

MODA SEKTÖRÜNDE GÜNEŞ ENERJİLİ GİYSİLER VE YENİ TASARIM ÖNERİLERİ*

• Yüksek Lisans Mezun Öğrenci Parinaz GHAFARIAN** • Doç. Dr. Kezban SÖNMEZ**

ÖZET

Son yıllarda ortaya çıkan küresel enerji krizi fosil madde esaslı yakıtların yerine alternatif olarak yenilenebilir enerji kullanımını büyük bir ihtiyaç olarak karşımıza çıkarmaktadır. Yenilenebilir enerji kaynakları arasında güneş enerjisi yüksek performansı ile uluslararası pazarda güçlü ve öncü bir çözüm olarak bu ihtiyaca hitap etmektedir. Teknoloji 21. yüzyılda hiç olmadığı kadar hızlı gelişmektedir. Moda dünyası ise bu teknolojik gelişmelere ayak uydurmaya çalışmaktadır. Yakın gelecekte giyilebilir teknoloji ve akıllı giysilerin yaygınlaşarak, günlük yaşamın bir parçası haline geleceği öngörülmektedir. Bu çalışmada tasarlanan güneş enerjili kadın ceket koleksiyonunun, tüketicilerin küresel enerji krizi ile ilgili konulardaki farkındalıklarına katkı sağlayacağı düşünülmektedir. Bu araştırmanın temel amacı, iletişim teknolojilerindeki son gelişmelerden dolayı kadınların günlük yaşamda rahat kullanabilecekleri beş adet güneş enerjili günlük ceket tasarımı önerisinde bulunmaktadır. Bu alanda daha önceki yıllarda Türkiye’de yapılan araştırmalarda tasarım önerilerinin bulunmaması konuyu önemli kılmaktadır. Bu çalışma nitel araştırma yöntemine dayanmaktadır. Araştırmada öncelikle konu ile ilgili literatür taraması yapılmış, araştırma kapsamında hazırlanan ceket tasarımları çalışmaya eklenmiş ve tüm veriler analiz edilerek sonuca gidilmeye çalışılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Giyilebilir teknoloji, Solar moda, Solar teknoloji, Giysi, Tasarım.

* Bu makale, Parinaz GHAFARIAN/ Akdeniz Üniversitesi/ Güzel Sanatlar Enstitüsü/ Sanat ve Tasarım Anasanat Dalı/ Kezban SÖNMEZ/ "Moda Tasarımında Güneş Enerjili Giysiler ve Yeni Tasarım Önerileri" başlıklı yayınlanmamış yüksek lisans tezinden üretilmiştir.

** parinazfarin@gmail.com, Antalya, ORCID: 0000-0002-7934-6025

*** Akdeniz Üniversitesi, Güzel Sanatlar Fakültesi, Tekstil ve Moda Tasarımı Bölümü, Moda Tasarımı Eğitimi Anabilim Dalı, kezbankarasonmez@gmail.com, ORCID: 0000-0002-7640-9537

SOLAR POWERED GARMENTS AND NEW DESIGN SUGGESTIONS IN THE FASHION INDUSTRY*

• Master Graduate Student Parinaz GHAFARIAN** • Assoc. Prof. Kezban SÖNMEZ***

ABSTRACT

The global energy crisis that has emerged in recent years highlights an urgent need for the use of renewable energy as an alternative to fossil fuels. Among the renewable energy sources, solar power addresses this need as a strong and pioneering solution in the international market with its high performance. Technology is advancing faster than ever in the 21st century. The fashion industry is trying to keep up with these technological developments. It is predicted that wearable technology and smart garments will become widespread in the near future and integrated into daily life. It is thought that the solar powered women's jacket collection designed in this study will raise consumers' awareness about the issues related to the global energy crisis. The main purpose of this research is to propose five solar-powered daily jacket designs that women can wear comfortably in daily life due to the latest developments in communication technologies. The scarcity of design recommendations in previous studies in this field in Türkiye makes the issue particularly significant. This study is based on qualitative research method. In the research, initially, a literature review was conducted on the subject, the jacket designs prepared within the scope of the research were added to the study and all data were then analyzed to reach a conclusion.

Keywords: Wearable technology, Solar fashion, Solar technology, Garment, Design.

* This article has been produced from the unpublished master's thesis Parinaz GHAFARIAN/ Mediterranean University/ Institute of Fine Arts/ Art and Design Department/ Kezban SÖNMEZ/ "Solar Powered Clothing in Fashion Design and New Design Suggestions".

** parinazfarin@gmail.com, Antalya, ORCID: 0000-0002-7934-6025

*** Mediterranean University, Faculty of Fine Arts, Textile and Fashion Design Department, kezbankarasonmez@gmail.com, ORCID: 0000-0002-7640-9537

1. GİRİŞ

Bu çalışma günümüzün önemli meselelerinden biri olan enerji krizi, enerji kaynaklarının arzında oluşan darboğaz ve çevre kirliliğine bağlı sorunlarla ilgili ortaya çıkmış ve bu soruna karşı moda tasarımının yeri ve önemi vurgulanmaya çalışılmıştır.

1970'lerden itibaren gözlemlenen enerji kullanımına bağlı çevre kirliliği, doğa ve insan dostu yenilenebilir enerjileri gündeme getirmiştir. Güneş, bol, sınırsız, yenilenebilir ve en önemlisi de herhangi bir bedel ödenmeden kolayca erişilebilen bir enerji kaynağıdır. Ekosistem uzmanlarına göre güneş panellerinin yeterli güneş alan bölgelerde bir güç kaynağı olarak elektrik üretimi için kullanılması, dünyanın geleceği için önemli bir rol oynamaktadır.

Güneş bir yılda dünyaya nükleer veya fosil enerjiden onbeşbin kat daha fazla enerji sağlamaktadır. Ayrıca dünyanın enerji ihtiyacını en az beş milyar yıl boyunca karşılayabilir durumdadır. Güneş enerjisi, depolanması kolay ve maliyeti oldukça düşük olduğu için günümüzde en çok tercih edilen sistemlerden biri olarak karşımıza çıkmaktadır (Rabobaca, vd., 2019: 2)

Dijital teknoloji evleri ve iş yerlerini çevreleyerek hayatımızı her alanda kolaylaştırmaktadır. Gün geçtikçe moda ve teknolojiyi tam olarak birleştiren iş birliği sayısı da artmakta ve bunlar birlikte ilerlemektedir. Modern çağda moda ve teknoloji arasındaki bağlantıların daha güçlü hale geldiği görülmektedir. Araştırmacılar 2000'li yıllardan günümüze kadar, güneş enerjisi teknolojisi mikro ve esnek hücrelerden oluşan panellerle giysilere entegre etmek için çalışmaktadır. Tüketicilerin mobil cihazlarını yaşamlarının bir parçası haline getirmesi, moda sektöründe bu konuyla alakalı giysiler geliştirilmesine neden olmaktadır. Buna bağlı olarak güneş enerjili giysiler son yıllarda pek çok moda tasarımcısı ve mühendislik alanında çalışan araştırmacının dikkatini çekmekte, farklı tasarım ve giysi uygulamaları ortaya çıkmaktadır.

Bu araştırmanın temel amacı, kadınların günlük yaşamda rahat kullanabilmeleri için beş adet güneş enerjili ceket tasarımı önerisinde bulunmaktadır. Daha önce Türkiye'de yapılan araştırmalarda tasarım önerilerinin bulunmaması, bu çalışmalarda giysi tasarımlarının birçoğunun prototip olarak üretilmesi ve araştırma kapsamında tasarlanan günlük güneş enerjili giysilerin moda alanına entegre edilmiş olması konuyu önemli kılmaktadır.

Bu çalışmada nitel araştırma yöntemine dayalı tasarım ve geliştirme araştırması modeli kullanılmıştır. Araştırmanın örneklem belirleme sürecinde amaçlı örnekleme yöntemine dayalı ölçüt örnekleme kullanılmıştır. Bu bağlamda çalışmanın doğasına katkı sağlayacak olan tasarımcıların ürünleri belirlenmiş ve bu ürünler sistematik bir incelemeye tabi tutulmuştur. Bu incelemeler sonucunda var olan tasarımlardan farklı olarak doğada yer

alan kelebeklerden ve böceklerden esinlenerek yeni tasarımlar oluşturulmuştur. Konu ile alakalı ulusal ve uluslararası kaynaklar taranmış ve kavramsal çerçeve oluşturulmuştur. Bir sonraki süreçte tasarım aşamasına geçilmiş ve sonbahar-kış sezonu için beş adet güneş enerjili günlük kadın ceket tasarlanmıştır.

Bu çalışma günlük güneş enerjili ceketlerin ön beden tasarımları ile sınırlandırılmış, güneş panellerinin ön bedene yerleştirilmesinden dolayı arka bedenler araştırma kapsamı dışında bırakılmıştır. Tasarımlar yapılırken bir süreç analizi takip edilmiştir. Bu süreç analizinde öncelikle bilgi deposu oluşturulmuş, doğadan esinlenerek tema belirlenmiş ve bir hikâye panosu hazırlanmıştır. Daha sonraki süreçte güneş paneli bileşenlerinin konumlandırılması planlanmış, ceketlerin eskiz çizimleri yapılmış ve çizimler silüetlere giydirildikten sonra renklendirilmiştir. Çalışmanın bir sonraki aşamasında SketchBook, Illustrator ve Photoshop programları kullanılarak güneş enerjili ceket tasarımlarının artistik ve teknik çizimleri yapılmıştır. Son aşamada ise yazılı kaynaklardan elde edilen bilgiler ışığında tüm veriler analiz edilerek sonuca gidilmeye çalışılmıştır.

2. GÜNEŞ ENERJİLİ GİYSİLERE GENEL BAKIŞ

2. 1. Güneş Enerjili Giyilebilir Teknoloji

Moda sektöründe, teknoloji kelimesi en basit şekilde, tasarım, bilim ve modanın kesişimini ifade etmektedir. Teknoloji alanındaki çoğu yenilik gibi, giyimle teknolojinin birleşimi olan giyilebilir teknoloji alanı, askeri girişimlerle ortaya çıkmıştır. Modaya uygun giyilebilir giysiler, gözlük, ayakkabı gibi aksesuarlar veya mücevherler, estetiği, stili ve fonksiyonelliği düşünülüp, teknolojiyle birleştirilerek üretilmektedir. Günümüzde moda uygun teknolojik giysiler bilim ve moda arasında bir araçtır. Teknoloji kullanıcıları gün geçtikçe artmakta ve bunlar modayla da uğraşmaktadır (Seymour, 2008: 12).

Giyilebilir teknolojilerin inovatif doğası, bir tasarım ögesini vurgulayan moda sözcüğünü her zaman içermeyebilir. Ancak bu heyecan verici inovasyonların geliştiği günümüzde moda endüstrisi en yeni teknolojilere sahip olmak ve yeniliği sürdürmek istemekte, teknoloji ise yaygınlaşabilmek için en son trende ihtiyaç duymaktadır. Günümüzde yapılan çalışmalarda, gelecekte moda endüstrisinin farklı aşamalarda radikal değişikliklere yol açacağı düşünülmektedir (Özkendirci, 2018: 70-73).

Son on yılda güneş enerjili giysiler, elektrik üretmek için yenilenebilir bir enerji kaynağı olarak güneşi kullanmaktadır. Fotovoltaik güneş panelleri bu alandaki çalışmalara göre iki kategoride gruplandırılabilir. Birincisi, tekstiller üzerine entegre edilen güneş panelleri, ikincisi ise lif veya tekstil formunda oluşan güneş pilleridir. Güneş panelleri

seri bağlama ile oluşturulmakta ve laminasyon tekniğiyle kaplanarak dış ortamın bozucu etkilerinden uzun yıllar etkilenmemesi sağlanmaktadır (Borazan, 2012: 5-6).

Görünür ya da diğer ışık ışınlarına maruz kaldığı zaman, elektriksel gerilim farkı üretimi yapabilme kabiliyetine fotovoltaiik (PV) denilmektedir. Fotovoltaiik özellik sonucu elektrik enerjisi üreten yapılara ise fotovoltaiik pil adı verilmektedir. Genellikle fotovoltaiik pil olarak isimlendirilmesine rağmen, güneş pili, fototronik fotopil, kendi kendine üreten pil, bariyer tabakalı fotopil, gibi isimlerle de karşımıza çıkmaktadır (Turak Tacer, Çelik Bedeloğlu ve Selbaş, 2023: 189).

Fotovoltaiik teknolojisi, güneş enerjisini doğrudan elektrik enerjisine dönüştüren düzenecekler olarak bilinmektedir. Güneş ışığı fotonlardan oluşmaktadır. Işığın temel birimi foton adı verilen küçük enerji paketlerinden meydana gelmektedir ([http 1](http://1)). Fotonlar bir PV hücresine çarptığı zaman, yansıyabilmekte, emilebilmekte ya da doğrudan geçirilebilmektedir. Yalnızca, emilen fotonlar elektrik üretebilmektedir (Memon ve Syed, 2012: 365). PV hücreler güneş ışınlarını elektriğe dönüştürebilen, hareketli mekanik parçaları bulunmayan, uzun ömürlü ve bakımları kolay elektronik sistemler olarak karşımıza çıkmaktadır. PV hücreler, yarı iletken maddelerdir ve güneş enerjisini doğrudan elektriğe dönüştürmektedirler. Güç çıkışını artırmak için birçok PV hücresi birbirlerine paralel veya seri olarak bağlanmaktadır ([http 2](http://2)). Elektriksel bir güç dönüştürme elemanı olarak tanımlanan invertör, güç veya dönüştürücü olarak adlandırılmaktadır. Bu sistem panellerin ürettiği doğru akımı (DC), alternatif akıma (AC) çevirmekte ve fotovoltaiik sistem şebekesi ile uyumlu çalışmasını sağlamaktadır. İnvertör sistemi yardımı ile elektrik enerjisi PV'den alınıp, aküye aktarıldıktan sonra yüklenmeye hazır hale gelmektedir (Saha, Dan ve Nandi, 2015: 5). Güneş hücreleri, tekstillerdeki aktif elektronikleri çalıştırmak için bir seçenektir, ancak kumaşın esnekliğini ve tutuşunu tehlikeye atmamak için tamamen entegre edilmelidir. PV hücrelerde geleneksel olarak sert silikon kullanılmaktadır. İnce film seçenekleri de bulunmakta, ancak bunlardan bazıları neme ve oksijene duyarlılık göstermektedir (Wilson ve Mather, 2019: 1).

Bir yüzeye düşen ışık ne kadar güçlü olursa olsun ışığın taşıyıcıları olan fotonlar dalga boyları ile ilişkili olarak yalnızca belirli bir miktar enerji taşımaktadır. Çoğu zaman bir atomla ya da molekülle, bir atom parçacığı etkileşime girdiği için, fotonların tek tek enerjisi de toplam enerji kadar önemlidir. Örnek verilecek olursa; gelen ışık ne kadar güçlü olursa olsun, fotonların hiçbirinin enerjisi, belirli bir etkileşim için yeterli değilse o etkileşim gerçekleşmemektedir. Işık bir yüzeye düştüğü zaman bir miktarı yansımakta, bir miktarı malzemenin içinden geçmekte, bir miktarı ise malzemenin atomları tarafından emilmektedir. Emilen fotonun enerjisi elektrona geçmektedir. Bu enerji elektronu atoma bağlayan bağ enerjisinden daha büyük olduğunda, elektron atomdan ayrılarak

serbest kalabilmekte ve bu elektron uygun şartlar altında bir elektrik devresinin parçası olabilmektedir. Bu olay fotovoltaiik etki olarak adlandırılmaktadır (Yıldırım, 2013: 82).

Fotovoltaiik tekstiller, güneş ışığını kullanarak elektrik enerjisi üretebilen fotovoltaiik bir yapının, dokuma, örme kumaş ve giysi gibi bir tekstil yapısı üzerine yerleştirilerek tekstile entegre edilmesi ya da lif şeklinde tekstil malzemesi olarak üretilebilmesi sonucunda fotovoltaiik lif, iplik ve kumaşları oluşturabilmesi olarak karşımıza çıkmaktadır (Çelik Bedeloğlu, 2009: 18-19). Günümüzde tekstillerdeki esnek güneş pili uygulamaları için amorf silikona ek olarak silikon içermeyen, karbondioksit yayılmasını daha az indirgeyen, daha çevreci olduğu bilinen bakır, indiyum, galyum ve selenyum (CIGS) bileşimli fotovoltaiik materyallerin kullanımının yaygınlaştığı görülmektedir (Schubert ve Werner, 2006: 44). Ticari olarak satışa sunulan fotovoltaiik giysi ve tekstil aksesuarlarında genellikle tekstil ürününe tabaka halinde entegre edilmiş olan inorganik esaslı güneş pilleri kullanılmaktadır. Organik güneş pillerinin çalışma prensibi, ışık etkisiyle yaratılmış bir yük taşıma işlemine dayanmaktadır. Işık aracılığıyla üretilen elektron-boşluk çiftleri, fotoaktif tabakanın alıcı ve verici arayüzünde ayrılmakta, bu pozitif ve negatif yükler uygun elektrotlara taşınmaktadır. Organik güneş pillerinde fotoakım oluşurken, aktif tabakada ışık emilimi, yük aktarma verimi ve kullanılan malzemelerin elektron ve boşluk taşıma özellikleri önemli parametreler arasında yer almaktadır (Çelik Bedeloğlu, Demir ve Bozkurt, 2010: 81-82).

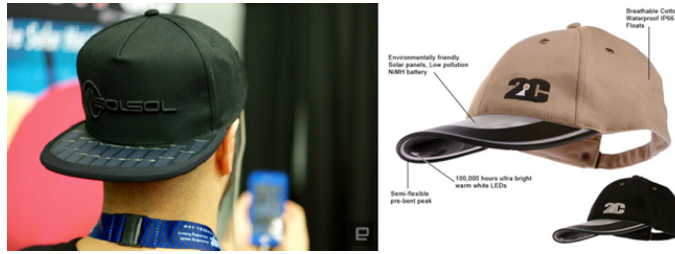
Güneş enerjili giysiler, küçük taşınabilir cihazlara güç sağlamak için alternatif enerji kaynağı olarak güneş paneli kullanan yenilikçi ve teknoloji ile entegre ürünlerdir (Hwang, 2014: 94). Fotovoltaiik malzemeler giysilere entegre edilerek, portatif elektronik cihazlar için güç sağlayabilmekte ve moda için zengin fırsatlar sunmaktadır. Olumlu özellikleri arasında küçük, hafif, esnek ve yüksek kapasite ile şarj edilmesi sayılabilir (Görsel 1) (Hwang, 2014: 3).



Görsel 1: Güneş Enerjili Giysiler (Hwang, 2014: 94).

Bu giysiler güneşten gelen enerjiyi kullanarak, akıllı telefonları ve diğer elektronik cihazları şarj etmek için kullanılan, taşınabilir cihazlardaki en büyük zorluklardan biri olarak kabul edilen şarj sorununu çözmeye yardımcı olan, çevre dostu giysiler olarak kabul edilmektedir (Kumar, 2017: 27).

Eko-moda tasarımcıları, güneş enerjili giysilere aksesuarları dahil ederek bu giysileri geliştirmektedir. Cep telefonları ve USB portlu diğer cihazları şarj etmek amacıyla, silikon esaslı güneş panelleri, sırt çantası, şapka, mayo, kravat gibi giysilere entegre edilerek, giyilebilir teknolojiye yeni bir konsept olarak karşımıza çıkmaktadır (Görsel 2). Japonya, Avrupa ve diğer ülkelerde birkaç farklı güneş ceketі görülmektedir. Buna ek olarak, günümüzde E-tekstillere yönelik araştırmalar genişletilmektedir (Kim, 2017: 12-13).



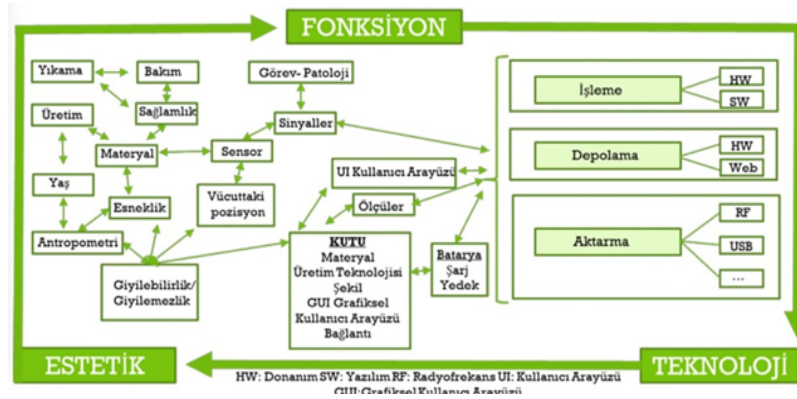
Görsel 2: Güneş Enerjili Beyzbol Şapkası (<http> 3).

2. 2. Güneş Enerjili Giysilerin Algılanma Özellikleri

Günümüzde moda çalışmaları maddiyat, teknoloji, küreselleşme ve kimlik gibi çeşitli konuları kapsamaktadır. Yeni teknolojiler, sosyal medyanın üretim ve tüketimi göz önüne alınarak, çağdaş moda alanının karmaşık hale geldiğini anlamak mümkündür. Bu nedenle modayı karmaşık sistemlerin içinde ve sürekli gelişen bir fenomen olarak kavramsallaştırmak için yeni yollara ihtiyaç duyulmaktadır. Tüketim kültüründe ürün tasarımı ve sürdürülebilirliği ilişkisi yeni bir yaklaşımdır. Giyilebilir teknoloji alan olarak genişledikçe farklı uygulamalar ortaya çıkmaktadır (Smelik, 2018: 37-38).

Temel olarak 20. yüzyılın sonlarında ve 21. yüzyılın başlarında giyilebilir teknolojinin çalışma prensibi oldukça benzemekte ancak teknolojik gelişmeler açısından farklılık göstermektedir. Bu dönemlerde giyilebilir teknoloji, insan faktörü, uyum ve ergonominin dikkate alınmaması nedeniyle kaba ve ağır olarak üretilmiştir. Giyilebilir teknoloji, insan vücudunun bir parçası olarak düşünülmelidir. Kullanıcı, teknik ve herhangi bir fiziksel zarardan kaynaklanacak yan etkilerden korunma yollarından emin olmadığı için güvenlik açığı endişeleri artmaktadır. Giyilebilir teknolojik giysiler esnek ve hafif olmalıdır (Hisham, vd., 2017: 77). Giyilebilir teknolojinin özellikle fonksiyon ve teknolojik açıdan dikkate alınarak inşa edilmesinde, markalar stratejik olarak tüketicilere uyum sağlayacak biçimde şekillenmeye çalışmaktadır. Giysiler, kullanıcının estetik tercihi

hitap eden ürünlerden biridir. Estetik ve fonksiyonellik moda sektöründeki başarının ayrılmaz bir parçasıdır. Bununla ilgili olarak sorulması gereken soru: Ürünün en belirleyici faktörü form ve estetiği mi, yoksa fonksiyonu mu? sorusudur. Bu bağlamda giyilebilir teknoloji ve akıllı giysi tasarımı tüketiciler odaklı yeni bir model ortaya çıkmıştır. Bu modele göre bu tarz giysilerin tasarımında fonksiyon, estetik ve teknoloji üç temelli olarak gereksinimi belirlemektedir. Tasarımcıların bu üç temeli baz alarak tüketici odaklı model önerisinde bulunmaları gerekmektedir (Görsel 3) (Kabukçu, 2018: 145).



Görsel 3: Giyilebilir Teknoloji ve Akıllı Giysi Tasarımı Döngüsü (Kabukçu, 2018: 146).

Tarihsel olarak tekstil ve giyim alanı, teknolojinin daha çok görünen ve ölçülebilir yönüyle incelenmiştir. Teknoloji her zaman modanın özü olmuştur. Modern dönemde moda ve teknoloji arasındaki bağlantı daha güçlü ve ideolojik hale gelmiştir (Smelik, vd., 2016: 388).

2. 3. Akıllı Giysi Tüketicilerinin Fonksiyonel, Etkileyici ve Estetik İhtiyaç Modelinin İncelenmesi (FEA)

Stil ve moda açısından giyilebilir teknoloji, giysi kullanıcılarının ihtiyaçlarını karşılamakta, kullanılabilirliğini ve işlevselliğini korumalıdır. İnsan algı faktörlerine bağlı olarak giyilebilir teknoloji tasarımı “fonksiyonellik, etkileyicilik ve estetik” (FEA) olmak üzere üç yönden incelenmiştir. Giyilebilir teknoloji tasarımında yenilikçi tüketicinin istekleri ve ihtiyaçları ele alınırken FEA’nın her üç boyutunun da dikkate alınması gerekmektedir. Araştırmacılar bu çerçevenin sadece giyilebilir teknolojik giysiler üzerinde değil, her türlü giysi tasarımına uygulanması gerektiğini düşünmektedir. Bu gereksinimler yöntem olarak tek başlarına ayakta duramazlar, kesinlikle birbirine bağımlıdır. Ürün değerlendirmesinde FEA kavramının hedef kitlesi olan tüketici önemli bir rol oynamaktadır (Görsel 4) (Hwang, 2014: 18).



Görsel 4: İhtiyacı Olan FEA Tüketicisinin Modeli (Hwang, 2014: 19).

Araştırmalar ürünün değerlendirilmesinde fiziksel konforun önemli bir faktör olduğunu göstermektedir. Fiziksel konfor bir giysinin vücut tipinin özelliklerine göre hissettirdiği konforu ifade etmektedir. FEA modelinde giysinin fonksiyonellik kazanması için uyumluluk, hareketlilik, koruma ve konfor içermesi gerekmektedir (Hwang, 2014: 18).

İşlevsel kaygılarla birlikte tüketiciler giysinin etkileyciliğinden de endişe duymaktadır. Giysinin etkileyciliğinin bir boyuta ulaşması için, değerler, roller ve benlik saygısı gibi sembolik iletişimsel özelliklere sahip olması gerekmektedir. Bunlar tüketicinin sosyokültürel ve psikolojik yönlerine dayanmaktadır (Hwang, Chung ve Sanders, 2016: 211).

Giysi ile ilgili estetik düşünceler, tasarım ilkeleri, giysi ve beden ilişkisi gibi unsurların kullanımı ile ilgilidir. FEA modelinde yer alan estetik, tüketicilerin giysiyi değerlendirmeleri için önemli bir kriterdir. Araştırmalar tüketiciler tarafından giysi satın alınırken karar aşamasında çizgi, düzlem, hacim, renk, doku gibi elemanların giysilerin estetik özelliklerinde önemli bir rol oynadığını göstermektedir. Bu kriter temel sanatta olduğu gibi moda tasarımcılarının da tasarlama süreçlerinin önemli bir parçasıdır. Yapılan araştırmalar giyilebilir teknolojik giysilerdeki estetik kaygıların, nihai ürünün kabul edilebilirliğini ve giyilebilirliğini etkileyen hayati faktörler olduğunu göstermektedir. Bu tür giysiler, kullanıcının memnuniyetine katkıda bulunan renk, imalat, kesim, orantı, detay gibi faktörlerin, estetik kaygıların ve biçimlerin dengesine sahip olmalıdır. Dolayısıyla, algılanan estetik özelliklerin, tüketicinin tutum ve satın alma niyetini olumlu yönde etkilediği görülmektedir (Hwang, Chung ve Sanders, 2016: 212).

2. 4. Günümüzde Güneş Enerjili Giysilere Yaklaşımlar

Kaliforniya merkezli bir moda şirketi olan Silvr Lining bir elektrik mühendisi ile işbirliği yaparak 2010 yılında, güneş enerjili bir dizi spor giyim serisi olan Silvr Lining GO

koleksiyonunu oluşturmuştur. Bu koleksiyonda mobil cihazlar gibi kişisel iletişim cihazlarının şarj edilmesi sağlanmaktadır. GO koleksiyonunda yelek, ceket ve kargo pantolon modelleri yer almaktadır. Unisex olarak üretilen GO Koleksiyonunun tüm parçalarında dört adet güneş paneli kullanılmıştır. Üretilen bu parçalar hafif ve ultra yumuşaktır (Görsel 5).



Görsel 5: *Silvr Lining Go koleksiyonu* (<http> 4).

2012 yılında hazır bir ceketı güneş enerjili cekete dönüştüren prototip bir çalışma yapılmıştır. Ceket ucuz, taşınabilir, yıkanabilir ve maksimum enerji üretebilecek şekilde tasarlanmıştır. Güneş panelinin cam levha ile kaplanması sebebiyle rüzgarlı havalarda kullanılabilir özelliktedir. Ceketin üretiminde güneş paneli, şarj edilebilir pil gibi malzemeler kullanılmıştır. Bu ceket üzerinde yer alan güneş panelleri sayesinde üretilen enerji ile cep telefonu, iPad, mp3 çalar ve dizüstü bilgisayar kolaylıkla şarj edilebilmektedir. Güneş paneli, güneş ışığından en iyi şekilde faydalanabilmek için ceketin arkasına ve omuzların altına yerleştirilmiştir. Ceket yıkandığında, güneş paneli kolayca sökülebilmektedir (Memmon ve Syed, 2012: 366).

Temiz enerji üretimine odaklı bir koleksiyon çıkarmanın gerekli olduğunu düşünen Hollandalı moda tasarımcısı Pauline Van Dongen, 2013 yılında ilk güneş enerjili giysi prototipini tanıtmıştır. Güneş enerjili elbise yumuşak ve sert tekstillerin karışımından yapılmış, hafif bir yün kumaş ve ince deri ile birleştirilmiştir. Elbiseye yetmiş iki adet esnek ve ince güneş paneli yerleştirilmiştir. Kullanıcı elbisenin cebine gizlenmiş bir USB konnektörü ile cep telefonlarını şarj edebilmektedir (Görsel 6) (Smelik, Van Dongen ve Toussaint 2016: 291).



Görsel 6: Van Dongen'in Giyilebilir Güneş Enerjili Elbise (<http> 5).

Kore'de 2014 yılında günlük ve dış mekana uyumlu bir solar ceket prototipi üretilmiştir. Çalışmada teknik özellik olarak, giysinin kullanım kolaylığı düşünülerek, acil durumlarda iletişim kurmayı kolaylaştırmak amaçlanmıştır (Jinhee, 2014: 63).

2014 yılında engelli insanlara yardım etmek amacıyla güneş enerjili bir giysi tasarlanmıştır. Bu giysi, görme engelli bir kadın ve rehber köpeği arasındaki iletişimi kolaylaştırmak amacıyla kullanılmıştır. Esnek güneş paneli ve portatif şarj edilebilir pillerle, bluetooth, GPS, konuşma tanıma gibi teknolojik cihazlar kullanılarak, görme engelli bir insan ve rehber köpeği arasında iletişim kurulabileceği düşünülmüştür (Görsel 7) (Logothetis, vd., 2014: 311).



Görsel 7: Front and Back of Design (Logothetis, vd., 2014: 313).

Tommy Hilfiger ve Pvilion firması ortaklığıyla 2014 yılında güneş enerjili ceketler üretilmiştir. Suya dayanıklı, hafif ve esnek amorf silikon teknolojisiyle üretilmiş çıkarılabilir güneş panelleri, akıllı telefon, ipad ve diğer taşınabilir elektrikli cihazları şarj edebilmektedir (Görsel 8) (Çınar, 2019: 90).



Görsel 8: *Tommy Hilfiger Solar Clothing (Çınar, 2019: 90).*

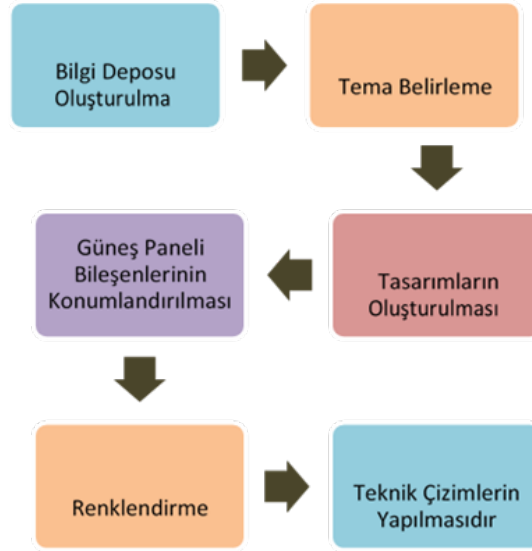
3. GÜNEŞ ENERJİLİ GIYSİLERİN TASARIM SÜRECİ VE UYGULAMALARI

Bu çalışma kapsamında ortaya çıkan koleksiyonda, günlük kullanım için tasarlanmış beş adet güneş enerjili ceket tasarımının ön bedeni yer almaktadır. Güneş enerjili ceketler kadın bedenine uygun bir biçimde tasarlanmıştır. Tasarımlar ve renk paleti oluşturulurken doğanın bir parçası olan kelebek ve böceklerden esinlenilmiştir.

Koleksiyonda küresel enerji krizi ve çevresel kirlenmeden yola çıkılmış, doğada varolan kelebeklerin ve böceklerin renklerinden ve figürlerin uyumundan ilham alınarak yeni tasarımlar ortaya çıkarılmaya çalışılmıştır. Koleksiyonun renk paletinde hardal sarısı, bej, gri, kahverengi, açık mavi, koyu mavi, yeşil, bordo ve siyah tonları kullanılmıştır.

Çalışmanın ilk aşamasında, beş adet farklı modelde tasarım eskizi gerçekleştirilmiş, bu konuda yapılmış önceki çalışmalara göre, güneş paneli sisteminde yer alması gereken bileşenlerin, giysi üzerinde nasıl çalıştıkları araştırılarak tasarımlar oluşturulmuştur. Tasarımların belirlenmesinden sonra, oluşturulan renk paletlerinden, koleksiyonun temasına uygun olarak seçilen tonlarla renklendirme işlemi gerçekleştirilmiştir. Güneş panellerinin renginin siyaha yakın olması nedeniyle tasarımlarda uyum ve denge bütünlüğünü yakalamak açısından bazı bölümlerde siyah renk kullanılmıştır. Tasarımlar tamamlandıktan sonra, kablo geçişlerinin, güneş panellerinin ve ilgili aksesuarların teknik çizimleri yapılmıştır.

Tasarım süreci, altı aşamada gerçekleştirilmiştir. Bu aşamalar; bilgi deposu oluşturma, tema belirleme, tasarımların oluşturulması, güneş paneli bileşenlerinin konumlandırılması, renklendirme ve teknik çizimlerin yapılmasıdır (Görsel 9).



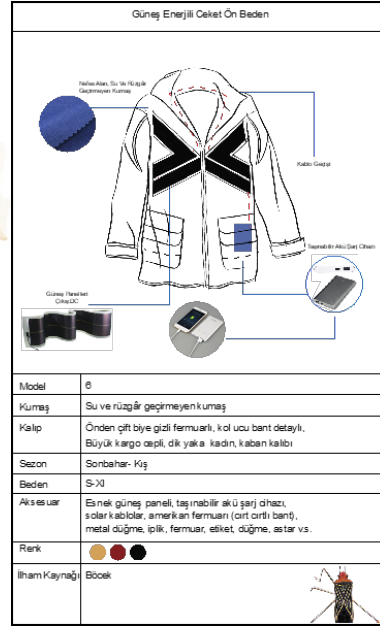
Görsel 9: Tasarım süreci analiz şeması.

3. 1. Tasarım No: 1 Süreç Analizi ve Uygulama

1 numaralı tasarımda görsel esin kaynağı bir kelebek ve bir böcektir. Sketch Book, Illustrator ve Photoshop programları kullanılarak artistik ve teknik çizim yapılmıştır. Bu ceket örneği, nefes alabilme, su geçirmezlik, dayanıklılık ve hafiflik özelliklerinden dolayı genellikle dağcılık, doğa yürüyüşü ve kamp gibi aktiviteler için tasarlanmıştır. Ceket renk paletinden seçilen bordo, siyah ve hardal sarısı kullanılarak renklendirilmiştir. Ceketin ön bedeninde, basen hizasında üst üste yerleştirilmiş toplam dört adet kapaklı cep bulunmaktadır (Görsel 10). Tasarımda, esnek güneş paneli, taşınabilir akü şarj cihazı, solar kablolar, Amerikan fermuarı (cırt cırtlı bant), nefes alan, su ve rüzgâr geçirmeyen kumaş ana malzeme olarak kullanılmıştır. Ceket, güneş altında maksimum elektrik enerjisi üretimi sağlayan güneş modülü içermektedir. Tasarımda, esnek güneş paneli, ceketin üzerine Amerikan fermuarı ile entegre edilmiştir. Bu sayede yıkama, temizleme vb. işlemlerde kolayca çıkarılıp takılabilmektedir. Güneş enerji panellerinin kurulumu sırasında kullanılan solar kabloların giysi üzerinde geçişi için ayrı bir bölme oluşturulması gerekmektedir. Bu tasarımda kablo, sağ basen hizasından başlanarak, yakanın arkasından devam etmekte ve ceketin sol basen hizasından üst cepte yer alan taşınabilir bir şarj cihazına bağlanmaktadır. Teknik çizimde yer alan kırmızı çizgi kablo geçişini göstermektedir (Görsel 11).



Görsel 10: Tasarım No: 1.



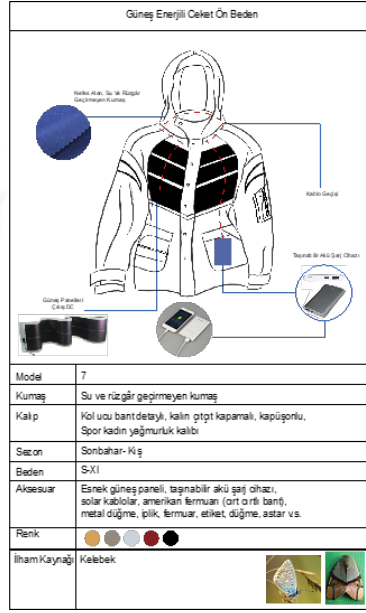
Görsel 11: Teknik Çizim.

3. 2. Tasarım No: 2 Süreç Analizi ve Uygulama

2 numaralı tasarımda görsel esin kaynağı iki kelebektir. Sketch Book, Illustrator ve Photoshop programları kullanılarak artistik ve teknik çizim yapılmıştır. Bu ceket örneği, su geçirmezlik, dayanıklılık ve hafiflik özelliklerinden dolayı genellikle dağcılık, doğa yürüyüşü ve kamp gibi aktiviteler için tasarlanmıştır. Ceket renk paletinden seçilen açık mavi, gri, bordo, siyah hardal sarısı kullanılarak renklendirilmiştir. Ceketin sol kolunda fermuarlı bir cep, ön bedeninde ise basen hizasında iki adet kapaklı ve bir küçük fermuarlı cep, olmak üzere toplam dört adet cep bulunmaktadır (Görsel 12). Tasarımda, esnek güneş paneli, taşınabilir akü şarj cihazı, solar kablolar, Amerikan fermuarı (cirt cirtli bant), nefes alan, su ve rüzgâr geçirmez kumaş ana malzeme olarak kullanılmıştır. Ceket, güneş altında maksimum elektrik enerjisi üretimi sağlayan güneş modülü içermektedir. Tasarımda, esnek güneş paneli, ceketin üzerine Amerikan fermuarı ile entegre edilmiştir. Bu nedenle yıkama, temizleme vb. işlemlerde kolayca çıkarılıp takılabilmektedir. Güneş enerji panellerinin kurulumu sırasında kullanılan solar kabloların giysi üzerinde geçişi için ayrı bir bölme oluşturulması gerekmektedir. Bu tasarımda kablo, sağ göğüs hizasından başlanarak, yakanın arkasından devam etmekte ve ceketin sol basen hizasında cepte yer alan taşınabilir bir şarj cihazına bağlanmaktadır. Teknik çizimde yer alan kırmızı çizgi kablo geçişini göstermektedir (Görsel 13).



Görsel 12: Tasarım No: 2.



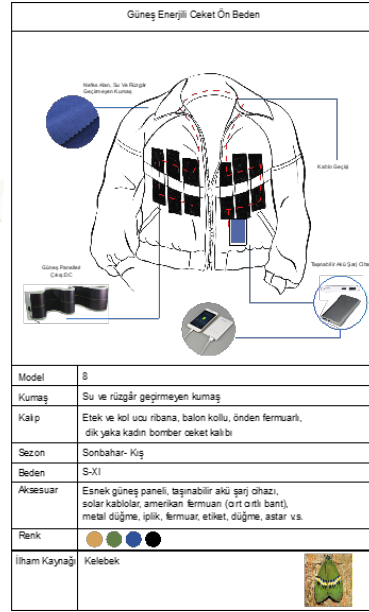
Görsel 13: Teknik Çizim.

3. 3. Tasarım No: 3 Süreç Analizi ve Uygulama

3 numaralı tasarımda görsel esin kaynağı bir kelebeğdir. SketchBook, Adobe Illustrator ve Adobe Photoshop programları kullanılarak artistik ve teknik çizim yapılmıştır. Bu ceket örneği, su geçirmezlik, dayanıklılık ve hafiflik özelliklerinden dolayı genellikle günlük şehir yaşamı ve açık hava etkinlikleri için tasarlanmıştır. Ceket renk paletinden seçilen koyu mavi, siyah, hardal sarısı ve yeşil kullanılarak renklendirilmiştir. Ceketin ön bedeninde bel hizasında iki adet ve iç kısmında bir adet taşınabilir şarj cihazına ait gizli cep bulunmaktadır (Görsel 14). Tasarımda, esnek güneş paneli, taşınabilir akü şarj cihazı, solar kablolar, Amerikan fermuarı (cırt cırtlı bant), nefes alan, su ve rüzgâr geçirilmeyen kumaş ana malzeme olarak kullanılmıştır. Ceket, güneş altında maksimum elektrik enerjisi üretimi sağlayan güneş modülü içermektedir. Tasarımda, esnek güneş paneli, ceketin üzerine Amerikan fermuarı ile entegre edilmiştir. Bu nedenle yıkama, temizleme vb. işlemlerde kolayca çıkarılıp takılabilmektedir. Güneş enerji panellerinin kurulumu sırasında kullanılan solar kabloların giysi üzerinde geçişi için ayrı bir bölme oluşturulması gerekmektedir. Bu tasarımda kablo, sağ bel hizasından başlanarak, yakanın arkasından devam etmekte ve ceketin sol bel hizasında gizli cebte yer alan taşınabilir bir şarj cihazına bağlanmaktadır. Teknik çizimde yer alan kırmızı çizgi kablo geçişini göstermektedir (Görsel 15).



Görsel 14: Tasarım No: 3.



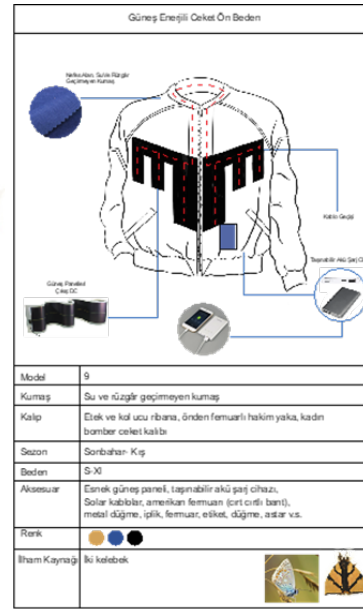
Görsel 15: Teknik Çizim.

3. 4. Tasarım No: 4 Süreç Analizi ve Uygulama

4 numaralı tasarımda görsel esin kaynağı iki kelebeğdir. Sketch Book, Illustrator ve Photoshop programları kullanılarak artistik ve teknik çizim yapılmıştır. Bu ceket örneği, su geçirmezlik, dayanıklılık ve hafiflik özelliklerinden dolayı genellikle günlük şehir yaşamı ve açık hava etkinlikleri için tasarlanmıştır. Ceket, üst giyim olarak, genç, modern bir yaşam tarzı için aktif kullanıma uygundur. Ceket renk paletinden seçilen, koyu mavi, siyah ve hardal sarısı kullanılarak renklendirilmiştir. Ceketin ön bedeninde bel hizasında iki adet ve iç kısmında bir adet taşınabilir şarj cihazına ait gizli cep bulunmaktadır (Görsel 16). Tasarımda, esnek güneş paneli, taşınabilir akü şarj cihazı, solar kablolar, Amerikan fermuarı (cirt cirtli bant), nefes alan, su ve rüzgâr geçirilmeyen kumaş ana malzeme olarak kullanılmıştır. Ceket, güneş altında maksimum elektrik enerjisi üretimi sağlayan güneş modülü içermektedir. Tasarımda, esnek güneş paneli, ceketin üzerine Amerikan fermuarı ile entegre edilmiştir. Bu nedenle yıkama, temizleme vb. işlemlerde kolayca çıkarılıp takılabilmektedir. Güneş enerji panellerinin kurulumu sırasında kullanılan solar kabloların giysi üzerinde geçişi için ayrı bir bölme oluşturulması gerekmektedir. Bu tasarımda kablo, sağ bel hizasından başlanarak, yakanın arkasından devam etmekte ve ceketin sol bel hizasında gizli cebte yer alan taşınabilir bir şarj cihazına bağlanmaktadır. Teknik çizimde gösterilen kırmızı çizgi kablo geçişini göstermektedir (Görsel 17).



Görsel 16: *Tasarım No: 4*



Görsel 17: Teknik Çizim.

3. 5. Tasarım No: 5 Süreç Analizi ve Uygulama

5 numaralı tasarımda görsel esin kaynağı bir kelebektir. Sketch Book, Illustrator ve Photoshop programları kullanılarak artistik ve teknik çizim yapılmıştır. Bu ceket örneği, su geçirmezlik, dayanıklılık ve hafiflik özelliklerinden dolayı genellikle günlük şehir yaşamı ve açık hava etkinlikleri için tasarlanmıştır. Ceket, üst giyim olarak, genç, modern bir yaşam tarzı için aktif kullanıma uygundur. Ceket renk paletinden seçilen bordo, siyah, bej ve kahverengi kullanılarak renklendirilmiştir. Ceketin ön bedeninde bel hizasında iki adet fermuarlı cep ve iç kısmında bir adet taşınabilir şarj cihazına ait gizli cep bulunmaktadır (Görsel 18). Tasarımda, esnek güneş paneli, taşınabilir akü şarj cihazı, solar kablolar, Amerikan fermuarı (cırt cırtlı bant), nefes alan, su ve rüzgâr geçirmeyen kumaş ana malzeme olarak kullanılmıştır. Ceket, güneş altında maksimum elektrik enerjisi üretimi sağlayan güneş modülü içermektedir. Tasarımda, esnek güneş paneli, ceketin üzerine Amerikan fermuarı ile entegre edilmiştir. Bu nedenle yıkama, temizleme vb. işlemlerde kolayca çıkarılıp takılabilmektedir. Güneş enerji panellerinin kurulumu sırasında kullanılan solar kabloların giysi üzerinde geçişi için ayrı bir bölme oluşturulması gerekmektedir. Bu tasarımda kablo, sağ bel hizasından başlanarak, yakanın arkasından devam etmekte ve ceketin sol bel hizasında gizli cepte yer alan taşınabilir bir şarj cihazına bağlanmaktadır. Teknik çizimde gösterilen kırmızı çizgi kablo geçişini göstermektedir (Görsel 19).



Görsel 18: Tasarım No: 5.



Görsel 19: Teknik Çizim.

4. SONUÇ

Giyilebilir teknoloji kavramıyla üretilen ürünler 21. yüzyılda her geçen gün hayatımızdaki etkisini artırmaktadır. Bu ürünler sadece akıllı saatler veya aksesuarlar olarak taşınabilir değil, kumaş veya giysiyle teknolojinin birleşimi olan alanda da etkili olmaktadır. Moda ve teknoloji alanındaki gelişmeler çok çeşitli şekiller alabilmektedir. Bu gelişmelerden bazıları biz fark etmeden hayatımızın bir parçası olurken, bazıları hayal ürünü olarak kalabilmektedir. Tasarımcılar ve bilim insanları şu anda moda ve teknolojinin kesişiminde geleceğin nasıl görüldüğünü hayal edebilmektedir. Güneş enerjili giysiler işlevselliği ve çevre dostu özellikleri nedeniyle araştırmacılar ve endüstri üretenler tarafından popülerlik kazanmıştır.

Araştırma kapsamında, literatür taramasıyla elde edilen bilgiler ve daha önce yapılan tasarımlar göz önünde bulundurularak beş adet giyilebilir, teknolojiye uygun, güneş enerjili ceket tasarımı yapılmıştır. Bu araştırma, güneş enerjili giysilerin geliştirilmesi için tasarım araştırması ve bu teknolojinin estetiğini moda ve günlük kullanım giysilerine nasıl dahil edileceği üzerine odaklanmaktadır. Tasarımlar fonksiyonellik, etkileycilik ve estetik (FEA) tüketici ihtiyaçları modeli benimsenerek gerçekleştirilmeye çalışılmıştır. Ortaya çıkan ceket tasarımları fonksiyonellik yönü ile ele alındığında, güneş

panellerinin takılması ve sökülmesi mümkün olduğu için istenirse yalın bir ceket olarak da kullanılabilir. Tasarımın etkileyici ögesi olarak, doğa ve çevre bilinci oluşturmaya ve yenilenebilir enerji kaynaklarının payının artırılması, estetik açıdan ise güncel moda trendleri göz önüne alınarak, doğada ve günlük kullanım alanlarında kullanılabilir olmaları gösterilebilir.

Güneş enerjili ceketler kadın bedenine uygun bir biçimde tasarlanmış, çalışmada ceketlerin ön beden çizimlerine yer verilmiş, arka beden kapsam dışında bırakılmıştır. Tasarım süreci farklı aşamalarda gerçekleştirilmiştir. Süreç analizinde öncelikle bilgi deposu oluşturulmuş, daha sonra böceklerden ve kelebeklerden esinlenerek tema belirlenmiş ve bir hikaye panosu hazırlanmıştır. Bununla birlikte güneş paneli bileşenlerinin konumlandırılması düşünülürken ceketlerin eskiz çizimleri yapılmış, güncel moda trendleri göz önüne alınarak, doğada ve günlük kullanım alanlarında kullanılabilir kombinlerle desteklenmiştir. Çizimler silüetlere giydirildikten sonra renklendirilmiştir. SketchBook, Illustrator ve Photoshop programları kullanılarak çeşitli güneş enerjili ceket tasarımları, artistik ve teknik çizimler yapılmıştır. Yapılan tasarımlar, araştırmanın amacına uygun bir biçimde oluşturulmuştur. Giysinin kumaşına entegre edilmiş olan ince güneş panellerinin, güneşli havalarda elektrik üretebileceği, bu sayede birkaç saat içinde cep telefonunu şarj edebilecek enerji sağlanabileceği düşünülmektedir. Elde edilen enerji kullanılmadığı takdirde, ceket üzerine monte edilen akü şarj cihazı ile daha sonra kullanılmak üzere saklanabileceği öngörülmektedir. Ayrıca tasarımlarda kullanılan güneş panelleri sayesinde, Küresel Konumlama Sistemleri (GPS), kameralar, MP3 çalarlar gibi diğer USB uyumlu taşınabilir cihazlara da enerji sağlanabileceği düşünülmektedir. Tasarımlarda genellikle, esnek güneş paneli, taşınabilir akü şarj cihazı, solar kablolar, Amerikan fermuarı (cirt cirtli bant), nefes alan, su ve rüzgâr geçirmeyen kumaş, ana malzeme olarak önerilmiştir.

Teknoloji çağında, akıllı telefonlar insanların günlük yaşamının ayrılmaz bir parçası haline gelmiştir. Güneş enerjili giysilerin güçlü yönleri, bu telefonları şarj edebilmek için gerekli elektriği üreterek kolay erişim sağlamalarıdır. Bu giysiler aynı zamanda çeşitli durumlarda elektrik enerjisine ihtiyaç duyulan kamp veya dağcılık gibi uzak bölgelerde ayrıca ulusal ve uluslararası turistik gezilerde kullanılabilen ve dünyanın birçok yerinde kolayca bulunabilen güneş enerji kaynaklarını rahatlıkla kullanabilmektedir. Giysilerin zayıf yönleri ise üretimde kullanılacak malzemelerin maliyetli olması ve piyasada kolay bulunamamasıdır.

Dünya genelinde son yıllarda moda sektörü yapısının hızla değişmesi ile güneş enerjili giysilerin katma değeri artmıştır. Özel ve kaliteli giysiler üretmek, güneş enerjisinden faydalanmak ve USB portlu cihazları şarj etmek için çeşitli çalışmalar yapılmaktadır. Birçok

moda tasarımcısı, bilim insanları, araştırma enstitüleri, üniversiteler ve global markalar, ar-ge merkezleriyle işbirliği içinde güneş enerjili giysiler ve tekstiller üzerinde yoğun çalışmalar yürütmektedir. Dünyada bu konuyla ilgili çeşitli çalışmaların yapıldığı ancak Türkiye’de yapılan çalışmalarda bu konuya çok az yer verildiği, genellikle mühendislik alanlarında bu konunun ele alındığı ortaya çıkmaktadır. Bu alanda yapılan araştırmaların sayısı arttırılmalı, disiplinlerarası gerçekleştirilecek olan projelerle güneş enerjili giysilerin üretimleri yapılmalı ve hayatımızın bir parçası haline gelmesi sağlanmalıdır.

KAYNAKLAR

- Borazan, İ. (2012). Organik Esaslı Fotovoltaik Lif Geliştirilmesi. (Yüksek Lisans Tezi). İstanbul: İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Çelik Bedeloğlu, A. (2009). Fotovoltaik Etki Oluşturan Lif Geliştirilmesi. (Doktora Tezi). İzmir: Dokuz Eylül Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Çelik Bedeloğlu, A., Demir, A., Bozkurt, Y. (2010). Fotovoltaik Liflerle Elektrik Üreten Tekstiller, Bilim ve Teknik Dergisi, 508, 81-83.
- Çınar, P. (2019). 21. Yüzyılda Yeni Teknolojilerin Etkisinde Gelişen Moda Endüstrisi. Bilge Kağan 2nd Interantional Science Congress. Barcelona, Spain: Turan University, 88-95.
- Hisham, A. A. B., Aimi Saad, A., Raffe Ahmad, M. R., Rahim, R. A., Idris, N. H., Izran Ishak, M. H. (2017). Review Of Safety Evaluation Of Thermal Wearable Power Harvesting Device. International Journal of Integrated Engineering, 9(4), 76- 84.
- Hwang, Ch. (2014). Consumers Acceptance Of Wearable Technology: Examining Solar-Powered Clothing. (Yüksek Lisans Tezi). Ames, Iowa: Iowa State University.
- Hwang, Ch., Chung, T., Sanders, A. (2016). Attitudes and Purchase Intentions for Smart Clothing: Examining U.S. Consumers' Functional, Expressive and Aesthetic Needs for Solar Powered Clothing. Clothing and Textiles Research Journal, 34(3), 207-222.
- Jinhee, P. (2014). Developing Designs and Making Men's Outdoor Breathable Waterproof Jackets with Solar Cells for Emergency Communications, Journal of Fashion Business, 18 (3), 59-72.
- Kabukçu, E. (2018). Tüketici Odaklı Akıllı Giysi Tasarımı İçin Yeni Bir Bütünleşik Model Önerisi, Mühendislik Bilimleri ve Tasarım Dergisi, 6, 143-147.
- Kim, E. (2017). An Avant-Garde Collection Inspired By The Global Water Crisis: Recycling Waste To Aesthetic Garments. (Yüksek Lisans Tezi). California- Sacramento: California State University.
- Kumar, S. (2017). Technological And Business Perspective Of Wearable Technology. (Endüstriyel Yönetim tezi). Finlandiya: Centria University Of Applied Sciences.
- Logothetis I., Vassiliadis S., Mitilineos S., Prekas K. (2014). The Concept and Design of a Wearable System Used by a Blind Person and Her Guide Dog. International Conference on Technics, Technologies and Education (ICTTE), Yambol, Bulgaria, 309-316.

- Memon, A. ve Syed, U. (2012). Design and Manufacturing of Solar Jacket for Charging the Mobile and Laptop Devices. *International Journal of Current Engineering and Technology*, 2(4), 365-368.
- Özkendirci, B. (2018). Bilimsel Çalışmaların Geleceğin Giyim Tasarımına Olası Etkileri. *Inonu University Journal of Art and Design*, 8(18), 67- 81.
- Raboaca, M. S., Badea, G., Enache, A., Filote, C., Rasoi, G., Rata, M., Lavric, A. ve Felseghi, R. A. (2019). Concentrating Solar Power Technologies. *Energies*, 19, 1-17.
- Saha, D. K., Dan, A. K. ve Nandi, S. (2015). Design of a Battery Charge Controller of Pv System. *Renewable Energy Science & Technology*, 4, 63-72.
- Schubert, M. B. ve Werner, J. H. (2006). Flexible Solar Cells for Clothing. *Materialstoday*, 9(6), 42-50.
- Seymour, S. (2008). *Fashionable Technology*. New York: Springer Wien.
- Smelik, A., Van Dongen, P., Toussaint, L. (2016). Solar Fashion: An Embodied Approach To Wearable Technology. *International Journal of Fashion Studies*, 3(2), 287-303.
- Smelik, A. (2018). New materialism: A Theoretical Framework For Fashion In The Age Of Technological Innovation. *International Journal of Fashion Studies*, 5(1), 33-54.
- Turak Tacer, B., Çelik Bedeloğlu, A. ve Selbaş, R. (2023). Organik Fotovoltaik Teknolojisi ve Tekstil Uygulamaları. *Uluslararası Sürdürülebilir Mühendislik ve Teknoloji Dergisi*, 2(7), 188-196.
- Wilson, J. B. ve Mather, R. R. (2019). Photovoltaic Solar Textiles. *Proceedings*, 32(4), 1-4.
- Yıldırım, M. (2013). Fotovoltaik Etki. *Bilim ve Teknik Dergisi*, 548, 82-83.

İnternet Kaynakları

- http1. <https://tr.wikipedia.org/wiki/Foton> (Erişim tarihi: 10. 06. 2024)
- http2. https://www.emo.org.tr/ekler/3a921ffad054cb0_ek.pdf
- http3. <https://www.envirogadget.com/solar-powered/2c-solar-powered-baseball-cap/> (Erişim tarihi: 04. 04. 2019)
- http4. <https://newatlas.com/go-collection-of-solar-charging-clothing/17323/> (Erişim tarihi: 23. 10. 2020)

<http5.https://www.enerjigazetesi.ist/wp-content/uploads/2014/12/gunes-enerjisi-kiyafet-we-arable-solar.jpg> (Erişim tarihi: 03. 02. 2020)

*Makaleye 1. yazar %50, 2. yazar %50 oranında katkı sağlamıştır.

**Yazarlar arasında herhangi bir çıkar çatışması bulunmamaktadır.