

# Standart FEFCO 201 Oluklu Mukavva Kutularında Yapısal Tasarım Değişiklikleri ile Mukavemet Artışı Sayesinde Rekabet Avantajı Sağlayan Ürün Tasarımı ve Üretimi

Hatice ARSLAN<sup>1\*</sup>, Arif KARATAŞ<sup>1</sup> ve Erdiñç KIR<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Tasarım Merkezi, Dunapack Dentaş Ambalaj Denizli, Türkiye

\*Corresponding author: hatice.arslan@dunapack-dentas.com

<sup>†</sup>Speakers: hatice.arslan@dunapack-dentas.com, erdinc.kir@dunapack-dentas.com

Presentation/Paper Type: Oral / Full Paper

**Özet**– Oluklu mukavva; gıda sanayi, tarım sanayi, kimya sanayi, dayanıklı tüketim malları, cam ve seramik, tekstil ve hazır giyim başta olmak üzere bir çok sektörde yaygın olarak kullanılmaktadır. Bu çalışmada, oluklu mukavva üretim yöntemleri, yapısal tasarım unsurları ve FEFCO (Avrupa Oluklu Mukavva Üreticileri Federasyonu) Standart kutularından bahsedilerek standardın en temelindeki FEFCO 201 A-Box kutuda yapılan yapısal tasarım değişiklikleri ile sağlanan mukavemet artışı detayları ile açıklanmıştır. Tüm kutu üretimimizin %51'ini oluşturan (2018 verilerine göre) FEFCO 201 tip kutu ve her sektöre adapte edilebilecek olan iyileştirilmiş kutu tasarımı; zaman, iş gücü ve maliyet açısından da muadillerine göre rekabet avantajı sağlamaktadır. Yapılan çalışma sonucunda, yapısal tasarımda yapılan dizayn değişikliğinin mukavemeti arttırdığı sonucuna varılmış, elde edilen bilgi birikimi ile FEFCO'nun diğer standart oluklu mukavva kutularında da rekabet avantajı sağlayacak şekilde mukavemet artışı sağlanması ile sektöre katkı sağlanması amaçlanmıştır.

**Anahtar Kelimeler**– Oluklu mukavva kutu, FEFCO standartları, BCT testleri, yapısal tasarım, mukavemet artışı

**Abstract**– Corrugated board; food industry, agriculture industry, chemical industry, durable consumer goods, glass and ceramics, textiles and garments are widely used in many sectors, notably. In this study, corrugated cardboard production methods, structural design elements and FEFCO (European Federation of Corrugated Board Manufacturers) Standard boxes are mentioned. FEFCO 201 A-Box, which is the most basic of the standard, is explained in detail with the strength increase provided by the structural design changes made in the box. FEFCO 201 type box constitutes 51% of all our box production (according to 2018 data). Improved box design that can be adapted to each sector; it provides competitive advantage over time, labor and cost. As a result of the study, it was concluded that the design change in the structural design increased the strength. When the information obtained from the study is applied to also FEFCO's other standard corrugated cardboard boxes, it is aimed to contribute to the sector by providing a competitive advantage.

**Keywords**– Corrugated cardboard, FEFCO standards,, BCT tests, structural design, strength increasing

## I. GİRİŞ

Ambalajların temel görevi, ürünün dağıtım süreci boyunca üretici firmadan araçlara, ve sonrasında tüketiciye ulaşan ürünleri taşımak, saklamak ve korumaktır. Ürünlerin üreticiden tüketiciye en iyi şekilde aktarılması ve enerjiden, zamandan, iş gücünden tasarruf sağlanabilmesini ambalaj sağlamaktadır.[1]

Ambalaj temel olarak ürünü korur, ürünü taşır, ürünü tanıtır, kullanım kolaylığı sağlar ve çevreyi korur. Ambalajın kullanım kolaylığı ile anlatılmak istenen, içindeki ürünün kolay bir şekilde yüklenebilmesi, taşınabilmesi ve boşaltılmasının sağlanmasıdır. Bu sayede zamandan, işçilikten ve üretim maliyetlerinden de tasarruf edilebilir. Ambalajın çevreyi koruma yönü ile anlatılmak istenen ise, ambalajın lojistik faaliyetleri boyunca çevreye zarar vermeden içerisindeki ürünü tüketiciye ulaştırabilmesidir.

Oluklu mukavvanın hammaddesi kağıttır ve kağıt yeniden üretilebilir, tekrar kullanılabilir ve dolayısı ile geri dönüştürülebilir bir malzemedir. Bu sebeple oluklu mukavva çevreci bir özellik kazanmaktadır. Oluklu mukavvadan üretilen ambalajlar ise içerisindeki ürünün güvenli bir şekilde en uzak noktalara kadar sevk edilebilmesine olanak sağlamaktadır. Hafif, sağlam ve güçlü olması sayesinde yüksek performans göstermektedir, aynı zamanda yüksek güç soğurma kapasitesine sahiptir. Ondüleler arasındaki hava dolaşmaları sayesinde hassas ürünleri ani sıcaklık değişimlerine karşı korumaktadır.

Oluklu mukavva üretim işlemi için uygun liner ve fluting kağıtları kullanılmaktadır. Fluting kağıdının yumuşatılmasından sonra, kağıt ondüle valslerinden geçirilerek ondüle tepelerinin oluşması sağlanır. Ondüle tepelerine nişasta bazlı tutkal sürülür ve bu sayede liner kağıdın fluting kağıdın ondüle tepelerine yapışması sağlanır. Makinenin kurutma bölümünde oluklu mukavva levhanın

kurutularak nemini atması sağlanır. Tasarım planına uygun olacak şekilde levhanın kenar trimleri kesilir, ölçüye uygun şekilde levhaya kesikler atılır ve ihtiyaç halinde oluklara dik gelecek şekilde katlama izleri atılır. Üretilen levhalar, konfeksiyon makinelerinde kalıp ile kesime ve baskıya girmek üzere hazır hale getirilir.

Oluklu mukavva levha üretiminde genellikle Kraft Liner, Test Liner, NSSC, Geri Kazanılmış Fluting Kağıtlar, SC Fluting, Schrenz ve Kroma Karton kağıt çeşitleri kullanılmaktadır. Yapısal tasarımı oldukça etkileyen ve araştırmaya konu olan kağıtlardan bahsetmek gerekirse, Kraft Liner; uzun elyaf ve yumuşak odunlu ağaçlardan, sülfat süreci ile üretilen yüksek mukavemetli bir kâğıt türüdür. Test Liner; İkincil elyaf üzerine esmer veya beyaz birincil veya ikincil elyaf eklenerek üretilen iki veya üç katlı liner kâğıtlarıdır. Geri dönüşümün büyük önem taşıdığı günümüzde çok yaygın kullanım alanı bulunmaktadır. Özel kimyasallar uygulanarak üretilen ve hammaddesi daha yüksek kalitede hurda olan, mukavemet testleri diğer fluting kağıtlardan yüksek olan kâğıt türü ise SC Fluting olarak adlandırılır. [2]

Yapısal tasarımı oldukça etkileyen bir diğer öge ise oluklu mukavva dalga türüdür. Ondülenin aynı zamanda dalga olarak adlandırılması, oluklara dik kesitteki şeklinin dalgaya benzetilmesindedir. Dalga türleri, yükseklik, boy ve bir metredeki adetlerine göre farklılaşmaktadır. Farklı dalga türleri, oluklu mukavvaya farklı özellikler kazandırmaktadır. En yaygın olarak kullanılan dalga türleri; A Dalga, B Dalga, C Dalga, E Dalga ve bazı dalgaların birleşiminden oluşan CB Dalga ve EB Dalgadır. Farklı kombinasyonların da yapılması mümkündür. Tablo 1’ de, dalga türlerinin özelliklerine göre sınıflandırılması belirtilmektedir.

Tablo 1. Dalga Türlerinin sınıflandırılması

Dalga Cinsi	Dalga Yüksekliği	Dalga Boyu	Oluk Sayısı/m	Ondüle Katsayısı
A	4,0-4,8	8,0-9,5	105-125	1,48-1,53
B	2,2-3,0	5,5-8,5	153-181	1,28-1,43
C	3,2-4,0	6,8-8,0	125-147	1,42-1,50
E	1,0-1,8	3,0-3,5	285-334	1,22-1,29

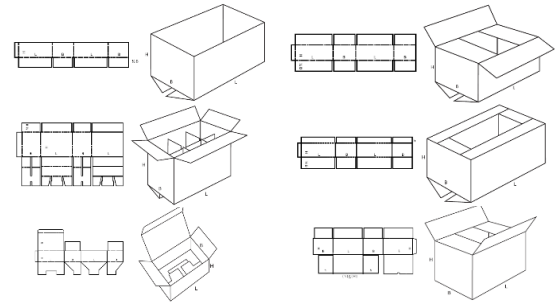
Yapısal tasarımı etkileyen ve araştırmaya konu olan dalga türlerinden bahsetmek gerekirse; B Dalga’nın duvar kalınlığı azdır, bu sebeple düşeydeki yükleri taşımakta çok dayanıklı değildir ancak dalgaları sık olduğu için yüzey ezilmeye daha iyi direnç göstermektedir. C dalga ise B dalgaya nazaran daha kalın duvarlıdır, bu sayede düşeydeki yükleri daha iyi taşımaktadır. E Dalga’nın ise metredeki oluk adedi daha fazladır, bu sayede yüzey ezilme dayanımı maksimumdadır, ancak duvar kalınlığı minimumda olduğundan taşıma ambalajı olarak tek başına kullanılamamaktadır. Çift dalga oluklu mukavva ise, 5 kağıdın birleşimi ile oluşturulmaktadır. Doppel oluklu mukavva, iki adet ondüle kağıdı ile 3 adet liner kağıdın birleşmesi ile oluşturulur. En yaygın olarak kullanılanları CB ve EB Dalga türleridir. Doppel kutular sıklıkla ihracat ve ağır yük taşınması gereken kutularda tercih edilmektedir.

Oluklu mukavva levhadan kutu üretim sürecinde kullanılan makinelerin bulunduğu üretim alanı konfeksiyon alanı olarak anılmaktadır. Konfeksiyon alanında bulunan makinelerin oluklu mukavva levhadan kutu üretebilmek için geçirdikleri temel süreçleri; slotter süreci, düz kesme süreci, rotary kesme süreci, flekso baskı süreci, yüksek kaliteli flekso baskı süreci, katlama süreci, dikiş süreci ve ambalajlama sürecidir. Oluklu mukavva bu süreçlerin bir veya bir kaçından geçirilerek nihai kutu haline getirilmektedir. Makinelerdeki besleme, kesim, ayıklama, baskı, yapıştırma ve katlama ile paketleme ünitelerinde süreç tamamlanmaktadır.

Bu süreçlerin en az seçenekli şekilde kullanılması ile kutu üretilbilmesi ise işletme maliyetlerini düşürerek hem üretim maliyetlerinden hem de zamandan ve iş gücünden tasarruf edilmesini sağlamaktadır. Araştırmaya konu olan kutu tasarımı ise FEFCO standartlarından 201 kodlu kutu olup, bu süreçlerin tek makine kullanılarak ve bütün kalıp gerektirmeden gerçekleştirildiği bir kutu tasarımıdır. Baskı, katlama ve yapıştırma makinelerinde tüm süreç için sadece tek bir makine kullanıldığından, tek ayar süresi sayesinde zaman ve malzeme tasarrufu ile büyük avantaj sağlanmaktadır.

FEFCO ( European Federation of Corrugated Board Manufactures) Avrupa Oluklu Mukavva Üreticileri Federasyonu, Avrupa’daki oluklu mukavva üreticilerini temsil eden bir sivil toplum kuruluşudur. Kodlar, 1960’lı yılların sonlarında ambalaj yapımında uzun ve karmaşık açıklamalar yerine kullanılmak üzere kağıt üreticilerini ve tüm dünyadaki müşterilerin birbirleri arasındaki iletişimi sağlamak ve bir ortak dil yaratmak amacı ile oluşturulmuştur. [3]

FEFCO kodu, ICCA (uluslararası oluklu mukavva kutu derneği) tarafından da dünya çapında kullanım için kabul edilmiştir. Araştırmaya konu olan FEFCO 200 grubu yarık tipi kutu örnekleri aşağıdaki gibidir. (Şekil 1 )



Şekil 1. FEFCO 200 grubu kutu örnekleri

Her ne kadar standartlaşan kodlar ile yapısal tasarım bileşenlerini algılamak kolaylaşsa da, tasarımı etkileyen kriterler bir kaç başlık altında toplanmaktadır. Ambalajlanacak olan ürünün yapısı, kutu içine konacak ürünün taşıyıcı özellik gösterip göstermediği, ambalajın depolama, istif ve sevkiyat koşulları, ambalajın kullanım esnasında otomatik veya manuel dolununun yapılması ve ürüne göre ölçülendirme oluklu mukavva ambalaj tasarımına başlarken bilinmesi ve araştırılması gereken kriterlerdir. Bu kriterler sonucunda yapısal tasarım oluşturulmakta, kutu tipi, ölçüsü, dalga türü ve yapıyı oluşturacak kağıt cinslerine karar verilmektedir. Araştırmaya konu olan yapısal tasarımda, kutu tipi en yaygın kullanılan FEFCO 201 olup farklı dalga türleri ve farklı kağıt kombinasyonları ile örneklendirilmiştir.

Ambalajın ölçülendirilmesi ise içine konulacak olan ürünün miktarına ve ölçüsüne göre belirlenmektedir. Oluklu mukavva kutularda en x boy x yükseklik olarak içten içe ölçü temel alınmaktadır. İçten içe boyutları netleştirilen ambalajın istenen tür ve dalga türüne göre gerekli toleransları ve katlama payları eklenerek tasarım ve üretim gerçekleştirilmektedir. FEFCO 201 ile uluslararası bilinirliği olan kutu tipinde ölçülendirme, boy ölçüsü + dalga kalınlığı; en ölçüsü + dalga kalınlığı; yükseklik ölçüsü+ 2 dalga kalınlığı şeklinde yapılmaktadır.

Bu kriterler dışında ECT (Edge Crush Test) ve BCT (Box Compression Test) hedef değerleri ile yapısal tasarım formülasyonları ile ECT ve BCT testleri karşılaştırılarak doğru seçilmesi sağlanmaktadır.



Uygulanan testler gramaj tayini, nem dayanımı (ECT) testi, kutu dayanımı testi, nem tayini testi, ezilme testi, düşürme testi, eğik

düzlem çarpma testi ve titreşim testi olarak sınıflara ayrılmaktadır. Araştırma konusu oluklu mukavva kutunun yapısal tasarım değişkenleri ile mukavemet artışının sağlanması olduğundan BCT testi ile ölçüm teknikleri kullanılmıştır. Yapısal tasarım değişkenlerinden dalga türü ve kağıt kombinasyonları değişiklik göstererek, kutu dizaynında yapılan değişikliğin BCT testi ile ölçülerek etkisi araştırılmak istenmiştir.

BCT testi (Kutu çökme testi), istif yapılarak kullanılan kutuların çökmeye karşı mukavemetini ölçmek için yapılmaktadır. Aynı ebatlardaki kutuların yük taşıma kapasitelerini araştırmak için de kullanılmaktadır. Standart atmosferik koşullarda ve Amerikan Box tipi kutuya TS EN ISO 12048 basma cihazı ile sıkıştırma ve istifleme deneyi standardına göre uygulanmaktadır. İçi boş kapalı kutu, BCT cihazının alt plakası üstüne plakayı ortalayacak şekilde yerleştirilmekte, üst plaka ile sıkıştırılarak sabitlenmektedir. Kutu, paralel yüzeyler arasında sabit hızda sıkıştırılmakta, ezilmenin meydana geldiği kuvvet ölçülmektedir.[4] Araştırma kapsamında BCT testinde kullanılan hız 12,6 m/sn'dir.

## II. MATERYAL VE METOT

Oluklu mukavva kutu tasarımında mukavemet artışı sağlamanın yolu, kutu yapısal tasarımının iyileştirilmesinden geçmektedir. Proses içerisinde yapılabilecek iyileştirmeler de mukavemet artışına olumlu etkiler yapmaktadır. Örneğin üretim makinelerinde daha az force uygulanabilmesi ile ondulelerin ezilmemesi sayesinde kazanılan mukavemet artışından da bahsetmek mümkündür. Ancak araştırmaya konu olan mukavemet artışı, kutunun yapısal tasarım değişkenleri ile ilgilidir.

Oluklu mukavvayı meydana getiren kağıt kombinasyonlarında, kullanılan kağıdın türü, menşei buna bağlı olarak elyaf yapısı, su emme değerleri ve gramajı yapısal tasarımı etkileyen en önemli kriterlerdendir. Teorik ECT ve BCT testi formülasyonlarında da temel alınan girdiler kağıtların gramajları ile birlikte yapısal özellikleri olmaktadır.

Bununla birlikte, oluklu mukavva esnekliği sayesinde iki boyuttan üç boyuta kolayca geçebilmektedir. Bu süreçte yapılan katlama, birleşme, yapışma ve geçme hareketleri sayesinde mukavemet artışları sağlanabilmektedir. Kutu tasarımında iki boyutlu olan levha, doğru yerlere uygulanan gerekli iz ve kesimler sayesinde üç boyutlu katlamaya elverişli hale gelmekte, doğru noktalardan katlaması yapılan tasarım ise mukavemet artışının sağlanmasında büyük rol oynamaktadır. Kutunun daha fazla yük taşıyabilmesi için, kutu istif şekline göre farklı katlamalar ile güçlendirilmiş kutu köşelerinin kutunun yük taşıma kapasitesini arttırabilmesi buna örnek olarak verilebilir. (Şekil 2)



Şekil 2. Güçlendirilmiş köşeleri ile kasa kutuda mukavemet artışı

Kutu tasarım aşamasında kullanılan çizim programları ile kesim öncesi hem iki, hem üç boyutlu olarak kutu iz ve kesim yerleri ile katlama noktaları kontrol edilebilmektedir. Hem dalga türüne göre ve tasarıma göre verilen pay ölçüleri belirlenebilmekte hem de CNC kesime uygun plotter makinelerinde seri üretime geçmeden önce denemeler ile katlama ve birleşmeler kontrol edilebilmektedir.

Araştırma kapsamında FEFCO 201 kodlu kutunun seçilmesinin sebebi, 2018 verilerine göre yıllık üretim adedimizin %51'ine denk geliyor olmasıdır. Her sektörde yaygın olarak kullanılan bu kutu tipi için yapılabilecek bir tasarım iyileştirmesinin, maliyet avantajı sağlamaya yönelik birkaç kısıt haricinde içerisine konacak ürüne özel olmayıp her sektörün ihtiyacını karşılayabilecek nitelikte olacağı öngörülmüştür. Bu kısıtlar öncelikle 201 kodlu ürünün ölçüsünün belirlenmesi ile ilgilidir.

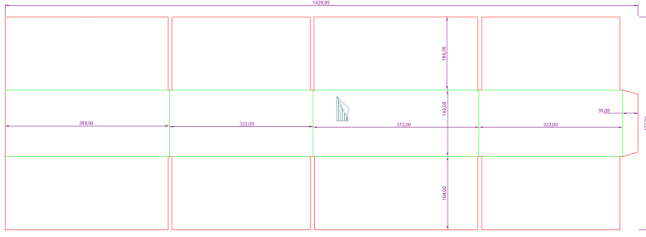
Yapısal tasarım değişiklikleri ile mukavemet artışı sayesinde rekabet avantajı sağlayan kutu tasarımının ölçüsü belirlenirken, standart olarak kabul edilen boy ölçüsü + dalga kalınlığı; en ölçüsü + dalga kalınlığı; yükseklik ölçüsü+ 2 dalga kalınlığı esas alınmıştır. Kutu yapısal tasarımı ile maliyet avantajı sağlayabilmek için, konfeksiyon makinelerinde tek ayar ile üretime uygun olan kutu kesme, katlama, yapıştırma makinesi tercih edilebilecek şekilde ölçü belirlenmiştir. Bunun amacı, kutu tasarımı tamamlandıktan sonra çerçeve kalıp ile üretimden ziyade minimum kalıp kullanımı ve makinenin kendisinde bulunan slot kesim ile kesimin tamamlanması öngörülmüştür. Kutu tasarımının katlanabilmesi için doğru katlama noktalarına iz atılması da yine ikincil kalıp kullanımını önlemek adına kalıp maliyeti oluşturmamak için oluklu mukavva levha üretim makinelerinden levhaya dik gelecek şekilde atılan riller yardımıyla yapılması amaçlanmıştır.

Örnek olarak belirlenen kutu tasarımının iç ölçüleri, CB Dalga için en x boy x yükseklik olarak 315x365x142 ve C Dalga için 310x365x148'dir. Ölçülerin bu şekilde

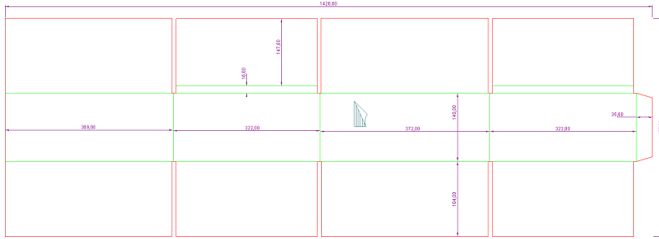


belirlenmesinin bir diğer amacı ise levha alanını arttırmadan kutu üretim makinelerinde kesim yapıldıktan sonra oluşacak olan ve maliyeti arttıracak olan ıskarta miktarının minimum olmasını sağlamaktır.

(Şekil 3-4)



Şekil 3. CB Dalga FEFCO 201 (315x365x142)



Şekil 4. CB Dalga Yeni tasarım (315x365x142)

Yapısal tasarımda maliyeti arttırmadan mukavemet iyileştirmesi sağlamayı amaç edinen tasarım fikri, standart FEFCO 201 American Box kutunun kullanım esnasında kısa kapaklarının 90 derece yerine alışımlı dışarda 180 derece katlanarak, kutu içerisine tamamen yerleştirilmesi sayesinde yük taşıyıcı olan dikeydeki geometriye ve taşıyıcılık sağlayan oluk yönüne ikincil bir destek sağlanarak yük taşıma kapasitesinin herhangi bir kağıt gramajı arttırılmadan sağlanabiliyor olmasıdır. Tasarım fikrinin uygulanabilmesi, kısa kapakların katlama noktasının üst kısmına 2xkutu kalınlığı kadar iz atılması ile sağlanmıştır. Standart A-Box kutularda kısa ve uzun kapaklar birbirinin üstüne 90 derece katlanarak kutu geometrisi 3 boyutta oluşturulurken yeni tasarımda kısa kapaklar içeriye katlanarak ikincil bir duvar oluşturmakta, uzun kapaklar ise yine 90 derece kapanarak kutuyu örtmektedir. Ambalajın koruma ve saklama özellikleri korunarak yük taşıyıcılık özelliği diğer yapısal değişkenlerden olan kağıt cinsi ve gramajı değiştirilmeden sadece katlama yöntemi değiştirilerek arttırılmıştır. Kısa kapakların içe katlanması sebebi ile oluşan et kalınlığının, uzun kapakları taşıması beklenmektedir. Aynı zamanda 90 derece katlanan uzun kapakların oluşan et kalınlığının üzerine binerek kapanması öngörüldüğünden ve uzun kapakların aşağıya düşmemesini sağlayabilmek için duvar kalınlığı diğer dalga türlerine göre daha fazla olan CB Dalga ve C Dalga tercih edilmiştir.

Tasarım aşaması tamamlanan ürün, çizim programları kullanılarak plotter makinesinde kesime uygun hale getirilmiştir. İz ve kesim noktaları belirlenmiş ve ölçülandırılmıştır. Dalga türü C ve CB Dalga olarak belirlenen tasarım, bahsedilen ölçülandırmelere göre nihai şekline getirilmiştir. Karar verilmesi gereken diğer yapısal tasarım bileşeni ise kağıt cinsi ve gramajıdır. Bu çalışmada örnek olabilmesi açısından CB Dalga ve C Dalga için ayrı ayrı hem düşük gramajlı hem de yüksek gramajlı kağıt kombinasyonları belirlenmiştir. Bunun amacı, hem aynı ölçüdeki, aynı dalga

türündeki ve aynı kalitedeki standart FEFCO kodlu kutu ile aynı ölçüdeki, aynı dalga türündeki ve aynı kalitedeki yeni tasarımın mukavemet karşılaştırmasını yapabilmek, hem de yeni yapısal tasarım ile, düşük gramajlı kağıt kombinasyonunun yüksek gramajlı kağıt kombinasyonuna alternatif olup olamayacağını görülmelerini sağlamaktır. Bu sebeple seçilen kağıt kombinasyonları Tablo 2'de gösterilmiştir:

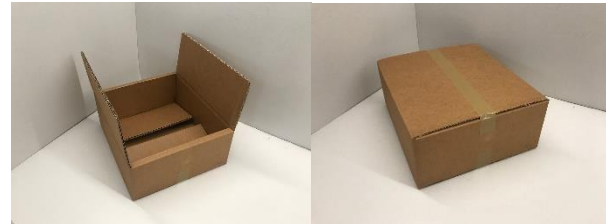
Tablo 2. Dalga türü ve kağıt kombinasyonu seçimi

DALGA TÜRÜ	KAĞIT KOMBİNASYONU
CB Dalga	T90-F80-T90-F80-T90
CB Dalga	K135-SC150-T140-SC150-K135
C Dalga	K135-SC150-K135
C Dalga	K100-SC125-K100

Seçilen dalga türü ve kağıt kombinasyonlarına göre hazırlanan oluklu mukavva levhalar, belirlenen tasarım çizimine göre plotter makinesinde kesilerek ve seri üretime uygun şartlar simüle edilerek tutkal ile flap yerlerinden yapıştırılmıştır. Her bir kutu katlama noktalarından uygun şekilde katlanarak alt kapaklarından ve üst kapaklarından bantlanmıştır. Kutular, mukavemetlerinin ölçülebilmesi için yapılacak olan BCT testine (kutucu çökme testi) hazır hale getirilmiştir. (Şekil 6-7-8)



Şekil 6. FEFCO 201 kutu katlanmış hali

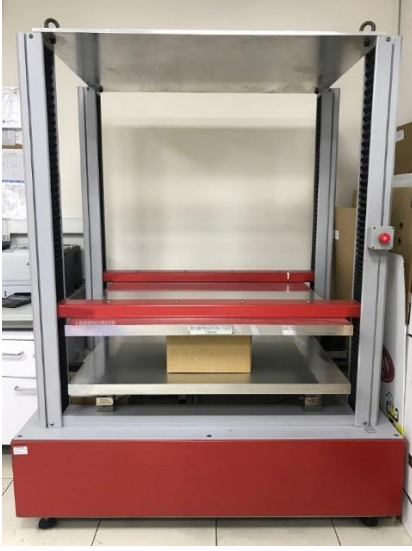


Şekil 7. Yeni tasarım kutu katlanmış hali



Şekil 8. Yeni tasarım kutu kapakları katlama konumları

BCT cihazı, standart maddesinde belirtilen şekilde hazırlanmış, cihaz hızı 12,6 m/sn olacak şekilde ayarlanmıştır.(Şekil 9)



Şekil 9. BCT cihazı ile test yapılması

Her bir kutu, tek tek BCT testine sokulmuş ve cihaza bağlı bilgisayardan alınan BCT testi sonuçları Tablo 3'te gösterilmiştir:

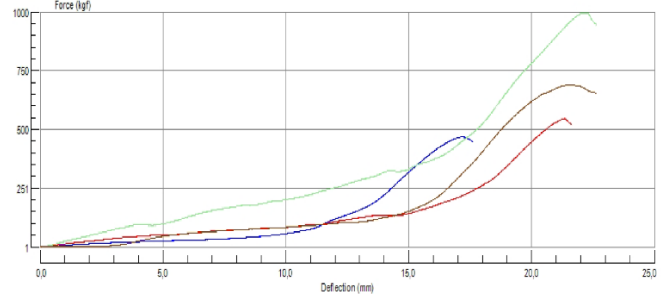
Tablo 3. BCT Test Sonuçları

BCT TEST SONUÇLARI (kgf)			
DALGA TÜRÜ	KAĞIT KOMBİNASYONU	FEFCO 201	YENİ TASARIM
CB	T90-F80-T90-F80-T90	468	546
CB	K135-SC150-T140-SC150-K135	689	994
C	K135-SC150-K135	314	522
C	K100-SC125-K100	256	395

BCT test sonuçları göz önünde bulundurularak yapılan değerlendirmelerde FEFCO 201 kutu ve yeni tasarım kıyaslandığında tabloya göre sırası ile %16, %44, %66 ve %54 oranlarında mukavemet artışı tespit edilmiştir. Dalga türlerine göre kıyaslamalı şekildeki test raporları Tablo 4,5 ve 6'da gösterilmiştir:

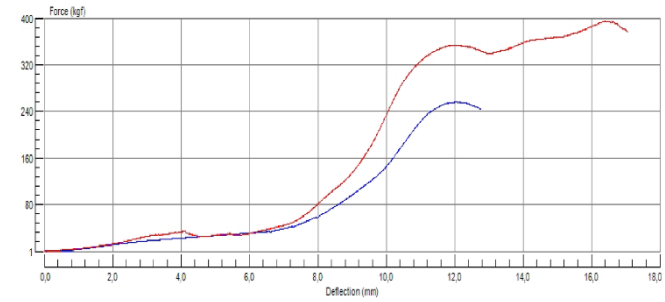
Tablo 4. CB Dalga BCT Test Sonuçları

Test No	Def. @ 1st Collapse (mm)	Force @ 1st Collapse (kgf)	Def. @ Peak (mm)	Force @ Peak (kgf)
1	17,176	468,800	17,176	468,800
2	12,455	116,020	21,350	546,900
3	9,924	199,940	22,040	994,800
4	14,656	140,930	21,560	689,700



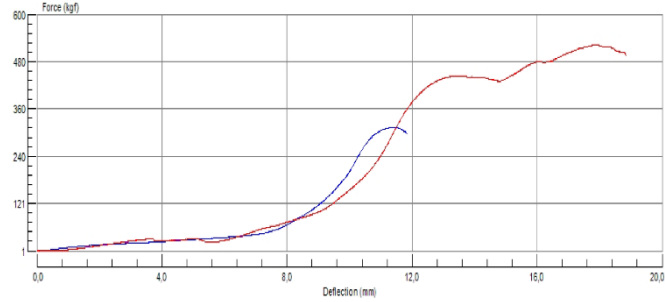
Tablo 5. C Dalga BCT Test Sonuçları (K100-SC125-K100)

Test No	Def. @ 1st Collapse (mm)	Force @ 1st Collapse (kgf)	Def. @ Peak (mm)	Force @ Peak (kgf)
1	7,942	58,900	11,984	256,300
2	12,535	349,300	16,398	395,300



Tablo 6. C Dalga BCT Test Sonuçları (K135-SC150-K135)

Test No	Def. @ 1st Collapse (mm)	Force @ 1st Collapse (kgf)	Def. @ Peak (mm)	Force @ Peak (kgf)
1	11,378	314,400	11,378	314,400
2	13,630	442,800	17,901	522,500



Test raporlarından hareketle yapılabilecek ilk yorum, yapısal tasarımda katlama ile yapılan iyileştirmenin oluklu mukavva kutunun mukavemetini arttırdığı yönündedir. Üst üste istif esnasında yük taşıma oranı aynı özellikteki standart kutudan daha fazla olacağı açıktır. Test ve deneme örnekleri artırılarak mukavemet artış oranı farklı kağıt kalitelerinde de görülebilecektir. Bu yorumdan hareketle, oluklu mukavva kutularda daha düşük gramajlı kağıt kullanılarak maliyet düşürülmesi amaçlandığında bile mukavemetin düşmemesini sağlamak için yeni tasarım avantaj sağlamaktadır. Yeni tasarım, standart kutuda yüksek kağıt kombinasyonu kullanılmasına bir alternatif olarak mukavemeti düşürmeden daha düşük gramajdaki kağıt kombinasyonu kullanılmasına olanak sağlamaktadır. Dalga türü olarak bir yorumda bulunmak gerekirse, CB Dalgaya göre daha düşük mukavemet sağlayan C Dalga kutu, yeni tasarım ile birlikte dopel olarak adlandırdığımız CB Dalga kutu mukavemetine de yaklaşmıştır.

Kutu tasarımında mukavemet artışı sağlayan yeni tasarım, oluklu mukavva kutunun taşıyabileceği ürün özelliklerine göre bazı kullanım kısıtlarına sahiptir. Standart FEFCO 201 kutudan farklı olarak içeriye 180 derece kıvrılan kutu kapakları, 90 derece kıvrılmadığından, kutu içerisine konacak olan ürünün üzerini örtmemektedir. Bu sebeple taşıyıcı olmayan ürünlerdeki kullanımının test ve denemelerle takip edilmesi gerekmektedir. Üst üste istif ile yapılabilecek denemelerde ise kutuların birbirinin üzerine kolon istif oluşturacak şekilde dizilmesi avantaj sağlayacaktır.

Araştırma kapsamında örnek kullanım alanı olarak bir üzüm işletmesi seçilmiştir. İşletme, mukavemet artışı sağlayabilmek için FEFCO 201 kutunun içerisine kutu ile eş yükseklikte kutu iç kenarlarını saracak şekilde çevre takviye kullanmaktadır. Bunun amacı, düşük kağıt kombinasyonundaki A-Box kutuyu daha ucuza mal ederek kutu içerisini uygun fiyatlı takviye malzeme ile güçlendirip maliyet avantajı sağlamaktır. Ancak, kutu içerisine konacak olan çevre takviyenin kurulum işlemi manuel olarak yapılmakta, fazladan iş gücü ve zaman harcanmaktadır. Kutu tasarımı iki ayrı parçadan oluşturulduğu için fazladan stok takibi yapılmakta ve stok maliyeti de oluşmaktadır. Yeni tasarım, kolay kurulumu ve otomatik dolum makinesine uyumu sayesinde bu işletmeye alternatif olabilecek bir tasarımdır. Yapılan denemelerde yeni tasarımın işçilik süresini kısalttığı ve otomatik dolum makinesine uyum sağladığı görülmüştür. Kutu katlamasının manuel yerine otomatik katlama makinesine ek bir aparat yapılarak tek seferde katlama yapılabilmesi firmaya öneri olarak sunulmuştur. Bu araştırmanın devamında aynı işletmede denemeler yapılarak sonuçları gözlemlenecektir. (Şekil 10-11)



Şekil 10. Yeni tasarım ürün dolum denemesi



Şekil 11. Yeni tasarım ürün dolum denemesi

### III. SONUÇ

Bu çalışmada, standart FEFCO 201 kodlu her sektörde yaygın kullanımı olan American Box kutuda yapısal tasarım değişiklikleri ile kağıt türü, cinsi ve dalga türü değiştirilmeden mukavemet artışı sağlanmıştır. Kutu çökme testi ile, yapılan tasarım iyileştirme çalışmalarının mukavemet değerleri kıyaslanarak çalışma test edilmiş ve olumlu sonuçlara ulaşılmıştır. Belirlenen ölçülendirme şekline göre levha alanında bir değişim olmadan ve bütün kalıp kullanmadan yapılan tasarım iyileştirme sayesinde olası bir maliyet artışı önlenmiştir. Minimum iskarta miktarının sağlanması sayesinde işletmeye ek avantaj sağlanmıştır. Kutu tasarımının konfeksiyon makinelerinde tek bir ayar ile ikincil bir rota tanımlanmadan üretime uygun olacak şekilde tasarlanması ile işletme maliyetleri de minimumda tutularak tasarım sonuçlandırılmıştır. Çalışmanın kısıtları olarak kutu içerisine konacak ürünün taşıyıcı olmayan ürün niteliğindeki ürünlere uygun olmayacağı yorumu yapılmıştır.

Üzüm işletmesindeki otomatik dolum makinelerinde yapılan deneme neticesinde kutu katlamasının ve dolumunun otomatik makinelere de uygun olabileceği sonucuna varılmıştır. Bu çalışmanın devamında üzüm işletmesinde test ve denemeler takip edilecek, seçilecek olan farklı bir işletmede de yine benzer çalışmalar yapılarak mukavemet avantajı sağlanırken maliyet düşüren özellikler de bir rekabet unsuru olarak değerlendirilebilecektir.

### IV. TARTIŞMA VE DEĞERLENDİRME

Bu çalışma sonucunda elde edilen bilgi birikimi ve metotlar sayesinde ürün tasarımının rekabet avantajı sağlayabilecek şekilde sonuçlandırılmasının hem kutu üreticisi olan işletmeye hem de ambalaj olarak kutu kullanan işletmelere yarar sağlayacağı gözlenmiştir.

FEFCO 201 kodlu standart kutu için geliştirilen bu tasarım fikrinin yine yaygın olarak kullanılan FEFCO 300 ürün grubunda ve diğer standart kodlarda da uygulanabilirliği araştırmaya açıktır. Kağıt fiyatlarının oldukça artış gösterdiği ve kağıt tedarikinin de bu denli zor olduğu günümüz koşullarında nitelikli ve katma değer yaratacak ürün tasarımının bir rekabet avantajı olarak ortaya çıkması, aynı zamanda maliyet düşürücü rol oynaması sektördeki her firmaya yol gösterici nitelik taşımaktadır.

### TEŞEKKÜR

Bu çalışma, tasarım fikri oluşturma aşamasında Dunapack Dentaş Tasarım Merkezi çalışanı Erdiç Kır ile test ve analiz aşamasında Dunapack Dentaş Tasarım Merkezi çalışanı Tahir Teğiz tarafından desteklenmiştir.

### KAYNAKLAR

- [1] M. Önen, "Oluklu Mukavva Ambalaj Ürünleri", Türkiye Kalkınma Bankası, Sektörel Araştırmalar, 2012
- [2] Oluklu Mukavva Sanayicileri Derneği, "Oluklu Mukavva El Kitabı", 2015
- [3] <http://www.fefco.org/>
- [4] TS EN ISO 12048 – Ambalajlama – Tanımlanmış, Doldurulmuş taşıma ambalajları- Basma cihazı ile sıkıştırma ve istifleme deney standardı