

ODUN ESASLI HAFİF SANDVIÇ PANELLER

Hüsnü YEL¹, Hülya KALAYCIOĞLU², Ayfer DÖNMEZ CAVDAR²

Artvin Çoruh Üniversitesi Orman Endüstri Mühendisliği Bölümü, ARTVİN¹,
Karadeniz Teknik Üniversitesi Orman Endüstri Mühendisliği Bölümü, TRABZON²

ÖZET

Maliyetler yanında verimliliği artırma gereksinimi, standart levhalarındaki faydasız ağırlığı azaltma amacı ve darboğazda olan hammadde varlığı, hafif odun kompozitlerinin gelişmesini tetiklemiştir. Hafif sandviç konstrüksiyonlu ürünler, son 40-50 yıl içinde kompozit pazarının temel bileşeni haline gelmiştir. İnce yüzey tabaka malzemelerinin ağırlıkça hafif ve kalın orta tabaka malzemeleri ile yapıştırılması sonucunda güçlü, hafif ve oldukça dayanıklı malzemelerin elde edilmesi, büyük bir pratiklik sağlamıştır. Bu çalışmaların sonucunda, sandviç panellerde sadece %3 oranındaki bir ağırlık artışı; eğilme dayanımında 3,5, rijitlikte ise 7 katı oranında iyileşme sağlanabilmektedir.

Diğer materyallerde olduğu gibi, sandviç panellerin oluşum aşamasında doğa ve insanın yapısı ilham kaynağı ve örnek olmuştur. Son gelişmelerden birisi olan dendrolight sandviç panelin tasarımında insan ve doğanın yapısı örnek alınmış olup, benzerliği kuşkanadı kemiklerinin iç kısmında görmek mümkündür. Kuşların kanatlarının kemik yapısında maksimum makaslama direncini elde etmek için orta tabaka, 45°'lik bir açıyla çapraz şekilde yerleştirilmiş hücrelerden oluşmaktadır.

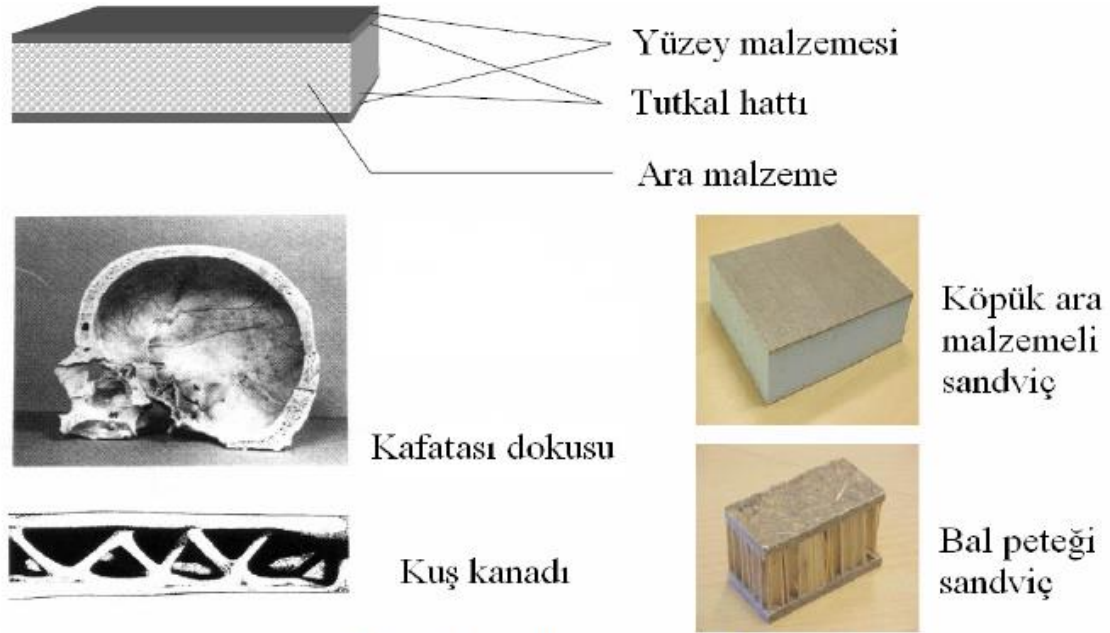
Anahtar Kelimeler: Sandviç paneller, dendrolight

1. GİRİŞ

Tarih boyunca insanlar yaşantılarını kolaylaştıracak çalışmalar yapmayı ve yenilikler ortaya koymayı hedeflemişlerdir. Bu gelişim odun esaslı levha endüstrisinde de kendini göstermiş, maliyet artışlarına paralel olarak verimliliği artırma gereksinimi, standart levhalardaki gereksiz ağırlığı azaltma amacı ve hammadde darboğazı, hafif odun kompozitlerin gelişmesini tetiklemiştir.

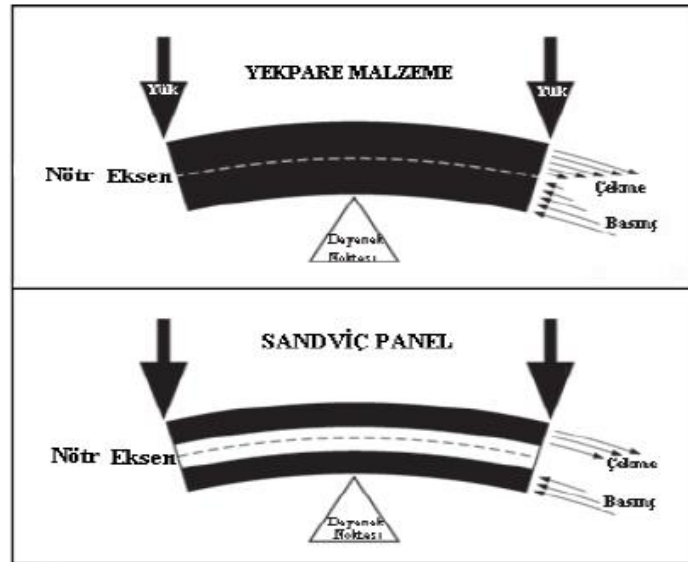
Hafif sandviç konstrüksiyonlu ürünler, son 40-50 yıl içinde kompozit pazarının temel bileşeni haline gelmiştir. Ağırlıkça hafif ve kalın orta tabaka materyallerin ince yüzey tabaka materyalleri ile kaplanması sonucu; güçlü, hafif ve oldukça dayanıklı materyallerin elde edilmesi büyük oranda pratiklik sağlamıştır.

Sandviç paneller, dirençli, rijit ve hafif yapıların gerekli olduğu taşıma, inşaat ve uçak gibi çeşitli ileri uygulamalarda kullanılmaktadır [1]. Sağlam materyaller üretmek isteyen bilim adamları doğaya yönelmiş, diğer materyallerde olduğu gibi, sandviç panellerin oluşum aşamasında da doğa ve insanın yapısı ilham kaynağı ve örnek olmuştur. Şekil 1'de doğada var olan sandviç yapı örnekleri ve bu örneklerden taklit edilen panellere örnekler verilmiştir.



Şekil 1. Sandviç Panellerde Biyotaklit Yaklaşımı [2]

Yüksek direnç ve gereksiz ağırlığın azaltılması isteği ve yekpare malzemelerin orta kısmındaki gerilmelerin yüzeyden çok daha az olması sandviç yapıların geliştirilmesine neden olmuştur. Şekil 2’de görüldüğü üzere, yekpare materyalin yüzeyinden nötr eksenine yaklaştıkça basınç veya çekme gerilimi azalmakta ve nötr ekseninde sıfır olmaktadır. Bu nedenle, orta kısımdaki materyalin yüzey materyaller kadar dirençli ve kaliteli olmasına gerek yoktur. Orta tabakada daha hafif ve düşük dirençli materyal kullanılarak çok az ağırlık artışıyla yüksek elastikiyet modülü ve eğilme direnci elde edilebilmektedir.



Şekil 2. Eğilme yükü altındaki sandviç panel ve yekpare materyal [3]

Sandviç levha üretimi düşük ağırlıkta yüksek eğilme rijitliği sağlamanın etkili bir yoludur[4]. Sandviç paneller birden fazla materyalin değişik teknikler kullanılarak birleştirilmesiyle ortaya çıkarlar.

Genelde kullanım amacına uygun iki yüzey tabaka materyalinin arasında amaca uygun olarak seçilmiş orta tabaka bulunur [5]. Sandviç panellerde orta tabakalar makaslama yüklerine karşı koyarken, güçlü ve rijit olan yüzey tabaka materyalleri eğilme yüklerini taşımaktadır. Orta tabaka kalınlığı arttıkça sandviç panellerin rijitlik ve eğilme dirençlerinde önemli oranda artış gerçekleşmektedir.

Yüzey Tabaka Materyali

Yüzey tabaka; orta tabaka materyalinin her iki tarafına yapıştırılan ve çekme ve basınç kuvvetlerine maruz kalan kısımdır. Sandviç panellere basınç yükü uygulandığında üst yüzey tabakası gerilme kuvvetine maruz kalırken, alt tabaka çekme kuvvetine maruz kalmaktadır. Yüzey tabaka olarak; kontrplak, masif kaplama, tutkal emdirilmiş bir kâğıtla kaplı kontrplak, OSB, MDF, HDF, yongalevha, cam lifi güçlendirmeli polimer veya laminat, metal ile yapıştırılmış kaplamalar ve metaller (alüminyum, çelik magnezyum) kullanılmaktadır. Kompozit endüstrisinde en çok kullanılan yüzey materyalleri cam ve karbondur.

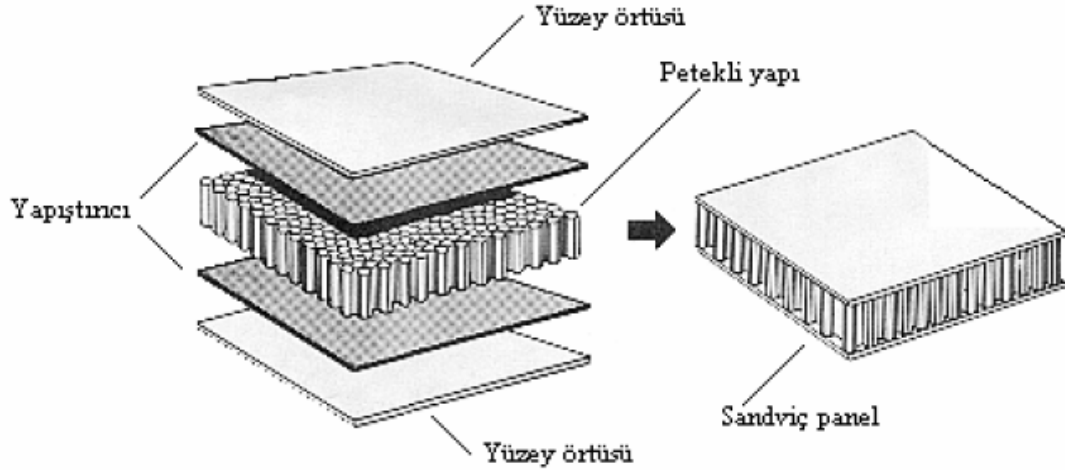
Orta Tabaka Materyali

Mühendislik teorisinde, herhangi bir panelin eğilme rijitliğinin kalınlığının küpü ile doğru orantılı olduğu belirtilmektedir. Bu nedenle, bir sandviç paneldeki orta tabaka materyali kullanımının amacı, düşük özgül ağırlıklı orta tabaka materyal ile kalınlığı artırarak sandviç panelin rijitliğini arttırmaktır. Bu şekilde çok az bir ağırlık artışıyla çok yüksek bir rijitlik artışı sağlanabilir.

Orta tabaka olarak; balsa gibi hafif odunlar, kauçuk köpükler, bal peteği esaslı tutkal emdirilmiş kâğıtlar, güçlendirilmiş plastikler, delikli yongalevhalar, genişletilmiş plastikler, köpüklü camlar, hafif beton ve kil ürünleri kullanılmaktadır [2]. En yaygın kullanılanlar sentetik köpük, bal peteği ve balsa odunudur. Bazı orta tabaka materyalleri, sandviç panelden arzu edilen mekanik özellikleri elde edebilmek için oluklu olarak hazırlanırlar [6].

Sandviç levhaların önemli özellikleri; yüzey tabaka materyalinin elastikiyet modülü (young's modülü), orta tabakanın mekanik özellik ve kalınlığına ve panelin işlevini yerine getirmesi için tekniğine uygun yapışma ve presleme ana faktörlerine bağlıdır. Bir sandviç panelin mekanik özellikleri, yüzey ve orta tabakanın özellik ve geometrisine bağlıdır [7]. Bu nedenle, yüzey ve orta tabaka seçiminde çok dikkat edilmesi gerekmektedir. Orta ve yüzey tabaka amaca uygun seçilmeli ve direnç bakımından birbiriyle uyumlu olmalıdır. Aksi takdirde, sandviç levhadan tam anlamıyla faydalanılamaz.

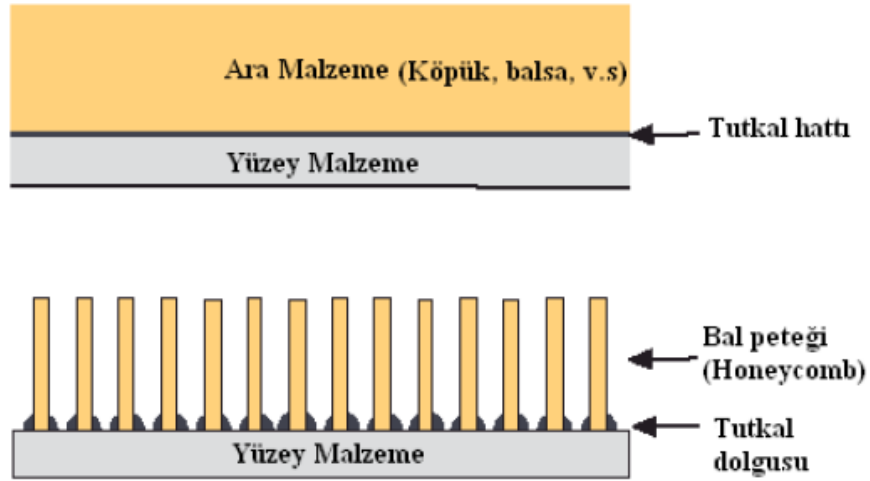
Bal peteği Sandviç Paneller [Honeycomb]: Kompozit imalatında kullanılan petekli yapı, çok ince tabakaların şekillendirilmesi sonucu elde edilen hücrelerin birleştirilmesi ile oluşturulur. Petekli kompozit yapılar yaklaşık 1940'dan sonra havacılık sektöründe, uçak gövde ve panellerinde kullanılmaya başlanılmıştır. Günümüzde kullanılan petekli yapıların büyük bir çoğunluğu bir yapıştırıcı sayesinde hücrelerin birbirleri ile yapıştırılması sonucu oluşturulurlar [8]. Şekil 3'de bal peteği sandviç yapı örneği yer almaktadır.



Şekil 3. Bal peteği (Honeycomb) sandviç levha örneği [8]

Sandviç panellerde kullanılan bal peteği orta tabakalar metalik veya kompozit esaslı olabilir. Metalik bal peteği çok ince alüminyumdan, kompozit bal peteği ise kâğıt veya nylon/aramid lifleri ve epoksi veya fenolik bir reçineden üretilirler. Ataşe dayanıklı Nomex en yaygın kullanılan bal peteği sistemlerinden biridir. Bal peteği sistemleri dış tabakalara yapıştırılması oldukça zordur. Ancak üstün mukavemet/ağırlık oranları sağlayan orta tabaka yapıları oluşturmaları [9].

Yüzeyin altıgenlerden oluşması, en küçük yüzey alanda en geniş kaplamayı elde etmeyi sağlar. Bu sayede altıgen yapıyla, istenen değerlerde kafes yapımı için en az malzeme kullanımı sağlanmış olur. Bal peteği hücrelerinin kapalı kısımları da yer yer geometrik etkiyi gösterebilir. Bu kısımlar üç yüzeyli piramit şeklindedir. Bitişik yüzeylerin iki düzlem arası açıları istenen değer için yüzey alanını maksimumda tutar [8]. Bal peteği sandviç levhalar bal arılarının doğal olarak yaptıkları bal petekleri ile birebir benzerlik göstermektedir.



Şekil 4. Bal peteği orta tabaka ve çok daha az boşluğa sahip orta tabakaların (balsa, köpük, v.s) yüzey tabaka ile birleştirilmesindeki farklılık [11]

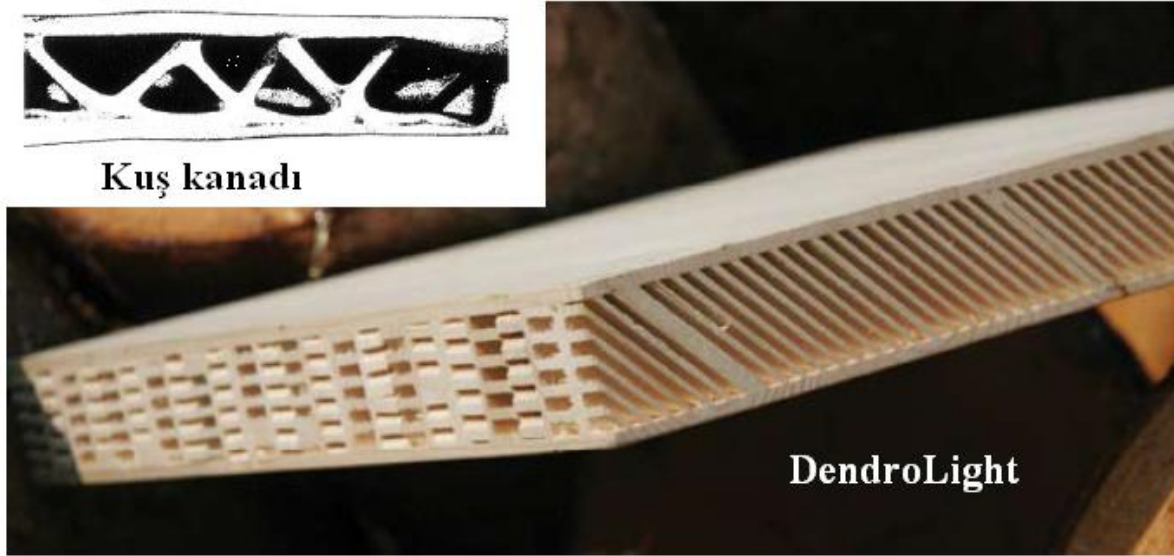
Tüm orta tabaka materyallerinin özgül ağırlığının artmasıyla özelliklerinde de bir artış gözlemlenmektedir. Fakat orta tabaka materyalinin özgül ağırlığı ne kadar düşük olursa, hücre boşluk hacmi de o kadar büyük olmakta ve buda tutkal hattında fazla tutkalın emilmesine neden olmaktadır. Ayrıca, bu daha az yapışma yüzeyine neden olacağı için yüzey-orta tabaka arasında bağların yetersizliğine ve ayrılmalara neden olmaktadır.

Sandviç panellerde, balsa, köpük gibi orta tabaka materyalleri geniş yüzeylere sahip oldukları için bal peteği orta tabaka materyallere göre yüzey tabaka materyaller ile çok daha iyi yapışma performansı sağlanmaktadır (Şekil 4).

Hafif Sandviç Panellerde Yeni Bir Ürün Dendrolight: Son günlerde, Avusturya orman ürünleri şirketi olan Dendro Light Holzwerkstoffe GmbH tarafından DendroLight isimli hafif bir sandviç panel türü geliştirilmiştir. Çalışmalar henüz tamamlanmamıştır. DendroLight, işlenmesi ve kullanımı masif odun veya yongalevhadan hala daha karışık (komplike) olan bal peteği panellere alternatif bir çözüm olarak planlanmaktadır. Panel tipi ahşap yapı materyalleri alanında yeni bir gelişme olup, hafif levha talebini karşılayacağı tahmin edilmektedir.

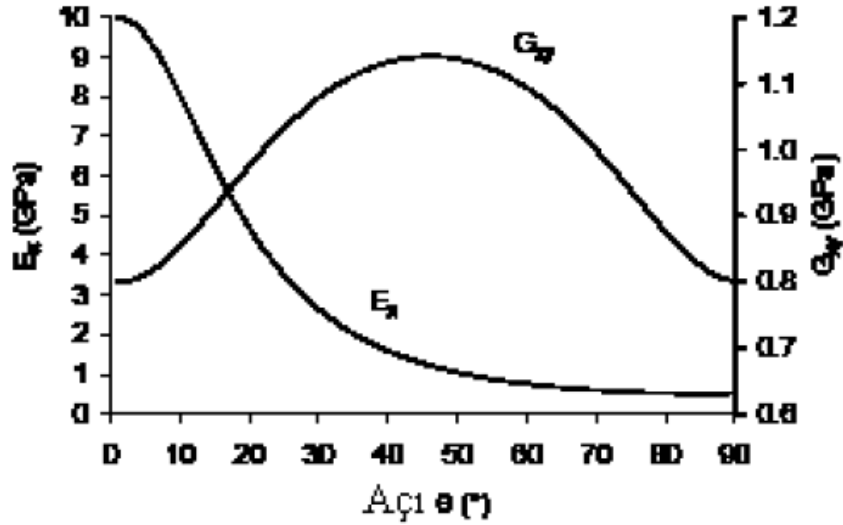
DendroLight üç tabakalı bir levhadır. İnce dış tabaka materyali kullanım yerine göre değişmekte olup, genelde masif odun, kontrplak veya ince yonga veya lif levhadan oluşmakta ve levhanın temel rijitliğini sağlamaktadır.

Orta tabakada tüm ağaç türleri kullanılabilir, fakat öncelikli olarak ladin odunu tercih edilmektedir. Bu tabaka; 45° meyilli çapraz şekilde yerleştirilmiş küçük hücrelerden oluşmaktadır. Hücreler dik açıda birbirleriyle kesişmektedir. Orta tabakanın üretiminde yaklaşık %50 oranında bir testere talaşı oluşmaktadır. Bu talaşlar liflevha ve yongalevha üretiminde değerlendirilebilir niteliktedir. Levhaların mekanik özellikleri ve bu özelliklerin optimizasyonu için farklı tabaka kalınlığı, farklı toplam levha kalınlığı ve farklı materyaller ile çoklu bir dizaynın geliştirilmesi çalışmaları Avusturya Boden Kultur Wien Üniversitesi, Materyal Bilimi ve Proses Teknolojisi Bölümü, Odun Bilimi ve Teknolojisi Enstitüsü'nde devam etmektedir.



Şekil 5. DendroLight ve kuşkanadı içyapısı arasındaki benzerlik [2, 12]

Şekil 5 incelendiğinde kuşkanadının yapısı ile dendrolight levhanın yapısının birbirine benzediği görülmektedir. Hafif sandviç yapılu materyallerin orta tabakalarının makaslama direncinin yüksek olması istenmektedir. Burada, amaç orta tabakada makaslama direncini maksimum değere ulaşmasını sağlamaktır. Yapılan araştırmalara göre, maksimum makaslama direncinin liflerin yüzeye 45°'lik bir açıyla dizilmesi durumunda elde edildiği belirlenmiştir. Kuşkanadının orta kısmındaki kemiklerin rastgele değil makaslama direncini maksimum yapacak şekilde dizildiği düşünülebilir. Bu mantıktan hareketle, kompozit panellerin üretiminde maksimum direnç elde etmenin yanında düşük özgül ağırlığa sahip levha üretimi günümüz araştırmalarının yönünü belirlemiştir [13].



Şekil 6. Lif açısına göre elastikiyet ve makaslama direnci değişimi [14]

Şekil 6'da lif açısına göre elastikiyet modülü ve makaslama direnci değerlerinin değişimini gösteren grafik verilmiştir. Grafikte maksimum makaslama direnci değerinin 45°'lik lif açısında elde edildiği görülmektedir. Bu nedenle, dendrolight levhaların orta tabakasında maksimum makaslama direnci elde edebilmek için hücreler 45° açı ile yerleştirilmiştir.

Bu ürününler maliyet dezavantajı yanında aşağıdaki avantajlara sahiptir [12];

- Masif odun gibi işlenebilme özelliği (özel makineler, yapıştırıcılar veya birleştirme aparatları gerekmez),
- Diğer ürünlerden oldukça daha düşük ağırlık (özellik ağırlık: 250–300 kg/m³),
- Yongalevhadan 4–5 kat daha fazla eğilme direnci,
- Ladin odunundan daha iyi ısı izolasyonu,
- Çok iyi yanma dayanımına sahiptir.

2. SONUÇ VE ÖNERİLER

Hafif sandviç paneller, çok az ağırlık artışıyla yüksek oranda elastikiyet modülü ve eğilme direnci elde etmenin kolay bir yoludur. Ayrıca ısı ve ses izolasyonun da çok iyi olması sandviç panellerin kullanım alanını artırmaktadır.

Hafif sandviç paneller ağırlığın sorun olduğu ve yüksek direnç gerektiren uçak, gemi, uzay araçları gibi özellikli kullanım alanlarında vazgeçilmez bir ürün olarak kullanım oranı her geçen gün artmakta ve gelecek vaat eden bir ürün olarak karşımıza çıkmaktadır.

Sandviç panel teorisinde, sandviç panelin direnci yüksekliğinin karesi ile rijitliği ise küpü ile orantılıdır [15]. Bunun yanında, sandviç panel dizaynında, orta ve yüzey tabakalarının direnç bakımından uyumlu olması sandviç panelden maksimum derecede faydalanılması açısından önemlidir.

Sandviç paneller; kuşkanadı-dendrolight panel, kafatası dokusu-köpük orta tabakalı sandviç panel, bal peteği-bal peteği sandviç panel gibi doğadan bire bir esinlenilerek elde edilmiştir. Bu durum, diğer birçok malzemede olduğu gibi sandviç panel tasarımında doğadan faydalanılması gerektiğini ortaya koymaktadır.

KAYNAKLAR

- Karasu, T., Sandviç Panellerin Özellikleri ve Uygulama Esasları, Teknik, s. 35-37 (<http://izoder.org.tr/izolasyon/PDF/1137506637.pdf>), 27 Temmuz 2009.
- Müller, Ü., Engineered Wood Products, Institute of Wood Science and Technology, Dept. of Material Science and Process Engineering, University of Natural Resources and Applied Life Sciences, Vienna, Austria, 2007.
- Anonim1, www.dragonplate.com/sections/technology.asp
- Bäcklund, E.J., Zenkert, D. and Aström, B.T., Composites and Sandwich Structures, ISBN 0947817948, Engineering Materials Advisory Services (EMAS), Warley, UK, 1997.
- Anonim 2, <http://www.demiriz.net/tkhc/sp-tr.html>, Sandviç Panel Nedir
- Zenkert, D., The Handbook of Sandwich Construction, Engineering Materials Advisory Services Ltd. (EMAS), London, 1997
- Anonim 3, www.oneoceankayaks.com/Sandcore.htm, Composite Sandwich Core
- Bal Peteği (Honeycomb) Kompozitler, <http://oubs.iu.edu.tr/doc/414.ppt>,
- Kompozit Malzemeler, Bölüm 1, http://www.obitet.gazi.edu.tr/obitet/malzeme_bilgisi/kompozit%20malzemeler.pdf,
- Allen, H.G., Analysis and Design of Structural Sandwich Panels, Department of Civil Engineering, Pergamon Press, University of Southampton, UK, 1969.
- Eric Green Associates, Marine Composites-chapter 3 (1999), www.Marine-composites.com,
- Reyer, E., Trends and Novelties in the Wood Industry, Wood Digest, LIGNA 2007: Part One, p. 44-47
- YEL, H., Selüloz Filmlerin Sandviç Levhalarda Yüzey Kaplama Malzemesi Olarak Kullanım Olanakları, Yüksek Lisans Tezi, KTÜ, FBE, 2009, Trabzon.
- Gindl, W., Composites and Compounds, Institute of Wood Science and Technology, Dept. of Material Science and Process Engineering, University of Natural Resources and Applied Life Sciences, Vienna, Austria, 2007
- Anonim 4, www.uio.no/studier/emner/matnat/.../Exercises_Zenkert_Ch3.pdf