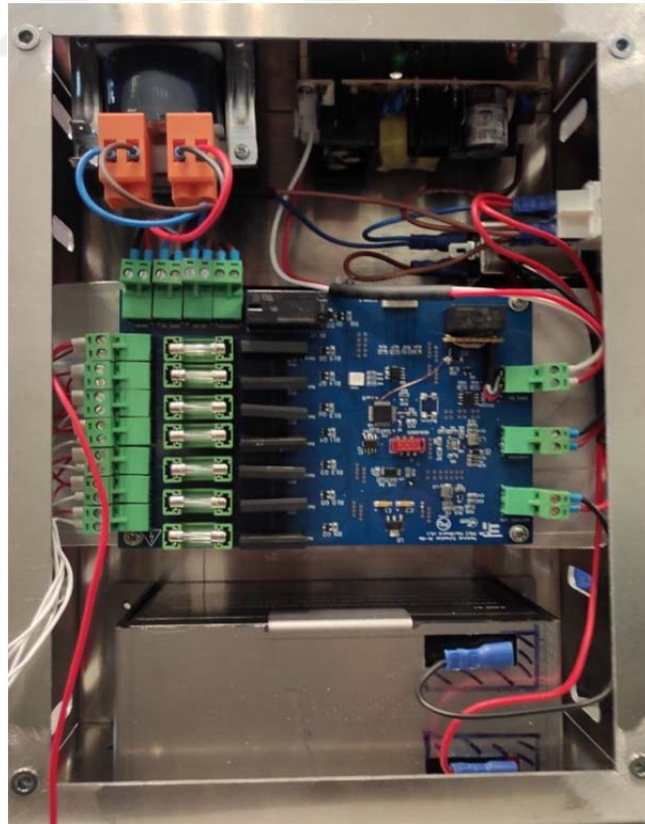
Burada gösterilen devrenin çıkışı, SMPS,14.1_AF güç yolunun, var olup olmamasına göre bilgi gönderir. Sinyal sadece dijital bir algılama bitidir. Bu sinyalin durumuna göre sistemde AC ve DC güçlerin röleleri anahtarlanır, batarya şarj devresinin aktif veya deaktif olması gerektiği bilgisi verilir. Buna benzer bir şekilde sistemin, yine SMPS,14.1_AF güç yolunun var olup olmamasına göre edinilen bilgiyle,

DC güç kaynağımızın iletme geçip invertere bağlanması gerektiği sinyali tetiklenir. Bu sinyal Şekil 50'deki devreyle belirtilmiştir.



Şekil 50. İkincil Kaynak Seçici Devresi

4.2.5. Yerleşim ve Sonuç



Şekil 51. Sistem Yerleşimi

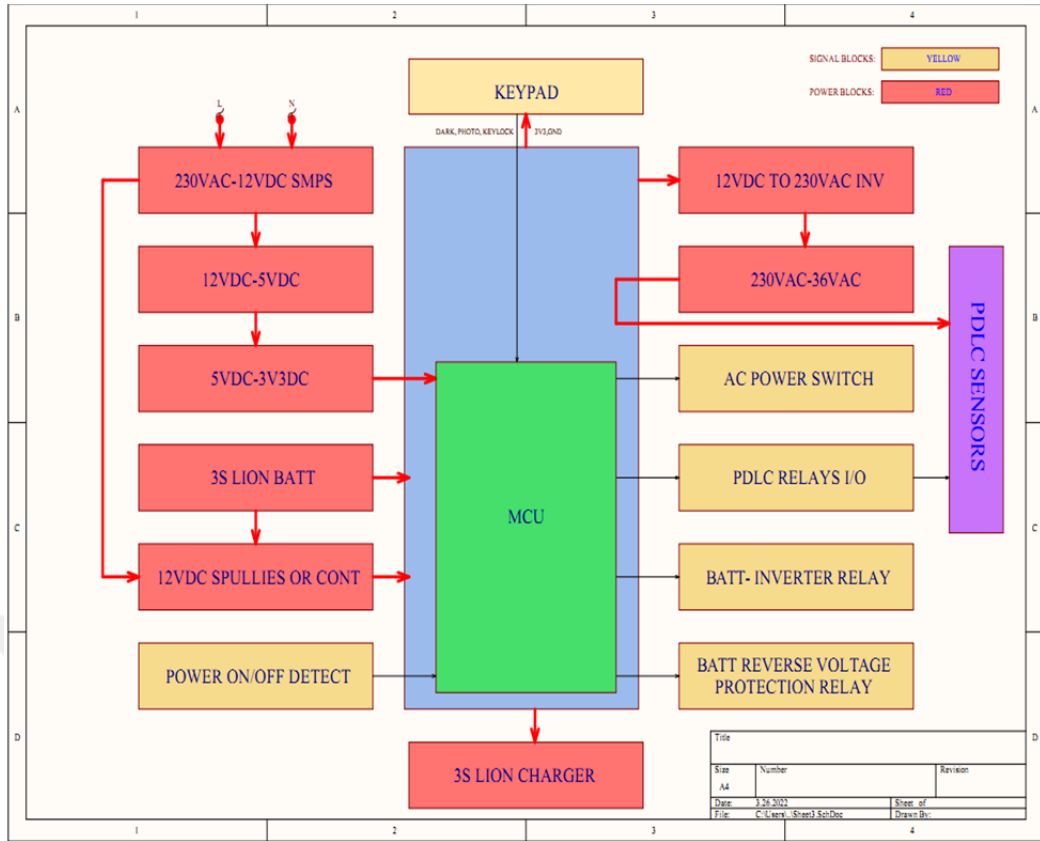
Sistemin şebekeden güç girişi ardından bu gücün hem PDLC cam yüzeylerine iletilmesi hem de doğrultucudan geçerek DC voltaj seviyesinde dağılması burada gerçekleşmiştir. İkincil kaynak olarak kurşun asit batarya bağlantısı ve AC voltaj seviyesini düşürmek için transformatör yerleşimi Şekil 51’de görülmektedir. Bu görsel ve bilgiler ışığında sistemin hedef ağırlık ve boyuttan uzaklaştığını görmekteyiz. Bunun en büyük sebebi PDLC cam filminin DC voltajda çalışmayıp, dönüştürücülere ihtiyaç duymasındır.

20x18x11 cm boyutlarıyla prototip yukarıdaki görselde belirtilmiştir. Kuvöz yerleşim planına uygun olarak tasarlanmış olsa da, daha hafif ve testler konusunda ürün geliştirilmelidir.

Ürün iki adet dış dünyaya açılan medikal konnektör bulundurup, konnektörün bir tanesi sinyal ve haberleşme yolları için, diğeri ise güç bağlantısı için kullanılmıştır. Konnektörler sıvı temasına uygun olarak seçilip, kablaj spiral olarak seçildi. Spiral olmasının sebebi ise, kuvözün asansörlü bir yapıda olup, aşağı yukarı hareket etmesindedir. Bu modül kuvözün alt kısmına yerleştirilecektir.

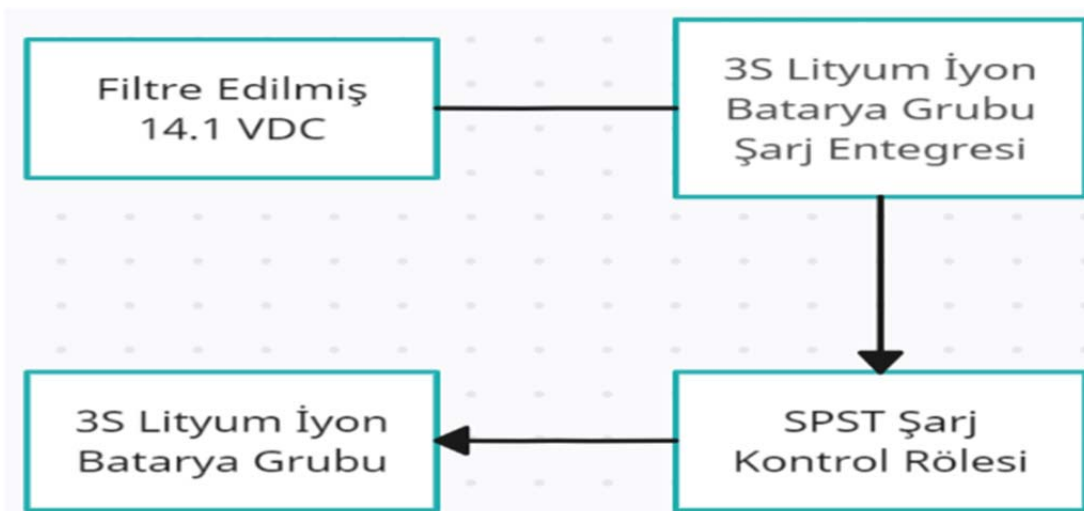
Genel sistem mimarisi ve çalışma prensibini değiştirmeden, Güç kaynağı tipi, PDLC camların sürülme yöntemi gibi parametreler değiştirilerek, daha güvenilir, EMI/EMC konusunda bağışık çok katmanlı donanım tasarımıyla ilerlenecektir.

Tasarım iyileştirmeleriyle ilgili ilk çalışma, PDLC cam filmlerinin kontrolünün 7 ayrı yüz için ayrı katı hal röleler kullanılması tarafında olacaktır. Burada sistem, ön-arka, sağ-sol, ve üst 3 parça olmak üzere üç adet röleyle kontrol edilmesi sağlanmıştır. Katı hal rölelerin yerini manyetik röleler almıştır. Önemli bir boyut, ağırlık ve güvenlik faktörü olan yedek güç kaynağı tarafında değişiklik yapılması planlanmıştır. Kurşun asit batarya yerine, hafif, güvenilir ve yüksek kapasiteler ve anlık akımlar sağlayan Lityum İyon pil grubu tercih edilmiştir. Güncellenen sisteme ait blok diyagram Şekil 52’deki gibidir.



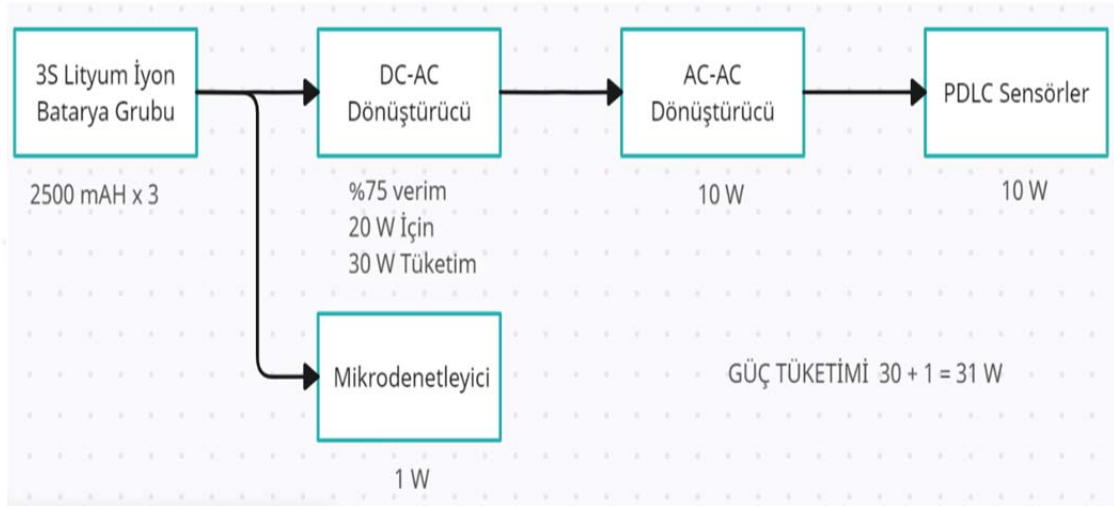
Şekil 52. Sistem Blok Diyagramı

Belirtildiği üzere 3S Lityum iyon batarya grubu, kurşun asit akünün yerini almıştır. Buna göre yeni tasarımda bir şarj devresi ve batarya yönetim sistemi gerekmektedir. Şekil 53'te batarya şarj devresi belirtilmiştir.



Şekil 53. Batarya Grubu Şarj Devresi

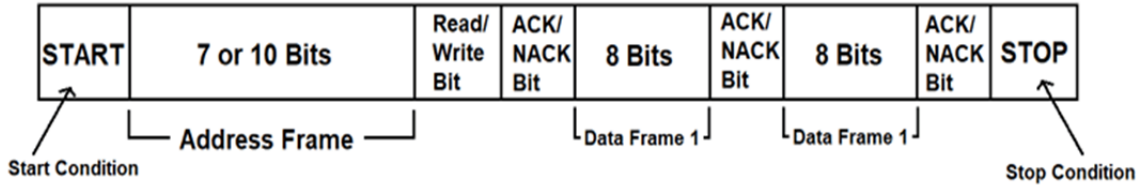
Burada SMPS,14.1_AF güç yolu aktifken, lityum iyon batarya grubu şarj edilmektedir. Güç yolu pasif yani kesinti olduğu zaman ise, konnektör tarafında bulunan röle çekilerek, şarj devresiyle bataryaların bağlantısı kesilir. Batarya yalnızca devreyi besleyecek hale getirilir. Aşağıda sistemin güç tüketimi, 3S batarya grubunun yeterliliği için önemlidir. Şekil 54'te güç tüketim hesabı paylaşılmıştır.



Şekil 54. Sistem Güç Tüketim Hesabı

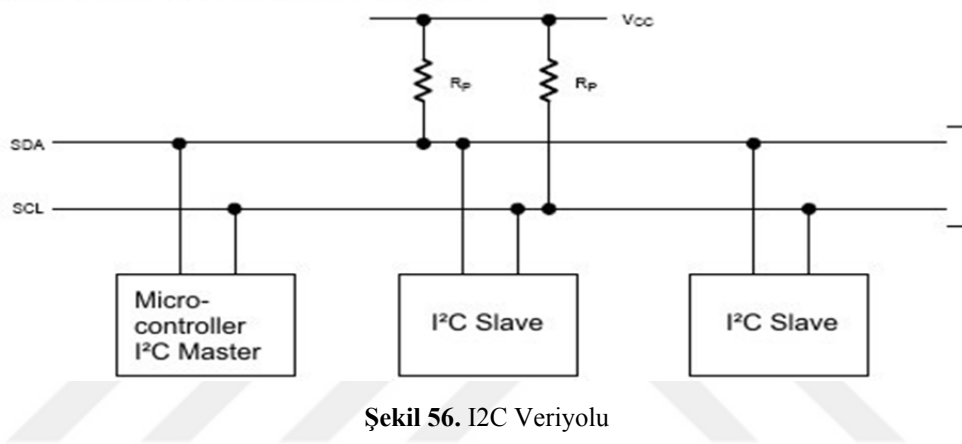
Sistemin, arıza geçiş durumunda kayıp yaşama ihtimallerinde, sistem son halini dahili hafızada tutmaktadır. Ancak bu hafızasının, yazma silme ömrünün kısa olmasından bahsetmiştik. Bunun için bir başka güncelleme olarak, harici bir hafıza eklenmiştir. Bu hafıza yüksek yazma silme ömrüne sahip bir framdır. I2C haberleşme protokolü kullanmaktadır.

I2C haberleşme protokolü, 100kHz (standart), 400 kHz (hızlı) hızlarda gerçekleştirilebilir. Bu protokol yalnızca iki adet veri yolu bulundurduğu için kablo karmaşasına karşı çok avantajlıdır. Ancak hızı yüksek denmeyecek kadar az ve düşük güç tüketimi gerektiren cihazlar için uygun değildir. Bu dezavantajlara rağmen sıklıkla kullanılmaktadır. Tek hat üzerinden 127 adet alıcı cihazla haberleşiyor olması önemli avantajlarından. Mesaj yapısı Şekil 55'teki gibidir.



Şekil 55. I2C Mesaj Yapısı

Çalışması için Şekil 56’da görüldüğü gibi pull-up dirençlerine ihtiyaç duyarlar.



Şekil 56. I2C Veriyolu

Bu bilgiler ışığında yeni kontrol kartı tasarlanmıştır. EMI/EMC iyileştirmeleri, kart boyutu, güç kaynağı, fonksiyonellik gibi birçok sebepten dolayı bu güncelleştirmeye gidilmiştir.

5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

5.1.Sonuçlar

Yapılan araştırmalar ve arge çalışmaları nihayetinde, optik özelliklerini elektrik enerjisiyle değiştiren polimer dağılmış likit kristal yapısıyla, anne karnı hissiyatının devamlılığını sağlamayıp melatonin salgısını artırmaya yardımcı sistem tasarımı tamamlanmıştır. Sistem hayati parametrelere göre kontrol ediliyor olup, oksijen satürasyonu ve cilt sıcaklığı verilerini kullanmaktadır. Kablo kalabalığına çözüm olarak da sistem özellikleri ve donanımı değiştirilmeden aracı bir modül tasarımıyla, kablesiz cilt sıcaklığı ölçümü sağlanmıştır.

Tablo 6'da, PDLC cam filminin farklı seviyelerde fototerapi tedavisi uygulanırken ışık geçirgenliği, normal kuvöz kanopisinin aynı şartlardaki ışık geçirgenliğine oranı paylaşılmıştır. Burada, PDLC cam filminin hiç kaplanmamış olması durumuna karşı, PDLC cam filmi kaplanmış ancak açık konumda olduğu durumunun ışık geçirgenlikleri karşılaştırılmıştır.

Tablo 6. PDLC Cam Filmi ve Pleksi Kanopi Fototerapi Anında Işık Geçirgenliği Karşılaştırması

İŞIK ŞİDDETİ(uwatt/cm²/nm) (460nm)	PLEKS CAM	PDLC FİLM AÇIK	ORAN(%)
Fototerapi Seviye 2 50uwatt/cm ² /nm	39.7	35.7	89.92
Fototerapi Seviye 3 90uwatt/cm ² /nm	53.1	45.8	86.25
Fototerapi Seviye 4 120uwatt/cm ² /nm	94.3	79.2	83.98

Tablo 7'de, PDLC cam filminin iki ayrı ofis ortamında açık ve kapalı durumlarda ışık geçirgenliği oranı paylaşılmıştır.

Tablo 7. PDLC Cam Filminin İki Ayrı Ofis Ortamında Işık Geçirgenliği

İŞIK ŞİDDETİ(uwatt/cm²/nm)	PDLC FİLM KAPALI	PDLC FİLM AÇIK	ORAN(%)
Orta Aydınlıkta Ofis Ortamı	0.47	0.09	89.92
Aydınlik Ofis Ortamı	0.96	0.16	86.25

5.2.Öneriler

Tablolarda görüldüğü üzere, PDLC cam filmi, hedeflediğimiz gibi ortam karanlık-aydınlık dengesi için başarılı sonuçlar vermiştir. Ancak aydınlık haldeki PDLC cam filmi, normal kanopiye göre, ışığı doğal olarak düşük bir miktarda engellemiştir. İdeal şartlarda bunu sıfır olarak görmek isteriz. Gerçekte, bir malzemenin ışık geçirgenliği değiştirmeme ihtimali olmayıp, indis eşitleme yöntemleriyle ışığın kırılmasını engelleyebiliriz.

Polimer dağılmış likit kristal yapının kontrol edilmesiyle tasarlanan sistemimiz, karanlık-aydınlık dengesinin oluşturulup, melatonin salgısının artırılmasına yönelik klinik testlere, hastane ve sorumlu hekimler gözetiminde devam edecektir. Sistemin bu ihtiyaca çözüm olup olmadığı, bebeğin melatonin salgısına etkisi bu ortamlarda belirlenecektir. Yapılan testler konusunda, karartma oranları melatonin salgısı üzerinde optimum değerlerde görülmezse, farklı materyalde akıllı camlara yönelebilir. Ayrıca OLED teknolojisi gibi daha ileri yöntemler söz konusu olabilir.

Kablosuz cilt sıcaklığı ölçüm metodunda ise, kayda değer bir gecikme saptanmamıştır. Güç tüketimini minimum seviyeleri indirmek adına, düşük tüketimli BLE teknolojisinden faydalandık. Ancak bu problemlerin çok daha uzun ömürlü olabilmesi adına örnek ölçüm sayısı belirli periyotlara bölünebilir. Üç, beş veya on saniyelik periyotlarda sıcaklık verisi iletim hayati bir konu değildir.

Kablosuz cilt sıcaklığı ölçüm metodu ile başlanan hayati parametre ölçümleri, bebeklerin cildine zarar vermeyen, küçük boyutlarda ve steril problemlerle devam edebilir. Medikal alanda kablosuz teknolojilerin önü hızla açılmakta olup, hastane internetine bağlanıp, ilgili personele en hızlı şekilde ulaşabilen kablosuz cilt problemleri artırılmalıdır. Bu hem bebeklerin daha huzurlu hissetmesini sağlayıp hem de insan faktörü hatalarının önlenmesiyle birlikte, ilgili kişiye hızlı erişim sunacaktır.

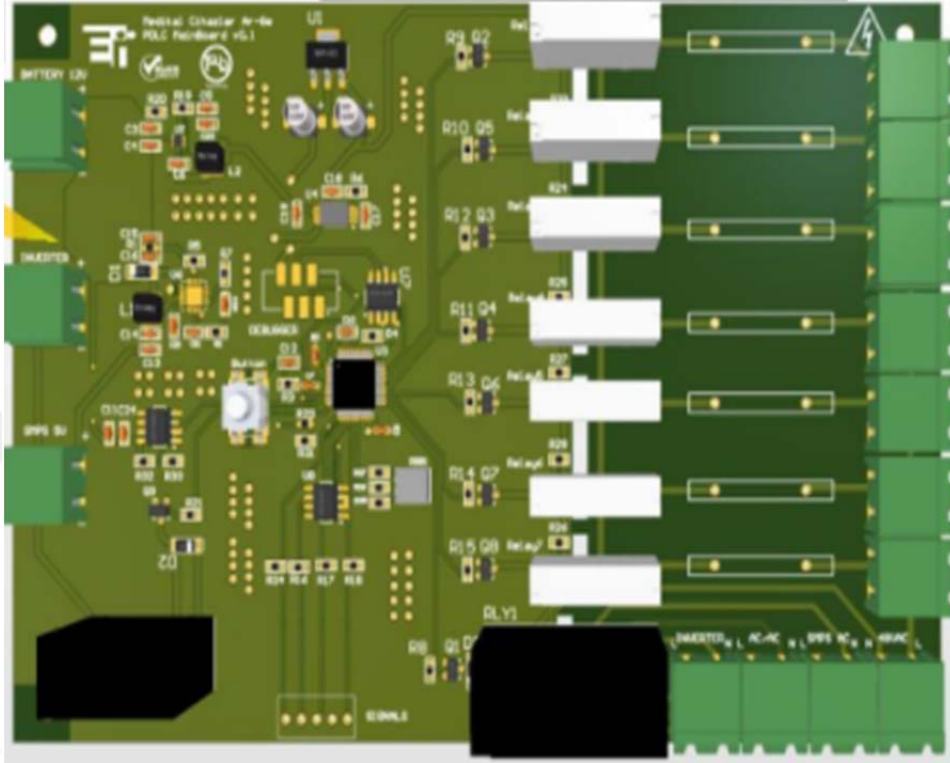
KAYNAKLAR

- Açıksarı, C., Karasu, B., (2018), ‘Akıllı Camlar ve Teknolojik Gelişimleri’, El-Cezeri Fen ve Mühendislik Dergisi (ECJSE), 5(2), 437-457.
- B. Claustrat , J. Leston (2015), Melatonin: Physiological effects in humans, *Neurochirurgie* Volume 61, Issues 2–3, April–June 2015, Pages 77-84
- Berksoy, E. A., Bağ, Ö., Yazici, S., & Çelik, T. (2018). Use of noncontact infrared thermography to measure temperature in children in a triage room. *Medicine*, 97(5).
- Craig, J. V., Lancaster, G. A., Taylor, S., Williamson, P. R., & Smyth, R. L. (2002). Infrared ear thermometry compared with rectal thermometry in children: a systematic review. *The Lancet*, 360(9333), 603-609.
- H.N. Cui , Manuel F. Costa , V. Teixeira , I. Porqueras , E. Bertran, GRF-Functional Coatings Group, Physics Center, University of Minho, Campus de Azurém P 4800-058 Guimarães, Portugal.
- <https://tr.wikipedia.org/wiki/Termist%C3%B6r>
- Joshua J. Gooley, Kyle Chamberlain, Kurt A. Smith, Sat Bir S. Khalsa, Shantha M. W. Rajaratnam, Eliza Van Reen, Jamie M. Zeitzer, Charles A. Czeisler, and Steven W. Lockley(2010), Exposure to Room Light before Bedtime Suppresses Melatonin Onset and Shortens Melatonin Duration in Humans, *J Clin Endocrinol Metab.* 2011 Mar; 96(3): E463–E472. Published online 2010 Dec 30. doi: 10.1210/jc.2010-2098
- Karasu, B., Sarıcaoğlu, B., (2018), ‘Cam Yüzey Kaplama Teknolojileri’, El-Cezeri Fen ve Mühendislik Dergisi (ECJSE), Cilt 5(2), 475-500.
- <https://www.matweb.com/search/datasheet.aspx?matguid=3167151b78184dd2b30fe6c65992565&ckck=1>
- <https://www.matweb.com/search/datasheettext.aspx?matguid=9f5318a1f93b403bbd578abec70fac1>
- Niven, D. J., Gaudet, J. E., Laupland, K. B., Mrklas, K. J., Roberts, D. J., & Stelfox, H. T. (2015). Accuracy of peripheral thermometers for estimating temperature: a systematic review and meta-analysis. *Annals of internal medicine*, 163(10), 768-777.
- Philip Boyce, David Kennaway (1987), Effects of light on melatonin production, *Biological Psychiatry* Volume 22, Issue 4, April 1987, Pages 473-478
- Shigekazu Higuchi, Yuki Nagafuchi, Sang-il Lee, Tetsuo Harada(2014). Influence of Light at Night on Melatonin Suppression in Children. *The Journal of Clinical*

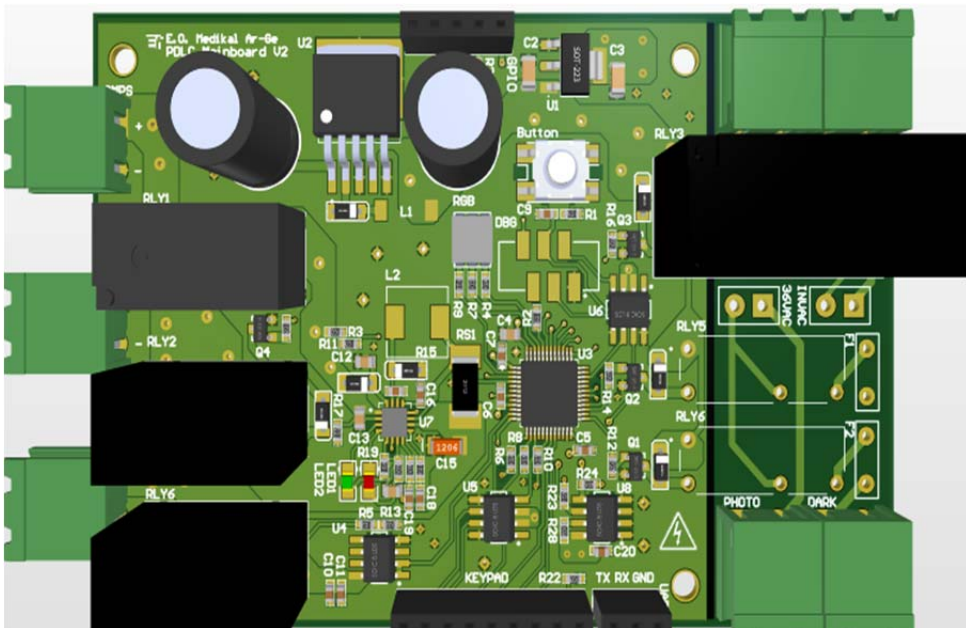
Endocrinology & Metabolism, Volume 99, Issue 9, 1 September 2014, Pages 3298–3303

- Tomoaki Kozaki, Ayaka Kubokawa, Ryunosuke Taketomi , Keisuke Hatae(2015), Effects of day-time exposure to different light intensities on light-induced melatonin suppression at night, *Journal of Physiological Anthropology* volume 34, Article number: 27 (2015)
- Tavil, A., (2004), ‘Cephe Sistemlerinde Yeni Teknolojiler Elektrokromik Pencereleer’, 2. Ulusal Yapı Malzemesi Kongresi ve Sergisi, Mimarlar Odası İstanbul Büyükkent Şubesi, 6-8 Ekim, Taşkışla, s.111-116.
- Termistör.(N.d.). In *Wikipedia*. Retrieved March 5,2022 from <https://tr.wikipedia.org/wiki/Termist%C3%B6r>
- Valérie Biran, Fabrice Decobert, Nathalie Bednarek(2019), Melatonin Levels in Preterm and Term Infants and Their Mothers, *International Journal of Molecular Sciences*(2019).
- Yakov Sivan, Moshe Laudon,Rivi Tauman, Nava Zisapel(2001), Melatonin Production in Healthy Infants: Evidence for Seasonal Variations, *Pediatric Research* volume 49, pages63–68 (2001)
- Yu-Chieh Chen , You-Lin Tain , Jiunn-Ming Sheen , Li-Tung Huang, (2011), Melatonin Utility In Neonates and Children, Department of Pediatrics, Kaohsiung Chang Gung Memorial Hospital and Chang Gung University College of Me dicine, Kaohsiung, Taiwan
- Zeeshan Ahmad Khan, Gopinath Mondal, Shahkar Falak, Abuzar Ansari, (2020), Role of Melatonin in Preterm Birth, *Chronobiology in Medicine* 2020;2(4):148-154
- Zhen, C., Xia, Z., Ya Jun, Z., Long, L., Jian, S., Gui Ju, C., & Long, L. (2015). Accuracy of infrared tympanic thermometry used in the diagnosis of fever in children: a systematic review and meta-analysis. *Clinical pediatrics*, 54(2), 114-126.

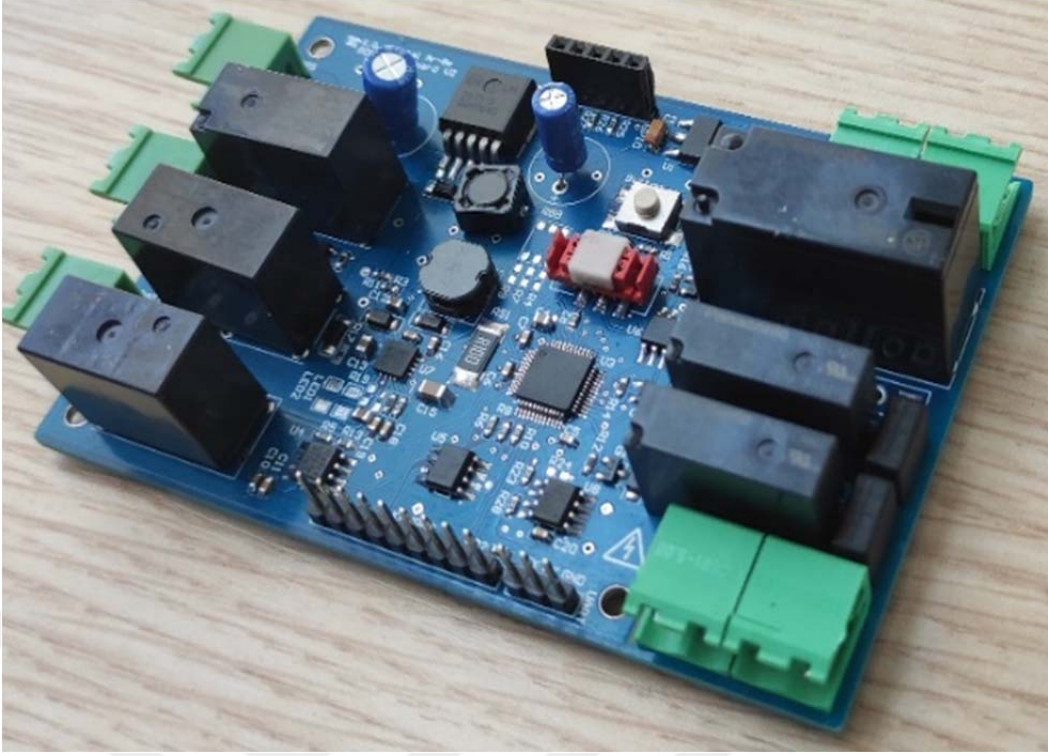
EKLER



Şekil 57. Donanım Tasarım Prototip



Şekil 57.Güncellenen Tasarım



Şekil 58. Nihai Tasarım



Şekil 59. Kablosuz Cilt Probu Dönüştürücü Modül Prototip



Şekil 60. Kablosuz Cilt Probu Dönüştürücü Modül



Şekil 61. PDLC Film Uygulanmış Kuvöz



Şekil 62. Elle Kontrol Tuş Takımı



Şekil 63. Kablosuz Cilt Sıcaklığı Modülü ve Kablosuz Prob Broşürü



smart hood
ELEKTROOPTİK PDLC KONTROL MODÜLÜ

ÖRTÜLERDEN KURTULUN

Onlara Anne Karnına En Yakın
Ortamı Sağlayın!

Smarthood'un özel teknolojisi ile, yenidoğan ünitelerinde ışıkları kapatmaya, ya da örtüler kullanmaya son... Smarthood, fototerapi ve karanlık modları ile yenidoğan ünitelerindeki bütün ihtiyaçlara cevap veriyor. Tuş kilidi ve elektrik kesintilerine karşı akü desteği gibi güvenlik önlemleri ile gözünüz arkada kalmayacak. Üstelik her marka küvöz ile uyumlu... Smarthood'la tanışmaya hazır mısınız?



Şekil 64. Smarthood Ürün Broşürü



smart hood

ELEKTROOPTİK PDLC KONTROL MODÜLÜ



Fonksiyonel ve kolay kullanılan tuş takımı



Karanlık Mod



Fototerapi Modu



Akıllı smarthood paneli

Tüm kuvözlere kolaylıkla entegre edilebilen pdlc modülü, karanlık - aydınlık modu, fototerapi modu, tuş kilidi modu arasında keypad üzerinden kolay geçiş sağlar. Sistem şebeke gerilimi veya dahili bataryadan çalışabilir.

Elektrik kesintisi durumunda otomatik olarak aküye geçer. Elektrik geldiği zaman şebeke gerilimine geçiş yaparak aynı zamanda aküyü sarj etmeye başlar.

Özellikler

- Elektrooptik pdlc film ile anne karnına en yakın hissiyat sunar.
- Pdlic film uv ışık geçişini %98'in üzerinde, görünür ışık geçirgenliğini %75'in üzerinde engeller.
- Üç modlu kontrol sistemiyle aydınlık-karanlık dengesini sağlar.
- Tuş takimi ile karanlık-aydınlık ,fototerapi,tuş kilidi modlari erişimi sunar.

Teknik Özellikler

Birincil kaynak Şehir şebekesi ve ikincil kaynak akü arasında otomatik geçiş.	
PDLC Film çalışma voltajı	36VAC
PDLC Film anahtarlama süresi	<10ms
Güç tüketimi	5W/m ²
Çalışma Sıcaklığı	-10 -- +65C
Hizmet Ömrü	>100.000 saat
Görünür ışık geçişi azaltma	%75-%80
UV geçişi azaltma	>%98
Aküde çalışma süresi	+8 saat
Akü tam şarj süresi	12 saat (1A Max)
Otomatik akü şarj sistemi(Ters gerilim koruması, akım sınırlayıcı 1A)	

Şekil 65. Smarthood Katalog Bilgileri

Başvuru Numarası	2021/022299	Başvuru Tarihi	31.12.2021
Başvuru Şekli	-	Evrak Numarası	2021-GE-927140
Evrak Tarihi	31.12.2021	Tescil Numarası	-
Tescil Tarihi	-	Koruma Tipi	Patent
EPC Yayın Numarası	-	EPC Başvuru Numarası	-
PCT Yayın Numarası	-	PCT Başvuru Numarası	-
PCT Yayın Tarihi	-		

Başvuru Sahipleri

Kişi No	İsim	Adres
6253640	ERTUNÇ ÖZCAN MEDİKAL CİHAZLAR PAZ. VE TEK. HİZ. TİC. LTD. ŞTİ.	ANKARA TEKNOPARK TGB YERLEŞKESİ 2224.CD. 1/F ZEMİN F-Z21 TÜRKİYE

Buluş Sahipleri

Kişi No	İsim	Adres
7175807	MURAT FURKAN TOSUN	-

Buluş Bilgileri

Buluş Başlığı	KÜVÖZLERDE KARARTMA İŞLEMİNİ STERİL VE ELEKTROOPTİK OLARAK YAPMAK İÇİN GELİŞTİRİLEN BİR SİSTEM
Buluş Özeti	Buluş, medikal/sağlık sektöründe, yenidoğan yoğun bakım birimlerinde kullanılmak üzere geliştirilen ve bebeklere anne karnı hissiyatının devamlılığını sağlamak için; steril olan, düzensizliğin önüne geçilen, üzerine uygulanan gerilimle optik özelliklerini değiştirmesi prensibiyle çalışan, içine sızan ışığın homojen olmasını ve kullanım kolaylığı sağlayan bir sistem (1) ile ilgilidir.

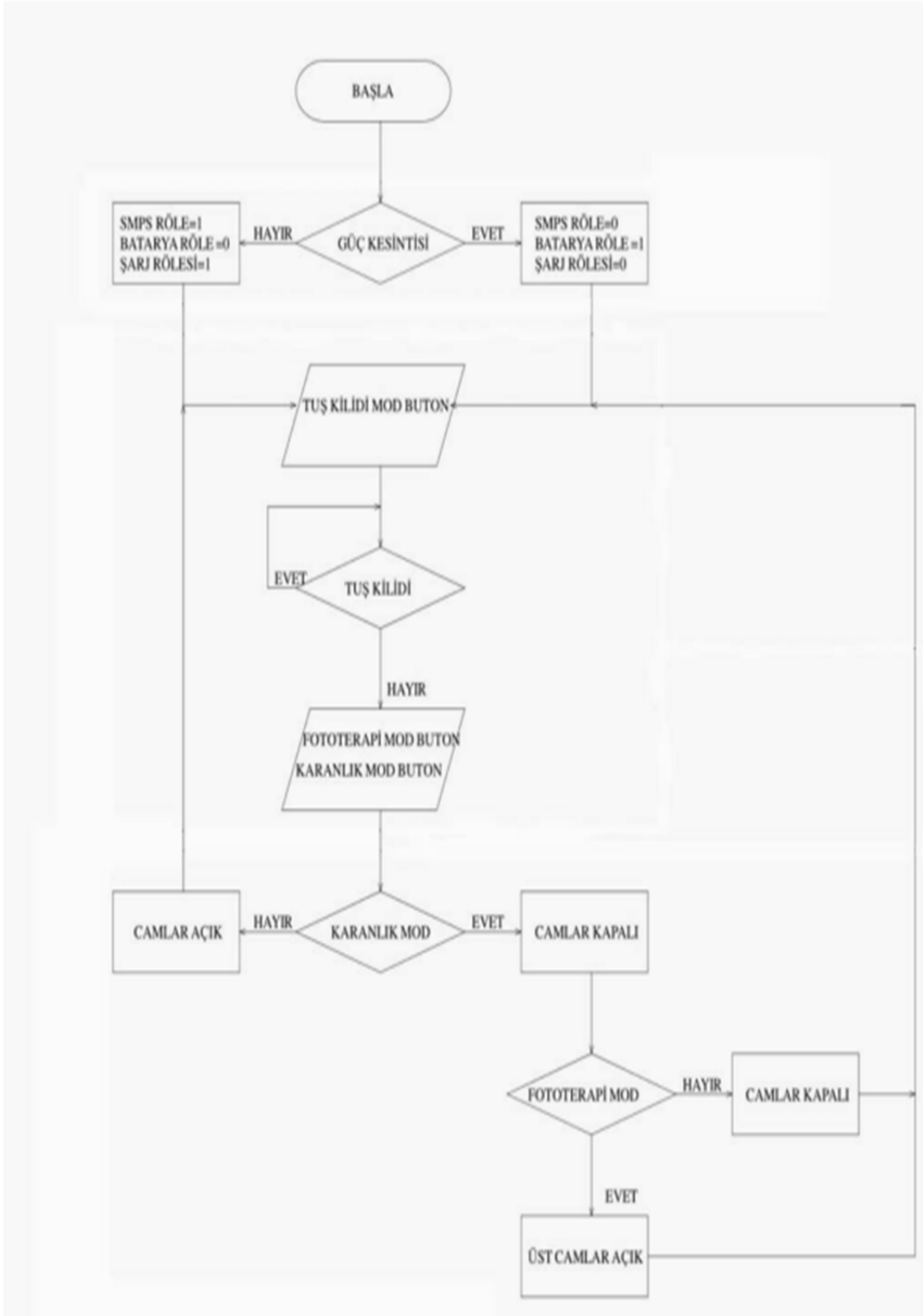
Şekil 66. Smarthood Patent Başvurusu



Şekil 67. Smarthood Ürün Broşür Görself

Marka Bilgileri				
smart hood	Başvuru Numarası	2021/178633	Başvuru Tarihi	14.12.2021
	Tescil Numarası	2021 178633	Tescil Tarihi	30.06.2022
	Uluslararası Tescil Numarası	-	Evrak Numarası	-
	Marka İlan Bülten Tarihi	28.03.2022	Tescil Yayın Bülten Tarihi	29.07.2022
	Marka İlan Bülten No	393	Tescil Yayın Bülten No	478
	Koruma Tarihi	14.12.2021	Durumu	-
	Rüçhan Bilgileri	-		
	Nice Sınıfları	10 / 35 /	Türü	Ticaret-Hizmet
	Marka Adı	smart hood		
	Vekil Bilgileri	TOLGA ÇAYLAK DİŞ PATENT MİRKA TESCİL ve DANIŞMANLIK HİZ. LTD. ŞTİ.		
Sahip Bilgileri	6253640 ERTUNÇ ÖZCAN MEDİKAL CİHAZLAR PAZ. VE TEK. HİZ. TİC. LTD. ŞTİ. ANKARA TEKNOPARK TGB YERLEŞKESİ 2224.CD. 1/F ZEMİN F-Z21 Yenimahalle Ankara TÜRKİYE			
Karar	KİSMİ YAYIN	Karar Gereçesi	5/1 (b), 5/1 (c)	

Şekil 68. Smarthood Marka Tescili



Şekil 69. Smarthood Patent Başvurusu Akış Diyagramı



Şekil 70. Smarthood Dubai Arab Health Tanıtım