

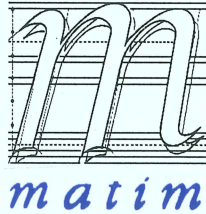
ISSN 1302-9487

MAKİNA TASARIM VE İMALAT DERGİSİ

Cilt : 9

Sayı : 2

Kasım 2007



Makina Mühendisliği Bölümü
ODTÜ - ANKARA

Sahibi

Makina Tasarım ve İmalat Derneği adına Yönetim Kurulu Başkanı
Bilgin KAFTANOĞLU

ODTÜ

Yayın Kurulu

Metin AKKÖK
Can ÇOĞUN
İlhan KONUKSEVEN (Sorumlu Yayın Yönetmeni)

ODTÜ
Gazi Ü
ODTÜ

Danışma Kurulu

M.A. Sahir ARIKAN
Tuna BALKAN
Erhan BUDAK
Serkan DAĞ
Melik DÖLEN
Hüseyin FİLİZ
Necdet GEREN
Mustafa İ. GÖKLER
Erk İNGER
Haydar LİVATYALI
Ferruh ÖZTÜRK
Levend PARNAS
Yiğit YAZICIOĞLU
Orhan YILDIRIM

ODTÜ
ODTÜ
Sabancı Ü
ODTÜ
ODTÜ
Gaziantep Ü
Çukurova Ü
ODTÜ
BOREN
İTÜ
Uludağ Ü.
ODTÜ
ODTÜ
ODTÜ

Yazışma Adresi, Telefon ve Faks

Makina Tasarım ve İmalat Derneği
Makina Mühendisliği Bölümü, E Blok, No. 101
Orta Doğu Teknik Üniversitesi
06531 ANKARA

Tel : (312) 210 52 12, Faks : (312) 210 12 75

Web : <http://www.me.metu.edu.tr/matim>

e-mail : matim@metu.edu.tr

MAKİNA TASARIM VE İMALAT DERGİSİ

Cilt: 9 Sayı: 2 Kasım 2007

JOURNAL OF
MECHANICAL DESIGN
AND PRODUCTION

Vol: 9 No: 2 Nov. 2008

ISSN 1302-9487

TELİF HAKKI

Makina Tasarım ve İmalat Dergisinde yayımlanan bütün yazıların telif hakkı MAKİNA TASARIM VE İMALAT DERNEĞİ'nindir. Yayımlanmış yazıların başka bir yerde tekrar yayımlanması, çoğaltılması ve dağıtılması, Yayın Kurulundan yazılı izin almak koşulu ile mümkündür. Makalelerdeki görüşlerden doğacak sorumluluk makale yazarına aittir.

ABONE KOŞULLARI

Yıllık abone bedeli 2006 yılı içinde gerçek kişiler için 6 YTL, firma ve kuruluşlar için 30 YTL, öğrenciler için 3. YTL'dir. Abone olmak için aşağıda verilen banka hesabına abone bedelinin yatırılması ve açık adresiniz ile banka makbuzunun adresimize gönderilmesi yeterlidir.

TANITIM KOŞULLARI

Kuruluş ve ürünlerini tanıtmak isteyenler hazırlayacakları tanıtım yazı ve resim taslaklarını Derneğimize göndererek saptanacak bir katkı karşılığında Dergi'de yayımlanmasını sağlayabilirler.

BANKA HESAP NUMARASI

T. İş Bankası, ODTÜ Şubesi
Hesap No: 4229 0235339

DİZGİ

Hülya SEVER

BASKI

ODTÜ Basım İşliği

Yılda 2 sayı Mayıs ve Kasım aylarında yayımlanır.

İÇİNDEKİLER

ARAŞTIRMA, GELİŞTİRME VE UYGULAMA MAKALELERİ

ATV Tabanlı İnsansız Kara Aracı Geliştirilmesi 55

Gökhan Bayar
İlhan Konukseven
Buğra Koku
Tuna Balkan
Alper Erdener

Transvers İzotrop Değişik Ağaç Numunelerin Kayma Modülü Değişimlerinin Deneysel Belirlenmesi 67

Ezgi Günay
Emre Uludoğan

Avrupa Birliği Makine Emniyeti Direktifi'nde Yapılan Değişiklikler 88

Atila Çınar

Ülkemizde İş Sağlığı ve Güvenliği (İSG) Yeni Yasa, Yönetmelik ve Standartlar Üzerine 92

Macit Karabay

Teknik Bilirkişi Gözü ile Ülkemizdeki İş Kazalarının Değerlendirilmesi 97

Macit Karabay

YAKIN GELECEKTEKİ KONGRE VE BİLİMSEL ETKİNLİKLER 103

Sayın Okurlarımız,

Makina Tasarım ve İmalat Dergisi 1986 yılından bu yana özgün araştırmaları yayımlayan hakemli bir dergi olarak süreklilik kazanmıştır. 2001 yılında dergimize ISBN (ISBN1302-9487) numarası verilmiş, TÜBİTAK tarafından ulusal veri tabanına alınmış ve dergi basım adedi artırılarak Türkiye'de daha yaygın dağıtımı sağlanmıştır.

Yayın kurulumuz dergiye özgün çalışma ürünü, derleme veya bir bilgi ve tecrübe aktarımını sağlayacak makaleler bulmak konusunda katılımlarınızı beklemektedir. Ayrıca kitap tanıtımı, konu taraması ve sanayi kuruluşlarının etkinliklerini içeren yazılara da geçmişte olduğu gibi yer verilmektedir.

Dergimizi, endüstri ve akademik kuruluşlarımızın karşılıklı bilgi alişverişinde bulunduğu, teknik sorunları tartıştığı ortak bir forum haline getirmek için siz meslektaşlarımızın katkı ve önerilerini bekleriz.

Saygılarımızla,

Yayın Kurulu

Gökhan Bayar
Araş. Gör.

İlhan Konukseven
Yrd. Doç. Dr

Buğra Koku
Yrd. Doç. Dr

Tuna Balkan
Prof. Dr.

Orta Doğu Teknik Üniversitesi
Makina Mühendisliği Bölümü
06531, Ankara

Alper Erdener
ASELSAN A.Ş.
Yenimahalle, 06531, Ankara

ATV Tabanlı İnsansız Kara Aracı Geliştirilmesi

ODTÜ Makina Mühendisliği Bölümü ve ASELSAN işbirliği ile yürütülen İnsansız Kara Aracı Projesi (İKAP) ile ATV (All Terrain Vehicle) tipi mevcut bir araç kullanılarak istenildiği takdirde uzaktan kumanda ile kontrol edilebilen gerektiğinde ise otonom olarak kullanılabilen bir robot kara aracının tasarımı ve ilk örnek üretimi amaçlanmıştır. Bu makalede mevcut ATV tipi aracın kontrolünü gerçekleştirmek için araç üzerinde yapılan mekanik düzenlemelerden bahsedilecektir.

Anahtar Kelimeler: İnsansız kara aracı, robot, araç modeli, uzaktan kontrol, benzetim

1. Giriş

Günümüzde robot kara araçları giderek büyüyen bir robotik alanı oluşturmaktadır. Daha önceleri küçük boyutlu hareketli robotlarla başlayan bu çalışmalar günümüzde neredeyse her ebattaki araçlara uygulanmaktadır. En popüler robot kara araçları AGV (Automated Guided Vehicle) ve UGV (Unmanned Ground Vehicle)'lerdir. AGV'ler özellikle malzeme taşımak için tasarlanmış konveyörler olarak düşünülebilir. Kullanılan bir çok AGV önceden planlanmış bir yol üzerinde hareket etmektedir. Özellikle planlanmış veya aracın karar vereceği yol üzerinde dönüşü sağlayacak kararlı direksiyon açısının yaratılması büyük sorun teşkil etmektedir [1-2]. Bu tarz robotik araçlara tam anlamıyla otonom hareket kabiliyeti kazandırılmak için araştırmalar devam etmektedir. Daha çok imalat sektörü ve fabrika içi kullanımları ile UGV'ler tamamen dış ortamda, daha önceden planlanmamış bir hareket alanında çalışma kabiliyeti gösteren UGV'lerden ayrılmaktadırlar.

Son yıllarda insansız kara aracı tasarımı, üretimi ve kontrolü üzerine hem sanayide hemde üniversitelerde bir çok çalışma başlatılmıştır. Özellikle askeri alanda büyük bir boşluğu dolduracak olan bu araçlar üzerine değişik tabanlı uygulamalar yapılmaktadır. Dünyada bu alanda yapılan çalışmalar iki gruba ayrılmaktadır. Şekil 1'de görülen ATV (All Terrain Vehicle) ile yapılan insansız kara araçları ve var olan arazi araçları üzerinde gerekli modifikasyonların yapılarak elde edilen insansız kara araçları [4-10] bu iki grubu oluşturmaktadır. ODTÜ Makina Mühendisliği Bölümü ve ASELSAN işbirliği ile yürütülen insansız kara aracı projesi kapsamında

ATV tipi mevcut bir araç kullanılarak gerekli, çalışmalar başlatılmıştır.



Şekil 1. ATV [11]

2. ATV Tabanlı İnsansız Kara Araçları

Mevcut bir aracın otonom olarak yönetilmesini sağlayacak gerekli modifikasyonların üzerinde kolaylıkla yapılabilmesi sebebiyle, insansız kara araçları çalışmalarında ATV'ler yoğun bir şekilde kullanılmaktadırlar [3-4]. Carnegie Mellon Üniversitesi tarafından geliştirilen (CyberATV – Şekil 2) insansız kara aracında Polaris Sportman 500 tipi ATV kullanılmıştır [5]. Araç üzerinde var olan sürüş sistemine hidrolik bir ünite ve geribildirim için doğrusal potansiyometre ilave edilmiştir. Mevcut gaz keleşine R/C servo motor ilave edilmiş, geribildirim için vites kutusuna bir takometre ilave edilmiştir. Hidrolik fren sistemine müdahale edilmiş ve kontrol edilebilir hale getirilmiştir. Vites sistemine 2 adet doğrusal hidrolik piston ilave edilmiş ve bu pistonların farklı konumları sayesinde vites kontrolü

uzaktan kontrollü yapılabilir hale getirilmiştir. Geri bildirim ise araç odometre panelinde var olan digital vites göstergesinden alınmaktadır. Araç üzerine GPS, DGPS ve 2 adet kamera monte edilmiştir. Yapılan bu modifikasyonlar sonucunda araç uzaktan kontrol edilebilmektedir.



Şekil 2. CyberATV [5]

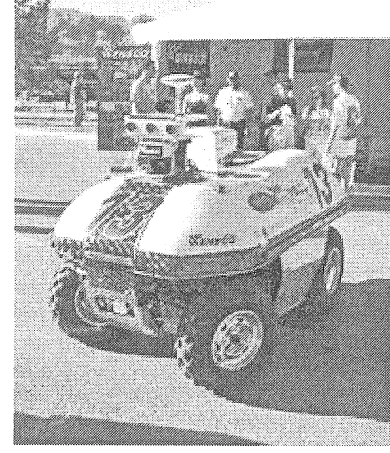


Şekil 3. Spirit of LasVegas [12]

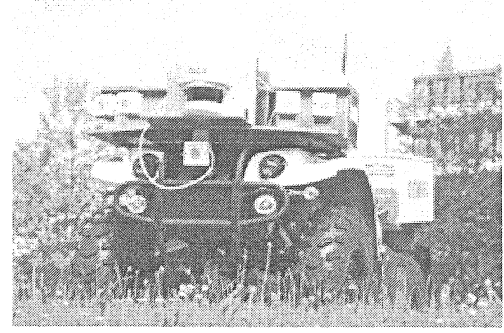
Spirit of LasVegas isimli insansız kara aracı Honda 4x4 tipinde bir ATV kullanılarak oluşturulmuştur (Şekil 3). Sürüş sistemine bir redüksiyonlu DC motor dahil edilmiştir. Bu motor, gidonun milini zincir ile tahrik etmektedir. Geri bildirim ise potansiyometre ile ana bilgisayara iletilmektedir. Otonom gaz kontrolü mevcut sisteme yüksek torklu PWM kontrollü bir servo motorun dahil edilmesi ile yapılmaktadır. Vites sistemine yine PWM kontrollü yüksek torklu bir servo motor dahil edilmiştir. Araca algılama kabiliyeti verebilmek için üzerine GPS, DGPS, kamera, araç önüne çukur algılayıcı, 3 eksenli jiroskop, titreşim ve şok ölçümleri için süspansiyonlarda potansiyometre, yükseklik ölçümü için basınç sensörü, motor ve dış ortamın sıcaklığını algılamak için sıcaklık sensörü ilave edilmiştir.

Ensco (Şekil 4) Honda Rincon tipi ATV'den oluşturulmuştur. Fırçasız DC servo motor ile sürüş kontrolü sağlanmaktadır. Gaz kontrolü servo motor ilavesi ile fren kontrolü ise birbirinden bağımsız hidrolik ve mekanik sistemler vasıtasıyla

sağlanmaktadır. Vites değişimleri röleler yardımıyla yapılmaktadır. Araç üzerine Lidar sistemi kurulmuştur. Araç üzerinde bu ana duyucunun yanı sıra 3 doppler radarı, kamera, manyetik pusula, GPS, DGPS, 3 ivme ölçer, 3 jiroskop ve sıcaklık sensörü bulunmaktadır. Araç uzaktan joystick vasıtasıyla kontrol edilmektedir.



Şekil 4. Ensco [13]



Şekil 5. Amor [14]

Amor (Şekil 5) Kawasaki KFX700 2 çeker tipinde ATV kullanılarak oluşturulmuştur. Gidon miline bağlanmış bir servo motor ile sürüş kontrolü sağlanmaktadır. Gaz ve fren kontrolleri sisteme entegre edilen servo motorlar ile sağlanmaktadır. Araç üzerine 3x4 Lidar serisi, GPS, ivme ölçer ve manyetometer konularak araca algılama yetisi kazandırılmıştır.

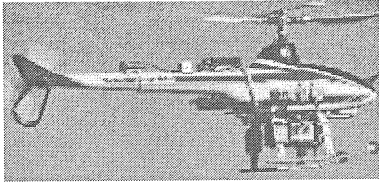
Redcar Scout insansız kara aracı (Şekil 6) Polaris ATV kullanılarak elde edilmiştir. Sürüş, gaz, vites ve fren kontrolü yukarıda verilen çalışmalara benzer olarak gerçekleştirilmiştir. Araç üzerine ısı görüntüleyici, laser uzaklık ölçer, görüntü yoğunlaştırıcı konulmuştur. Bu araç gözetleme, savunma ve karşılık verme amacıyla tasarlanmıştır. Uzaktan kontrol edilebilen araç düşük hızlarda hedef noktasına engellerden kaçınarak varabilme yetisine sahiptir. Araç üzerine karşılık vermek amaçlı silahlar takılabilmekte ve bu silahlar uzaktan kontrol edilebilmektedir.



Şekil 6. Redcar Scout [15]

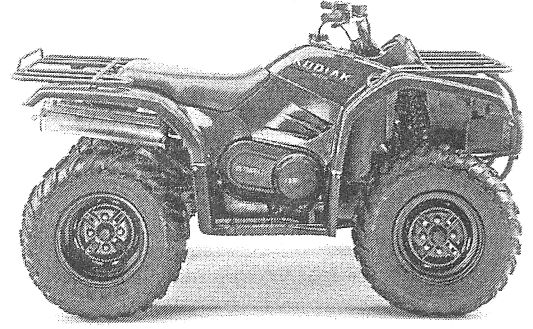


Şekil 7. Blitz [16-17]



Şekil 8. İHA [16-17]

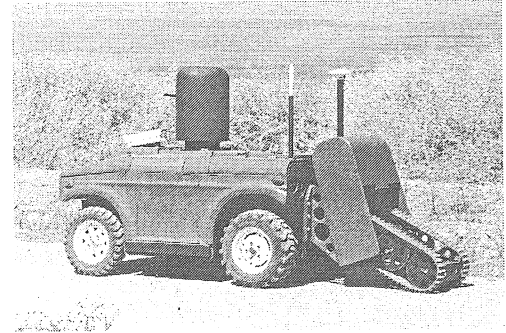
Blitz (Şekil 7-8) Honda Rubicon tipi ATV'den oluşturulmuştur. Üzerinde 4 adet lidar, iki adet kamera, kızıl ötesi kamera, GPS ve tek eksen jiroskop vardır. Araç uzaktan kontrol edilmektedir. Bu aracın diğer insansız kara araçlarından farkı; aracın küçük bir İHA (insansız hava aracı) helikopteri ile birlikte kullanılmasıdır. Uzak menzilin bilgileri İHA sayesinde toplanıp, aracın yön bulma ve izleme planları güncellenmektedir.



(a)



(b)

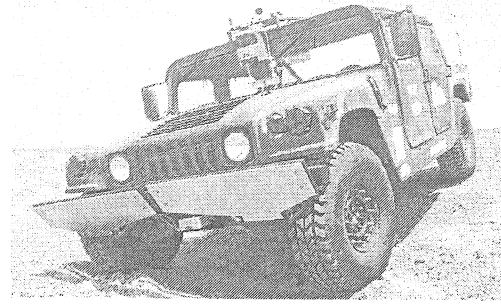


(c)

Şekil 9(a-b-c). MDARS Platformları [18]

MDARS-E projesi kapsamında 4x4 dizel motora sahip (Şekil 9) ATV'lerden dönüşümü yapılan insansız araçlar kara ve deniz askeri gücüne lojistik destek verecek robot araç filosunu oluşturmaktadır. Bunun yanı sıra askeri bölgelerde gözetleme ve keşif yapmak, yüksek güvenli alanlarda devriye olarak dolaşmak aracın tasarım amaçlarından bir kaçıdır. Araç üzerlerine eklenen DGPS, jiroskop, kamera, radar, lazer ve ultrasonik sensörler araca otonom özellik katmıştır. Ayrıca araç platformu üzerine farklı donanımlar yerleştirilebilmekte ve bu sayede araca farklı yetenekler kazandırmak mümkün olmaktadır.

ATV araçlarının platform olarak kullanıldığı, gerekli modifikasyonların yapılarak hayata geçirildiği bir çok insansız kara aracı çalışması devam etmektedir. Tablo 1’de bu çalışmalar içerisinde en önemli olanlar verilmiştir. Mevcut aracın otonom hale getirilebilmesi için sürüş, gaz, fren ve vites sistemlerine yapılan mekanik/elektronik modifikasyonlar gösterilmiştir. (Tablo’da kullanılan kısaltmalar; H:Hidrolik, D:DC Motor, S:Servo, L:Doğrusal Motor, M:Manyetik Valf, R:Röle)



Şekil 11. IRV [19]

Tablo 1. ATV tabanlı İKA'nın karşılaştırılması

Araç	Sürüş	Gaz	Fren	Vites
CyberATV	H	S	H	H
Spirit	D	S	S	S
ENSCO	D	S	H	R
ARSKA	S	S	S	S
AMOR	D	M	V	V
Jackbot	L	S	L	S
Phantasm	D	S	D	S
Overboat	S	S	S	S
Cajunbot	D	S	D	S
Gryphon	DC	DC	DC	DC

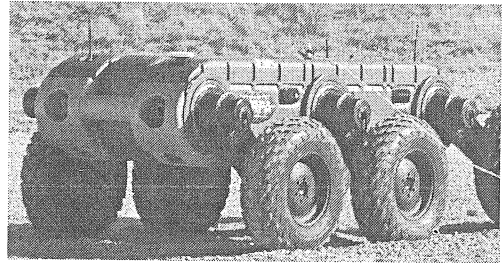
3. Diğer İnsansız Kara Araçları

Kara araçlarını insansız olarak kullanma çalışmaları ATV dışındaki araçlar üzerinde de denenmektedir. Jip, SUV (Sport Utility Vehicle), pikap, kamyon ve otomobil üzerinde yapılmakta olan insansız kara aracı çalışmaları devam etmektedir. Standart SUV araçlar sürüş, gaz, fren ve vites kontrolünü sağlayacak gerekli modifikasyonların yapılması ve üzerine eklenecek çeşitli sensörler yardımıyla otonom hale getirilmektedirler.

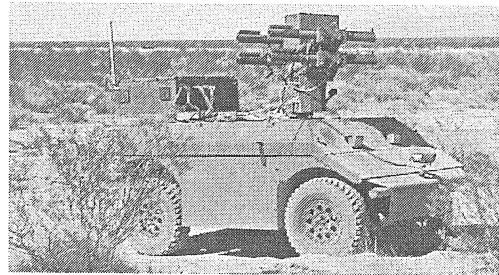


Şekil 10. Flying Fox [19]

Şekil 10 ve 11’de görüldüğü gibi SUV tarzı araçlar insansız kara aracı çalışmalarına olanak verecek şekilde sokulmuşlardır. Özellikle askeri amaçlı kullanılmak üzere özel araç tasarımlarında mevcuttur. Bu tarz araçların ATV tipi platformlardan farklı olarak paletli olanları da kullanılmaktadır.



(a)



(b)

Şekil 12(a-b). Askeri amaçlı insansız kara aracı platformları [20]

Yukarıda ayrıntıları verilen insansız kara aracı çalışmaları ve bu çalışmalara olanak sağlayan platformların seçiminde değişik kriterler göz önünde tutulmuştur. Yapılan çalışmaların kapsamı, uygulanışı ve amacı dikkatle incelenmiştir. İnsansız kara aracı çalışmalarına olanak sağlayacak altyapının oluşumuna kolaylıkla izin verdiği düşünülerek

Polaris marka ATV aracın Sportsman 700 Twin tipi seçilmiştir. Gerekli mekanik/elektronik modifikasyonlar ve otonom yetiyi araca kazandıracak gerekli algoritma çalışmaları bu araç üzerinde denetlenmektedir. Araç üzerine yerleştirilecek Lidar, kamera, GPS, DGPS, jiroskop ile aracın otonom hale getirilmesi sağlanacaktır.

4. Tasarım

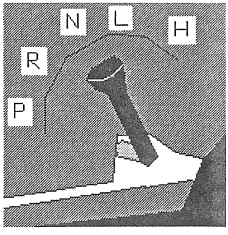
İnsansız kara aracı platformunu oluşturmak için seçilen ATV'ye otonom özellik katabilmek ve ana hareket aksamını kontrol edebilmek için dört ana sistemin davranışını belirlemek gerekmektedir. Bu sebeple tasarım sürecinin ilk adımı bu dört sistemi test etmek ve çalışma aralıklarını belirlemek olmalıdır. Test edilmesi gereken sistemler sürüş, gaz, vites ve fren sistemleridir [5-6-7]. Gidon sürüş açısının ve vites kontrolünün testlerinde diğer iki sisteme (gaz ve fren) göre daha büyük tork gereksinimi beklenmektedir [8]. İlk test gidon üzerinde yapılmıştır. Gidonun referans düzleminden maksimum dönme noktasına dönüşü farklı zeminlerde denenmiş ve bu dönüşü sağlayacak kuvvet değerleri elde edilmiştir. Bu değerler Tablo 2'de verilmektedir. Tabloda aracın yükü kolunda; A1 aracın boş olduğunu, A2 araç koltuğunda bir kişinin oturduğu durumu, A3 araç koltuğunda bir kişi ve arkasında bir kişi olduğu durumu, A4 araç koltuğu, arkası ve ön tarafında bir kişi olduğu durumu, A5 ise arac koltuğunda bir kişi arkasında iki kişinin olduğu durumu göstermektedir. (Bu testlerde araç üzerinde bulunan kişiler 65-70 kg arasındadır)

Tablo 2. Gidon dönüşünü gerçekleştirmek için gerekli kuvvetin tespiti

Aracın Yükü	Beton Zemin	Çimen Zemin
A1	307 N	299 N
A2	378 N	380 N
A3	400 N	370 N
A4	584 N	577 N
A5	377 N	450 N

Vites sisteminin otonom hale getirilebilmesi için vites sisteminin karakteristiğinin belirlenmesi gerekmektedir. Vites sisteminin harekete geçirilmesi için gerekli kuvvetler test edilmiş ve Tablo 3'de gösterilmiştir. Tabloda verilen kısaltmalar; P:Park, R:Rear, N:Neutral, L:Low, H:High

Tablo 3. Vites hareketini gerçekleştirmek için gerekli kuvvetin tespiti

P -> L	170 N	
R -> L	60 N	
L -> H	110 N	
H -> L	93 N	
L -> N	88 N	
N -> R	99 N	
R -> P	184 N	
Kuvvet Kolu: 215 mm		

Gidon dönüşü ve vitesin hareketi için gerekli tork yukarıda verilen test sonuçları sayesinde elde edilmiştir. Sürüş ve vites sisteminde yapılacak mekanik modifikasyonlarda bu test verileri kullanılmıştır.

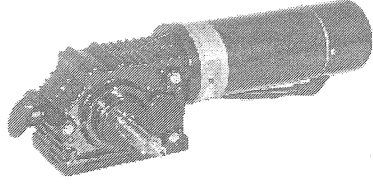
Gerekli torkun belirlenmesinin yanı sıra, araçla ilgili bazı performans testleride yapılmıştır. Bu testlerde aracın çeşitli sürüş modlarında dönme yarıçapları, çeşitli hızlanma ve durma mesafeleri ölçülmüştür. Bu test sonuçları Tablo 4'de verilmiştir.

Tablo 4. Araç performans testleri

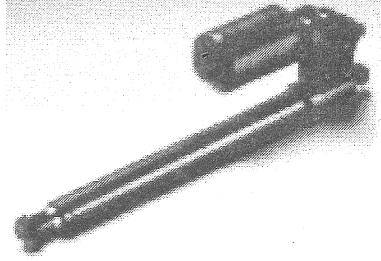
Mod	Dönüş Yarıçapları (m)
Turf	7
2 Çeker	6,8
4 Çeker	6,9

Hız (km/s)	Hızlanma Mesafeleri (m)
0-50	32
0-30	14
Hız (km/s)	Durma Mesafeleri (m)
50-0	9,3
30-0	5,8

Aracın bir kullanıcı tarafından kullanılabilmesinin yanı sıra otonom olarak da kontrol edilebilmesi çalışmasının ana temasını oluşturmaktadır [9]. Sürüş sisteminin bu özelliği kazanabilmesi için bir adet DC motor kullanılmasına karar verilmiştir. Motor özellikleri, kontrol edilmesi düşünülen sistemin matematiksel performansının yanı sıra yukarıda verilen testler yardımı ile belirlenmiştir. Sürüş sisteminin hem manuel hemde otonom olarak kontrol edilmesi istenildiği göz önünde bulundurularak, motorun üzerinde bulunan dişli kutusunun çıkış milinin motor çıkış milinden bir ayıraç yardımı ile ayrılabilirdiği motor tipi seçilmiştir. Seçilen DC motor 24 VDC ve 1:28.7 oranlı dişli kutusuna sahiptir. Yaklaşık 40 rpm hızda 400 kg.cm tork ve 400 Watt güç üretmektedir (Şekil 13-a).



(a)



(b)

Şekil 13(a-b). DC ve doğrusal motor

Aracın kontrol edilebilirliğini sağlamak için bir takım modifikasyonun yapılması gereken sistem vites sistemidir. Vites mekanizmasının da sürüş sisteminde olduğu gibi istenildiğinde manuel istenildiğinde otonom kontrol edilebilirliğini sağlamak için doğrusal DC motor seçilmiştir. Vites mekanizmasının kapladığı alan itibarı ile en uygun seçimin bu yönde yapılması kaçınılmazdır. Doğrusal DC motorun seçiminde matematiksel modelin yanı sıra yukarıda verilen test sonuçları kullanılmıştır. Seçilen motorun (Şekil 13-b) karakteristiği; 24 VDC, azami itkisi 3 kN, azami hızı ise 52 mm/s 'dir.

Gaz kontrolünü sağlamak için gaz keleşini harekete geçiren mekanizmaya hobi servo motor bağlanmıştır. Fren kontrolü için var olan sisteme hidrolik bir sistem entegre edilmiştir. Detaylar bir sonraki kısımda verilmiştir.

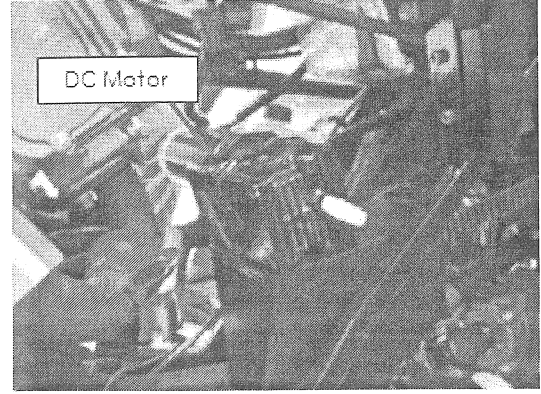
5. Araç Üzerinde Yapılan Değişiklikler

ATV tabanlı aracın otonom hale getirilmesi için aracın mevcut donanımı üzerine bazı değişiklikler yapılmıştır. Bu değişiklikler aracın temel kontrolleri olan gaz, fren, vites ve sürüş sistemidir. Bu sistemlerin uzaktan veya araç üzerinde çalışan yordamlar ile kontrol edilmesi planlanmış ve böylece insansız kara aracı alt yapısı meydana getirilmiştir.

5. 1 Sürüş Sistemi

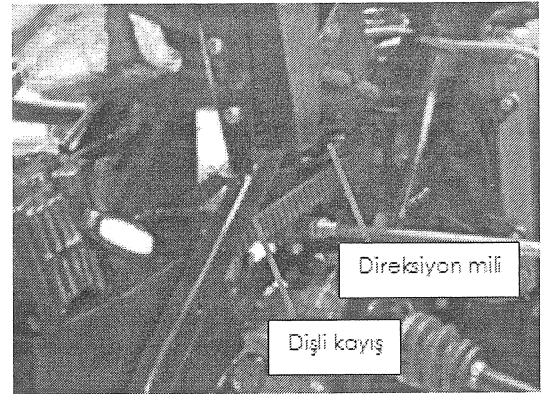
Aracın gidonunun döndürülmesi sonucunda aracın direksiyon mili dönmekte ve bu dönme hareketi dört çubuk mekanizmasından oluşan bir

sistem ile ön tekerlere iletilmektedir. Araç yönünün kontrol edilebilmesi için bu direksiyon milinin istenilen oranlarda döndürülmesi gerekmektedir.



Şekil 14. DC motorun sürüş sistemine entegrasyonu

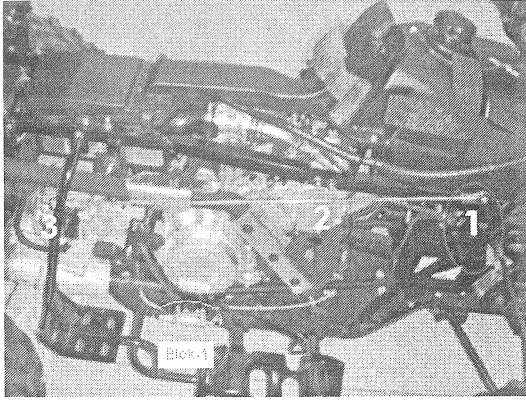
Aracın sürüş sistemine otonom yetiyi kazandırmak için sisteme bir adet DC motor entegrasyonu sağlanmıştır. Şekil 14'de görüldüğü gibi motor sisteme dahil edilmiştir. Motorun çıkış milindeki dönme hareketi bir dişli kayış vasıtasıyla direksiyon miline 1/3 dişli oranı ile iletilmektedir (Şekil 15). Böylece direksiyon mili istenilen miktarda döndürülebilmektedir.



Şekil 15. Dişli kayışın direksiyon miline entegrasyonu

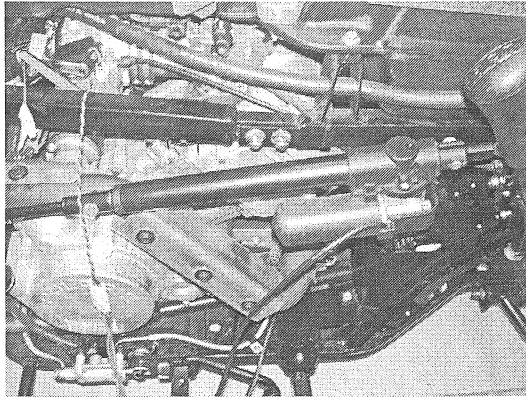
5. 2 Vites Sistemi

Mevcut aracın vites sistemi 4 çubuk mekanizmasından oluşmaktadır. Vites kolu bu mekanizmanın girdi çubuğunu hareket ettirmektedir. Dört çubuk mekanizmasının çıkışı ise vites kutusuna bağlı olup çubuğun açısına göre istenilen viteslere geçişi sağlamaktadır.



Şekil 16. Vites sisteminin mevcut durumu

Şekil 16'de vites sisteminin mevcut, herhangi bir modifikasyon yapılmamış durumu görülmektedir. Burada 1 numara vites kolunun bağlı olduğu girdi çubuğunu, 2 numara kuvvetin taşındığı iletim çubuğunu, 3 numara vites kutusuna girişi göstermektedir.



Şekil 17. Doğrusal motorun vites sistemine entegre edilmiş hali

Şekil 17'de görüldüğü gibi vites kontrolünün uzaktan veya otonom yapılabilmesi için vites sistemindeki 2 numaralı iletim çubuğu yerine Şekil 13-a'da görülen doğrusal motor bağlanmış ve 1 numaralı parça şasiye sabitlenebilir şekilde değiştirilmiştir. Manuel kullanım sırasında, motor üzerine bir akım uygulanmadığı için motor rijit bir eleman gibi davranarak 2 numaralı çubuğun görevini yapacaktır. Uzaktan veya otonom kontrolde ise 1 numaralı parça basit bir pin yardımı ile şasiye sabitlenmekte ve doğrusal motor sürülerek, 3 numaralı çubuğun vites kutusuna istenilen vites

değerini iletmesi sağlanmaktadır. Bu sayede vites sistemi istenildiğinde manuel, istenildiğinde ise otonom olarak kontrol edilebilir bir duruma getirilmiştir.

5. 3 Fren Sistemi

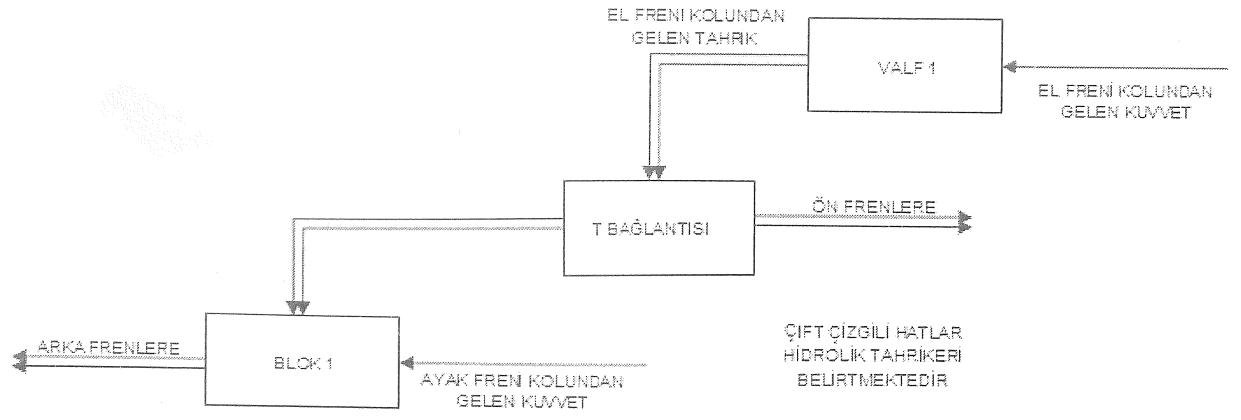
Aracın fren sistemini kontrol etmek için iki farklı yapının kavramsal tasarımı üzerinde durulmuştur. İlki fren yağı akışının kontrolü ile frenlerin kontrol edilmesi, diğeri ise aracın gidonu üzerinde bulunan fren kolunun konum kontrolü ile frenlerin kontrol edilmesi. İlk bahsedilen yapının daha kontrollü olması sebebiyle hidrolik sistemin modifikasyonuna gidilmiştir. Şekil 18'de aracın fren hidrolik sistemi görülmektedir. Bu şemada "Blok-1" olarak tanımlanan parça Şekil 16'da gösterilmektedir.

Bu bloğun içerisinde bulunan piston, mekanik veya hidrolik tahriklere bağlı olarak sistemdeki hidrolik yağın arka frenlere aktarılmasını sağlamaktadır. Gidona bağlı el freninin kullanılması sonucu Valf-1 aracılığı ile hidrolik bir tahrik elde edilmekte ve bu tahrik ile pompalanan yağ, T bağlantısıyla ön ve arka frenlere gönderilmektedir. Arka frenlere gönderilen yağ Blok-1 olarak gösterilen bağlantı elemanına gelmekte ve buradan da arka frenlere gönderilmektedir. Bu bağlantı elemanı el freni kullanıldığında ayak freninin etkilenmesini engellemektedir. Sadece ayak freni kullanıldığında ise Blok-1 hidrolik yağın diğer bağlantılara sızmadan doğrudan arka frenlere aktarılmasını ve böylece arka frenlerin kullanılmasını sağlamaktadır.

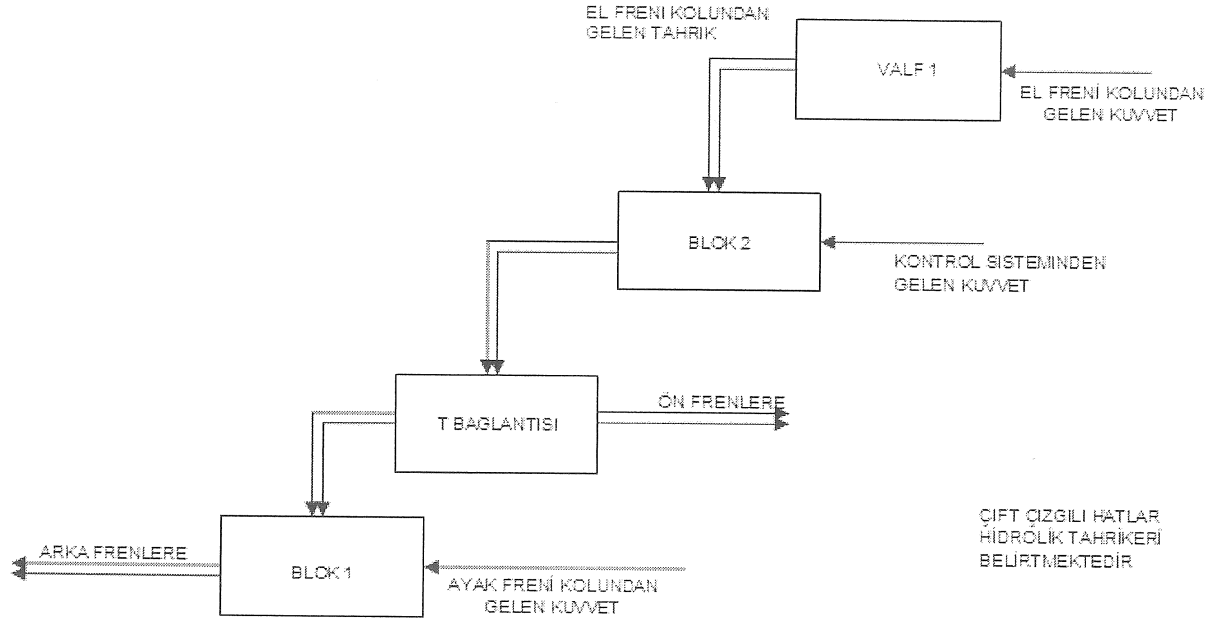
Blok-1 olarak gösterilen hidrolik bağlantı elemanının yeniden kullanılarak Şekil 19'daki gibi bağlanması ile frenlerin otomatik olarak kontrolü yapılabilmiştir. Burada ikinci bağlantı elemanı "Blok-2" olarak gösterilmiştir. Araç fren sisteminin uzaktan kontrol edilebilmesi için gereken tahrik, sisteme eklenmiş olan konum kontrollü bir solenoid ile sağlanmaktadır. Bu eleman ile Blok-2'deki pistonun tahrik edilmesiyle T bağlantısına fren yağı aktarılacak böylece hem ön hemde arka frenler kontrol altına alınmış olacaktır.

5. 4 Gaz Sistemi

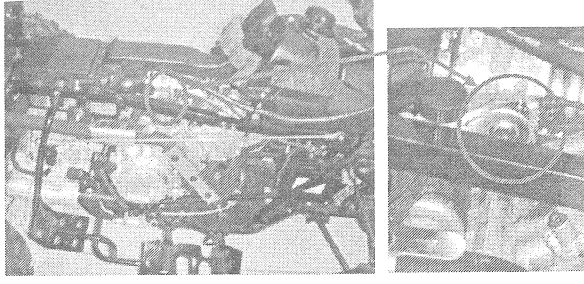
Aracın mevcut gaz kontrolü direksiyon üzerinde bulunan gaz kolu ile yapılmaktadır. Bu kol Şekil 20'de görülen bölgeye gaz teli ile bağlanmıştır. Bu yapı içerisinde gaz teli bir mile bağlıdır ve bu milin belirli bir açı aralığında dönmesini sağlamaktadır. Milin dönme sınırları ise mekanik olarak sağlanmıştır. Milin dönüşü doğrudan gaz kelebeğine iletilmektedir. Gaz kelebeğine Şekil 21'de görüldüğü gibi bir adet servo motor ve solenoid bağlanmıştır.



Şekil 18. ATV'nin mevcut fren sistemi akış şeması



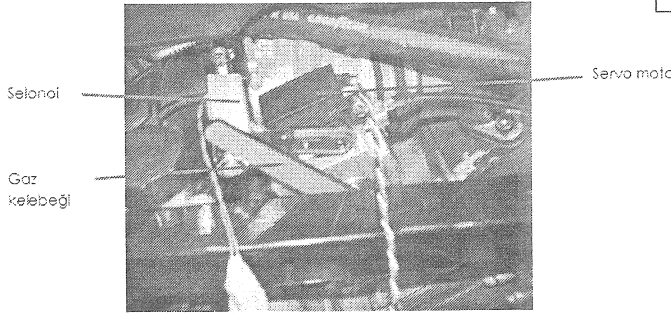
Şekil 19. Tasarlanan hidrolik sistemin akış şeması



Şekil 20. Gaz kontrolü ve motor bağlantısı

Servo motorun çıkış mili ile solenoid kaynakla birbirine sabitlenmiştir. Ayrıca solenoid gaz kelebeğinin daha önceden değiştirilmiş olan miline temas etmektedir. Servo motora akım verildiğinde, motor solenoid aracılığı ile gaz kelebeğine bağlı olan milin dönmelerini sağlamaktadır. Bu hareket gaz kelebeğini döndürmekte ve içten yanmalı motora yakıt verilmesini sağlamaktadır. Bu sistemde kullanılmış olan solenoid acil durumlarda kullanılmak için düşünülmüştür. Servo motorun kontrolü sırasında olası bir sorunla karşılaşıldığı zaman solenoid aktif konuma getirilerek gaz

kelebeği bağlantısı kesilebilecektir. Böylece servo motor tahriği ile ATV'nin motoruna gaz verme işlemi engellenmektedir.



Şekil 21. Gaz kontrol mekanizması

6. Sürüş Testleri

Oluşturulacak araç sürüş modelinin doğruluğunu gösterebilmek için sürüş testleri yapılmıştır. Bu testlerde aracın sabit direksiyon açısında, sabit hızda çizdiği dairenin gözlenmesi ve bu dairenin yarıçapının ölçülmesi amaçlanmıştır. Bu testlerde, direksiyon açısı bilgisayar üzerinden araca gönderilmiş ve sabitlenmiştir. Hız ise 10 km/h civarında sabit tutulmaya çalışılmıştır. Hareketsiz pozisyondaki araç hızlandırılmış ve istenilen hıza ulaşmasıyla ölçümler başlamıştır. Sürüş testleri sonucunda elde edilen veriler Tablo 5'de sunulmaktadır. (Tabloda gösterilen kısaltmalar;

SY:Saate Yönü, STY:Saate Ters Yönü, TM:Turf Mod, 2M:İki Çeker Mod, 4M:Dört Çeker Mod, SA:Sürüş Açısı)

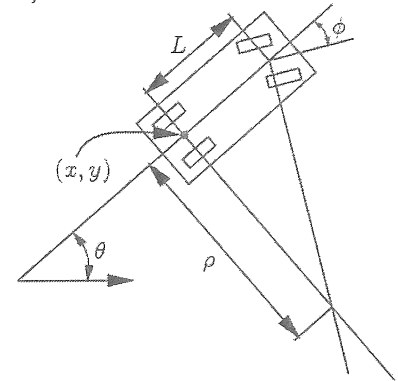
7. Araç Modeli

Yörünge planlaması ve takibinde aracın matematiksel modelinin oluşturulması öngörülmüştür. Literatürde araç hareketinin modellenmesinde yaygın olarak Bisiklet Modeli (Bicycle Model) [1,2] ve Noktasal Kütle Modeli (Point Mass Model - NKM) [3] yaklaşımlarının kullanıldığı görülmektedir. Özellikle oldukça basitleştirilmiş olan NKM araç hareketi üzerinde gerçekçi sonuçlar verdiği için tercih edilmektedir [3].

Tablo 5 Sabit hız, değişen direksiyon açıları ve farklı sürüş modlarında elde edilen dönme yarıçapları

SA	TM		2M		4M	
	SY	STY	SY	STY	SY	STY
(derece)	(cm)	(cm)	(cm)	(cm)	(cm)	(cm)
15	1791	2126	1720	2095	1741	2133
25	959	1048	979	1067	951	1088
35	628	668	624	645	611	661
45	456	458	452	47	457	469
55	369	371	365	374	360	376

Araç modelinin oluşturulmasında ilk olarak noktasal kütle modeli seçilip uygulanmıştır. Şekil 22'de verilen araç modelinin noktasal kütle yaklaşımı denklem 1-2-3'de verildiği gibidir. Bu denklemlerde x , y ve θ dünya referans noktası ve eksenine göre aracın konumu ve yönüdür. Aracın durumunu değiştiren kontrol girdileri U_s , U_ϕ aracın hızı ve direksiyon açısıdır.

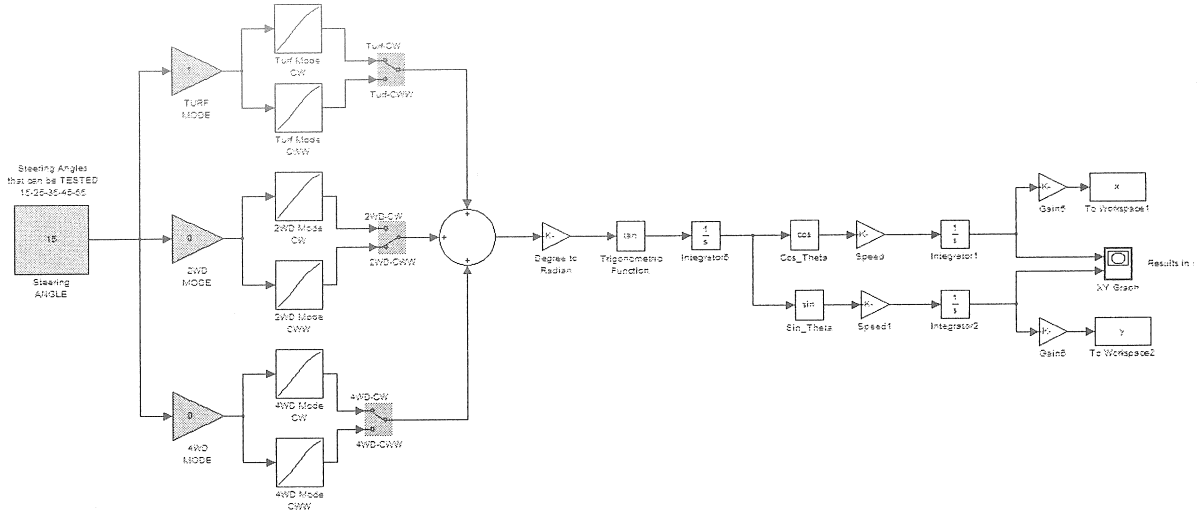


Şekil 22. Araç modeli

$$\dot{x} = U_s \cos \theta \quad (1)$$

$$\dot{y} = U_s \sin \theta \quad (2)$$

$$\dot{\theta} = \frac{U_s}{L} \tan U_\phi \quad (3)$$

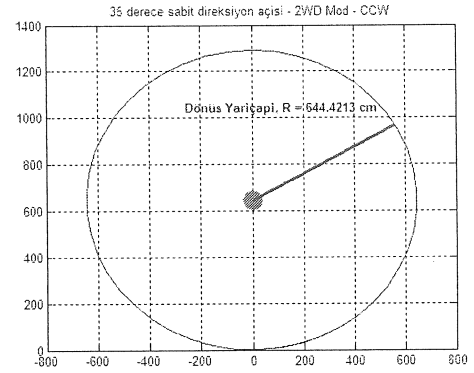


Şekil 23. Araç simülasyon modeli

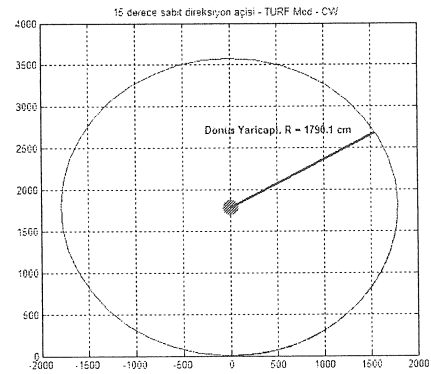
Şekil 23’de verilen araç sürüş modeli bir kontrol mantığı içermektedir. Bu mantık Tablo 5’de elde edilen veriler noktasal kütle modeli ile birleştirilmesi ile oluşturulmuştur. Elde edilen modelin aracın değişik zeminlerde test edilerek geliştirilmesi mümkündür. Test verileri kullanılarak oluşturulan bu modelin çıktıları yine test verileriyle karşılaştırılarak, modelin doğruluğu gözlenmiştir. Model Matlab/Simulink ortamında oluşturulmuştur.

Oluşturulan model, sürüş testlerinde olduğu gibi sabit araç hızında çalışmaktadır. Tablo 5’de de görüldüğü gibi araç sürüş testleri değişen direksiyon açıları ve sürüş modlarında gerçekleştirilmiştir. Oluşturulan modelde araç Turf, 2 çeker ve 4 çeker modlarında ve bu modlarda saat dönüş yönü ve saat ters dönüş yönlerinde ayrı ayrı test edilmektedir. Oluşturulan model bütün test verileri nikaşlıyacak şekilde hazırlanmıştır.

Şekil 24 ve 25’de model kullanılarak elde edilen 15 derece sürüş açısı turf mod, saat yönü dönüş ve 35 derece sürüş açısı iki çeker mod, saat ters yönü dönüş çıktıları verilmiştir. Elde edilen dönüş yarıçapları Tablo 5’de verilen test verileri ile karşılaştırıldığında, sonuçların birbirine tutarlı olduğu görülmektedir. Noktasal Kütle Modeli gelişime ve öğrenmeye açık bir model olduğu için yol durumu, arazi şartları gibi yeni verilerin modele entegrasyonu kolaylıkla yapılabilecektir.



Şekil 24. Model çıktısı (15 derece sabit direksiyon açısı, elde edilen dönme yarıçapı 1790.1 cm)



Şekil 25. Model çıktısı (35 derece sabit direksiyon açısı, dönme yarıçapı 644.42 cm)

Aselsan ve ODTÜ Makina Mühendisliği Bölümü ile birlikte gerçekleştirilen insansız kara aracı geliştirilmesi projesinde mevcut ATV tabanlı bir aracın otonom hale getirilmesi için gerekli mekanik modifikasyonlar yapılmış ve bu çalışmada detayları verilmiştir. Aracın uzaktan kontrol edilebilmesi için sürüş, gaz, fren ve vites sistemlerinin modifikasyonları gerçekleştirilmiş ve kontrol edilebilir hale getirilmiştir. Araç performansının belirlenmesi için bazı testler yapılmıştır. Bu test verileri kurulan araç modelinde kullanılmak üzere, bilgisayar ortamına aktarılmıştır. Matlab/Simulink ortamında oluşturulan araç sürüş modeli, test verileri kullanılarak geliştirilmiş ve gerçeği yansıtır hale getirilmiştir. Bilgisayar ortamında araç modelinin geliştirilmesi devam etmektedir. Araç üzerine entegrasyonu sağlanan Lidar'ın yine Matlab ortamında benzetim çalışmaları başlatılmış ve araç dinamiği ile entegrasyonu devam etmektedir. Araç sürüş modeli olarak ilk olarak Noktasal Kütle Modeli oluşturulmuş ve gerçek çıktıları verebilecek hale getirilmiştir. Fakat bu modelin çok temel olması ve bir çok dış etkiyi elemesi sebebiyle Bisiklet Modeli benzetim çalışmaları başlamış ve araç üzerine bağlanan sensör verilerinin sürüş, gaz, vites ve fren sistemi karakteristiğinin içerisinde bulunduğu tek bir modelle entegre olduğu otonom araç kontrolünün yapılacağı alt yapı çalışmaları devam etmektedir.

9. Teşekkür

Bu çalışmayı ODTÜ Makina Mühendisliği Bölümü ile ortak devam ettiren ve her türlü olanağı sağlayan ASELSAN A.Ş.'ye teşekkür ederiz.

ATV Based Unmanned Ground Vehicle Development

Middle East Technical University and ASELSAN have started an unmanned ground vehicle development project. In this project an All Terrain Vehicle (ATV) has been selected as a base. The purpose of this work, the vehicle developed will be able to be used without an operator via remote control, in the first stage. Next the vehicle should work autonomously. In this paper, mechanical modifications conducted on the selected ATV are given in detail.

Keywords: Unmanned ground vehicle, robot, vehicle model, remote control, simulation

1. Ozguner, Ü., 2006, "Autonomous Vehicles", Lecture Notes, Dept. Of ECE, Ohio State Univ., Columbus, Ohio, USA.
2. Chen Q., Ozguner U., 2006, "Intelligent off-road navigation algorithms and strategies of Team Desert Buckeyes in the DARPA Grand Challenge 2005", Journal of Field Robotics, Vol. 23, Issue 9, pp. 729-743.
3. Redmil, K.A., Martin, J.I., Ozguner U., 2006, "Sensing and Sensor Fusion for the 2005 Desert Buckeyes DARPA Grand Challenge Offroad Autonomous Vehicle", IEEE, Intelligent Vehicle Symposium, pp. 528-533.
4. Huhlein B. J., 1998, "Dynamic Modeling of the Polaris Sportsman 500 ATV using Dynamic Analysis and Design System", Technical Report RD-PS-98-11, U.S. Army Aviation ad Missile Command.
5. A. Trebi-Ollennu, John M. Dolan, 1999, "An Autonomous Ground Vehicle for Distributed surveillance", CyberScout Internal Report, Institute for Complex Engineered Systems, Carnegie Mellon University.
6. Park J. H., Son Y. J., Kim J. H., 2005, "Design of Advanced Tele-operated Control System for Unmanned Vehicle", ICCAS2005, Kintex, Gyeonggi-Do, Korea.
7. Mörtberg H., 2006, "Control and Dynamic Modeling of an Autonomous Ground Vehicle", FOI-R-1911-SE Technical Report, Defense Research Agency System Technology, Stockholm.
8. Ebken J., Bruch M., Lum J., Gerhart G. R., Shoemaker C. M., Gage D. W., 2005, "Applying unmanned ground vehicle technologies to unmanned surface vehicles", Proceedings of SPIE, the International Society for Optical Engineering, Vol. 5804, pp.585-596.
9. Walton M., Bruemmer D., Few D., Nielsen C., 2006, "Developing an Intelligent and Integrated Unmanned Ground Vehicle System: A Case Study", Technical Report, AUVSI's Unmanned Systems North America 2006.
10. Crane C. D., Armstrong D. G., Touchton R., et al, 2007, "Team CIMAR's NaviGATOR: An Unmanned Ground Vehicle for the 2005 DARPA Grand Challenge", Springer Tracts in Advanced Robotics, Vol. 36, pp. 311-347.
11. <http://www.polarisindustries.com/en-s/ATV/Pages/Home.aspx>, son ziyaret Aralık 2006.
12. <http://www.jenya.org/msdnmag/issues/04/12/DARPAChallenge/fig02.gif>, son ziyaret Aralık 2006.

13. http://en.wikipedia.org/wiki/Image:DARPA_Challenge_TeamEnsco.jpg , son ziyaret Aralık 2006.
14. http://www.ezls.fb12.uni-siegen.de/forschung/Amor/AMOR-Webseite/index_eng.htm, son ziyaret Aralık 2006.
15. <http://www.spawar.navy.mil/robots/pubs/spie5422-50.pdf> , son ziyaret Aralık 2006.
16. Stentz, A., Kelly, A., Herman, H., Rander, P., et al, "*Integrated Air/Ground Vehicle System for Semi-Autonomous Off-Road Navigation*", Proceedings of AUVSI-2002, July 2002
17. Stentz, A., Kelly, A., Herman, H., Rander, P., et al, "*Real-Time Perspective Perception for Unmanned Ground Vehicles*", Proceedings of AUVSI-2003, July 2003.
18. <http://www.globalsecurity.org/military/systems/ground/mdars.htm>, son ziyaret Aralık 2006.
19. <http://www.indyrobotracing.com/>, son ziyaret Aralık 2006.
<http://www.globalsecurity.org/military/systems/ground/ugv.htm>, son ziyaret Aralık 2006

Ezgi Günay
Y. Doçent Dr.

Gazi Üniversitesi
Makina Mühendisliği Bölümü
06570 ANKARA

Emre Uludoğan
Mak. Yük. Müh.

AR-EN Grup Makine
İvogsan 691. Sok. , No. 42
Yenimahalle, 06370 ANKARA

Transvers İzotrop Değişik Ağaç Numunelerin Kayma Modülü Değişimlerinin Deneysel Belirlenmesi

Yapılan çalışmada, veri toplama sistemleri yardımıyla transvers izotrop fiber kompozit olarak bilinen değişik geometri ve türlerdeki ağaç örnekleri üzerinde burulma deneyi yapılmıştır. Kayma gerilmelerine karşılık elde edilen gerinim ölçümleri, gerinim pullarının içi dolu veya içi boş olmak üzere iki grup geometriye sahip daire kesitli ağaç numunelerin üzerine ve iç yüzeyine belirli koordinatlar boyunca yerleştirilmesiyle yapılmıştır. Bu çalışma sonucunda, koordinat bağımlı fonksiyonlar ile kayma modülü değer değişimlerinin tanımlamaları yapılmıştır. Genellikle fiber asal eksen yönlerine bağlı ortalama değerler ile verilmekte olan kayma modülleri, bu çalışma ile yarıçap, çevresel ve eksenel yönlerdeki dağılımları ile beraber $G(r)$, $G(\phi)$ ve $G(z)$ eşitliklerinde polinom ve üstel fonksiyonlar ile tanımlanarak gösterilmiştir.

GİRİŞ

Ağaç malzeme, özellikleri açısından genel ortotropik veya transverse izotropik fiber kompozit malzeme olarak tanımlanmaktadır. Günümüzde, ağaç numunelerin üzerinde araştırmaların devam ettiği deneysel çalışmaların ayrıca analitik formülasyonlarla desteklenerek yürütülmesini kapsayan çalışmalara az da olsa rastlanmaktadır. Malzeme sabitlerini yönlere bağlı fonksiyonlar ile tanımlamaya çalışan araştırmalardan birisi Turley vd. [1] (Bozorth [2]., Wooster [3]) tarafından verilmektedir. Bu çalışmada, anizotropik malzemenin fiziksel özellikleri, belirlenen düzlemlere göre fonksiyonlarla tanımlanarak verilmektedir. Bir diğeri, Sumi, vd. [4] tarafından ultrasonik gerinme ölçüm teknikleri kullanılarak, dokular üzerinde kayma modüllerinin tanımlanmasını içermektedir. Saliklis vd. [5-6], ağaç paneller üzerinde yaptığı çalışmada, düzlemsel kayma modülü $G(\theta)$ ve Young's modülü, $E(\theta)$ fonksiyonlarını θ çevresel yönüne bağlı değişimler cinsinden $\sin\theta$ ve $\cos\theta$ trigonometrik fonksiyonların ifadeleri ile deneysel çalışmalar sonucunda tanımlamışlardır. Salmén'in [7] yaptığı çalışmada ise mikromekanik seviyede fiber ve matris malzemenin elastik malzeme özelliklerinin ifadeleri ağaç-polimer yapılar için çıkarılmış olup, fiber ve fibere dik yönlerdeki elastik sabit değerleri kuadratik ifadeler ile verilmiştir.

Literatüre bakıldığı zaman genellikle ağaç paneller üzerinde tork uygulanan ve yalnızca, θ yönlü kayma modülü $G(\theta)$ fonksiyonu

tanımlamalarına ait deneysel çalışmaların sonuçlarını görmekteyiz [5]. Dairesel kesitli fiber kompozit çubuklar üzerindeki fonksiyon tanımlamaları için daha önce çalışılmamıştır. Yapılan bu çalışmada [8-9], fiber kompozit malzemelerin genel olarak üç asal yönde verilmekte olan G_{12}, G_{23}, G_{13} ortalama kayma modülü değerleri, transverse izotrop malzeme olan ağaç numuneler için silindirik koordinat sistemindeki radyal, çevresel ve eksenel yönlere bağlı ampirik değişim fonksiyonları $G(r)$, $G(\phi)$ ve $G(z)$ ile ifade edilebilmişlerdir. Yaklaşık değerleri itibariyle, bu çalışmada elde edilen $G(r)$ linear fonksiyonlarının G_{13} 'ü, $G(\phi)$ ve $G(z)$ üstel ve kuadratik fonksiyonlarının ise G_{23} 'e karşılık geldiklerini, söyleyebiliriz. Aynı zamanda bu çalışmada, malzeme sabitlerinin yanı sıra kayma ve normal gerinim değerleri arasında da herhangi bir simetri şartı olmadığı kabul edilerek çalışılmıştır. Deneyler, bütün bu değerlerin birbirlerine nasıl bağlı olduğunu gösterebilmek amacıyla yapılmıştır. Bu konu ile ilgili ek bilgi bir sonraki bölümde verilmektedir. Koordinat tanımlı gerinim ölçümleri için gerinim pulları ve yapılan ölçümlerin doğruluk testi için ise iki farklı veri toplama cihazı kullanılmıştır. Ortalama değerler için değişik ağaç türü ve geometrilerdeki (içi dolu/içi boş) ağaç numuneler test edilmiş, yaklaşık olarak yapılmış olan 100 deneye ait sonuçlar, tablolar ve eğriler halinde özetlenerek sunulmuştur. Ağaç malzeme üzerinde yapılan deneysel çalışmalar ve sonucunda fonksiyonlarla belirlenmeye çalışılan doğrusal veya kuadratik elastik malzeme özelliklerinin, bir sonraki kısımda da açıklanacağı

üzere hem teorik alanda hem de diğer yanal izotropik fiber kompozit malzemelere ait deneysel çalışmalarda da yol gösterici olacağı düşünülmüştür.

DENEYLER

Formülasyon

Transverse izotropik malzeme olarak kabul edilen ağaç numunelerde kayma gerilme-gerinim dağılımlarının ortalama değerlerden daha farklı eğilime sahip olabileceği düşünülerek deneysel testlere başlanmıştır. Şekil 1 ile verilen ağaç kesiti, transvers izotropi düzlemlerinden birini göstermektedir. Burulma problemi için, genel Hooke kanununa ait kayma gerilmeleri ve gerinimleri arasındaki bağıntı aşağıdaki iki denklemde verilmektedir. En genel haldeki Hooke kanunu, burulma yükü altındaki transverse izotropik malzeme oluşabilecek bütün tepkilerin dikkate alınmasıyla beraber silindirik koordinatlarda, r yarıçap, z orta burulma eksenine bağlı olan ve silindirik simetriye sahip olduğu için de θ çevresel koordinatlardan bağımsız 11 farklı elastik sabit cinsinden Denklem (1) ve (2)'de görüldüğü gibi yazılabilmektedir [10-11]. Malzemenin simetri özellikleri dikkate alındığında ise 11 genel sabit sayısı 5 sabit sayısına indirgenmektedir (Ek A-Denklem (A1)). Bu durumda, malzeme matrisinin değerleri C_{ij} sayısal olarak azaltılmış olduğundan, uygulanacak mühendislik problem çözümlerinde malzeme içerisinde oluşmakta olan birim deformasyonların birbirleri üzerindeki etkileşimleri ifade edilemeyecektir.

$$\tau_{\theta z} = C_{14} \varepsilon_r + C_{24} \varepsilon_{\theta} + C_{34} \varepsilon_z + C_{44} \gamma_{z\theta} + C_{45} \gamma_{rz} + C_{46} \gamma_{r\theta} \quad (1)$$

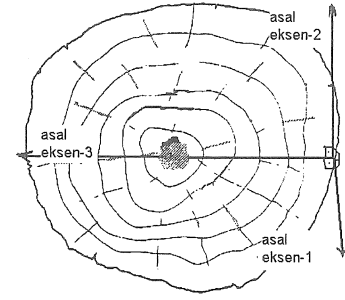
$$\tau_{r\theta} = C_{16} \varepsilon_r + C_{26} \varepsilon_{\theta} + C_{36} \varepsilon_z + C_{46} \gamma_{z\theta} + C_{56} \gamma_{rz} + C_{66} \gamma_{r\theta} \quad (2)$$

Yukarıdaki ifadelerde C_{ij} değerleri malzemenin lif yönlerine bağlı elastik sabit katsayılarıdır.

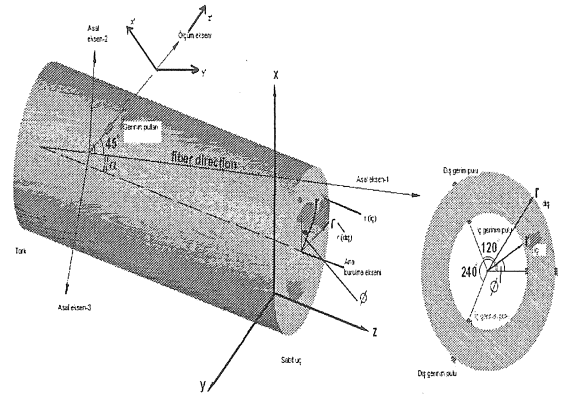
Denklem (1) ve (2)'de $\tau_{\theta z}$ ve $\tau_{r\theta}$ burulma yüklemesi altındaki çubukta oluşan kayma gerilmelerinin silindirik koordinatlardaki gösterimleridir. $\varepsilon_r, \varepsilon_{\theta}, \varepsilon_z$ değerleri ise r, θ, z yönlerinde oluşmakta olan normal, $\gamma_{z\theta}, \gamma_{rz}, \gamma_{r\theta}$ değerleri ise karşılıklı olarak kayma gerinim bileşenlerine ifade etmektedirler.

Yapılan deneysel çalışmalarda, silindirin dış ve iç yüzey kısımlarındaki fiberlerin açısal konumlarını, silindirik koordinat sistemine göre tanımlayabilmek için θ açısı kullanılmış olup orta burulma eksenine göre dönme ise ϕ (rad) açısı ile ölçülmektedir. Yüzeyler üzerindeki fiberlerin açısal konumları asal eksenlerin (1-2-3) kullanılması ile orta eksene göre α

açısı ile tanımlanırken, orta eksen ile gerinim pullarının yapıştirılarak ölçüm yapıldığı doğrultu arasındaki açı θ' ile gösterilmiştir. Böylece ölçüm ekseninin açıları $\theta' = \alpha + 0^\circ$, $\theta' = \alpha + 45^\circ$ ve $\theta' = \alpha + 90^\circ$ ile tanımlanmıştır (Şekil 2). Bu arada, ölçüm eksenini (gerinim pullarının sırayla yapıştirıldığı doğrultu) z' ile de tanımlanarak, x-y-z koordinat sisteminin ilk orijin konumundan, ölçüm eksenini doğrultusundaki z' nin z ile üst üste oturtulduğu konumuna transfer edilmesi ile de ifade edilmiştir. Böylece 1-2-3 asal eksenler ile ölçüm eksenini üzerinden çıkarılmış olan $x' - y' - z'$ eksen takımları arasındaki açısal konum tanımlamaları da yapılabilecektir.



Şekil 1. Transverse izotropik kompozit yapıya örnek bir ağaç kesiti yapısı ve malzemenin asal yönleri



Şekil 2. İçi boş ağaç numunenin r, ϕ, z silindirik

koordinat sisteminde α fiber açısı boyunca tanımlanmış ölçüm eksenini üzerine yerleştirilmiş tek eksenli gerinim pulları ve 1-2-3(LRT) asal eksenleri ile beraber gösterimi

Burada sonuçları anlatılmakta olan deneysel çalışmalarda, daha önce üzerinde çalışılan analitik ve deneysel çalışmaların bir devamı durumundadır [12-15]. Analitik çalışmalarda, burulma yüklemesi altındaki transverse izotropik kompozitlerin bünye denklemlerinin koordinatlara bağlı olarak 2. mertebeden kısmi diferansiyel denklem ifadeleri ile

ifade edilebilmeleri sayesinde kayma modülü değerlerinin koordinatlara bağlı sabitler şeklinde de ifade edilebileceği görülmüştür [12-13]. Bu arada da, deneysel çalışmalar ile de ağaç yapının burulma altındaki mekanik davranışları incelenmiştir [14-15]. Bu çalışmadan elde edilen kuadratik ve üstel ampirik ifadelerin, diferansiyel denklem ifadeleri ile verilmekte olan bünye denklemlerinde kullanılması ile C_{ij} sabitlerinin elde edilip edilemeyeceği ilerideki çalışmalarda test edilebilecektir.

Burulma deneylerinde, ortalama veya eşdeğer kayma gerilme-gerinim dağılımlarının elde edilmesinde aşağıdaki ifadeler kullanılmaktadır.

$$\gamma = \frac{\tau}{G} \quad (3)$$

$$\tau = \frac{T}{J} r \quad (4)$$

$$\phi = \frac{TL}{JG} \quad (5)$$

Yukarıdaki Denklem (3)'de γ , τ , G sırasıyla kayma gerinimi, kayma gerilmesi ve kayma modülüdür. Denklem (4)'de T , J , r sırasıyla tork, kutupsal atalet momenti ve tork yüklemesi altındaki çubuğun yarı çap uzunluğudur. Denklem (5)'te ϕ ise L uzunluğundaki çubuğun yüklemeye yapılan ucunun, sabit ucuna göre olan dönme açısını belirtmektedir. Çalışmalar sırasında üzerinde deney yapılan sistem, SM21 [16] burulma cihazı ile birlikte (TDG) [17-18] ve ALMEMO 2590-9 veri toplama cihazlarının [19-20] ara çeyrek köprü bağlantı kabloları ile numunelere gerinim pullarına bağlanmaları ile oluşturulmuştur. SM21 burulma cihazı, numune üzerine uygulanan tork yükünü digital gösterge ile, ϕ dönme açısını ise sayaç değerleri ile vermektedir. Bu nedenle, her sayaç göstergesinin 0.3° dereceye tekabül ettiği dikkate alınarak; $\phi(\text{rad}) = (\text{sayaç değeri})(0.3^\circ)(\pi/180^\circ)$ şeklinde hesaplanmaktadır. Burada, γ değerlerinin ϕ , L ve r cinsinden yazılması ile $\gamma_{\text{ort}} = \phi r / L$ eşitliği elde edilerek, her tork değerinin oluşturduğu kayma gerilmesine (τ_{ort}) karşılık oluşan kayma gerinimlerinin (γ_{ort}) eğrileri çizilmektedir.

Burulma probleminde, fiber kompozit yapılar için de Mohr dairesi yaklaşımının iki değişmezi olan I_1 ve I_2 cinsinden ifadeleri geçerlidir [21](Ek A, Denklem (A2)-(A4)). Bu durumda I_1 değişmezi, Mohr dairesinin merkezini ve I_2 değişmezi ise dairenin yarı çapını belirtmekte olup her ikisi de hem izotropik hem de fiber kompozit malzemeler için de geçerlidir. Böylece, maksimum kayma gerilmesi Mohr dairesinde $2\theta_p = 90^\circ$ açısı ile

gösterilmeye devam etmektedir. Ayrıca, burulma probleminde asal eksenlere göre $\sigma_1 = |\sigma_2| = \tau$ eşitliği de dikkate alınarak, orta eksene göre 45° açı ile dönmüş ekseninde asal gerilmelere ulaşılabileceği açıktır. Denklem (6) ve (7) de görülen üç eksenli durumdaki ϵ_{asal} gerinim ifadeleri, [22] deneysel çalışmalardan elde edilen voltaj farkı ifadelerinde yerinde kullanılarak, γ birim kayma deformasyonunun ifadesi çıkarılmıştır.

$$\epsilon_{\text{asal}} = \frac{\sigma_1}{E} - \frac{\nu}{E} \sigma_2 \quad (6)$$

$$\epsilon_{\text{asal}} = \frac{\sigma_1(1+\nu)}{E} = \frac{\tau(1+\nu)}{E} \quad (7)$$

Fiber kompozit malzemeler için asal eksen olarak, fibere paralel yön için 1 ile, fibere dik iki düzlemdeki eksenler için ise 2 ve 3 doğrultuları ile gösterilmektedirler (Şekil 2). Mohr dairesine göre oluşmakta olan asal gerilmeler, maksimum kayma gerinimlerinin yarısı kadardır $\epsilon_{\text{asal}} = \gamma_{\text{mak}} / 2$. Bu ifade, ölçüm alınan 2-3 düzlemiyle çakışık durumdaki $r-\phi$ düzlemine göre aşağıdaki şekilde yazılacaktır.

$$\epsilon_{\text{asal}} = \frac{(\gamma_{23})_{\text{mak}}}{2} = \frac{(\gamma_{r\phi})_{\text{mak}}}{2} \quad (8)$$

Deneylerde tek yönlü KFG-5-120-C1-1, KFG-10-120-C1-1 ve KFG-10-120-D17 üç eksenli gerinim pulları [23] kullanılmıştır. Gerinim pulları ile ölçümleri gerçekleştirebilmek için yukarıdaki formülasyonun, veri toplama cihazlarından elde edilen v_0 voltaj fark değerinin, sinyal işleme devresinden gelen kazanç faktörü (GF: Gain Factor) ile yeniden tanımlanmasını yapılması gerekmektedir. Testler sırasında, iki ayrı veri toplama sistemi [17,19] kullanıldığı dikkate alınarak, ilgili eşitlikler, çalışma için hazırlanmış olan Excel veri tablosunda; voltaj farkı, sayaç ve tork değerleri girilerek, ortalama kayma modülü değerleri, $(\tau-\gamma)$ dağılımları otomatik olarak her deney için hazırlanmıştır.

Gerinim pullarından alınan voltaj farkı değerlerinin çeyrek köprü ile özel ara bağlantı kabloları üzerinde oluşturulması (TDG) [17-18] sağlanmıştır. ALMEMO 2590-9 veri toplama cihazı [19-20], 512Kb-100000 adet ölçülebilir değer saklayabilen hafızaya sahip, 9 kanal kapasiteli, 2 bilgisayar çıkışı soketine sahip bir cihazdır. ALMEMO veri toplama cihazına, $U=5V$ ve kazanç faktörü 10 olan EEPROM'lu birim deformasyon ölçümleri için kullanılan 9 ayrı, ZB 9060-K kod numaralı bağlantı soketlerinin ayrı ayrı ara bağlantı

kablolarına bağlanması ile ölçüm sistemi kurulmuştur (Şekil 3).

TDG veri toplama sisteminde ise gerinim pullarına bağlanan ara bağlantı kablolarının haberleşme birimine, oradan AI8a, 8 kanallı veri toplama birimine ve diz üstü bilgisayara bağlanması ile bağlantılar kurulmuştur (Şekil 4). Bu sisteme ait CoDA [17] veri toplama yazılım paketi ile veriler anlık değişen görüntülü ve grafiksel ekranda, voltaj farkları değerleri için toplanmıştır. Numunelerin nem oranları ise (%) olarak, mekanik nem ölçer [24] ile belirlenmiştir. Ölçülen voltaj farkı değerlerinin (ϵ) normal gerinim cinsinden yazılabilmesi için aşağıdaki ifadeler kullanılmaktadır [17,18];

$$GF = \frac{\Delta R / R}{\Delta L / L} = \frac{\Delta R / R}{\epsilon_{\text{asal}}} \quad (9)$$

$$V_0 = -\frac{(GF)\epsilon_{\text{asal}}}{4} \left[\frac{1}{1 + (GF)\frac{\epsilon_{\text{asal}}}{2}} \right] V_i \text{ Gain (Volts)} \quad (10)$$

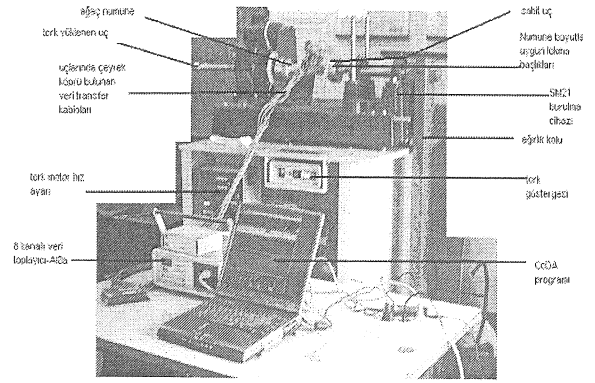
Tek puldan gelen bilginin doğru olarak gerinim bilgisine çevrilebilmesi için pulun kazanç faktörü (GF), köprü ikaz gerilimi (V_i) ve cihaza bağlı analog sinyal işleme devresi kazanç faktörünün tam olarak bilinmesi gerekmektedir. Yapılan araştırmada kullanılan bu değerler; GF=2.1 (gerinim pulu direnci 120 Ω), $V_i = 2.00$ Volt [17,18], ve Gain=493,66 değerleri Denklem (10)'da yerleştirilir. Ayrıca, asal kayma gerinmesini tanımlayabilmek için de Denklem (8) ifadesi, Denklem (10) da yerine konulduğu zaman aşağıdaki voltaj farkına bağlı maksimum kayma deformasyon değeri için gerekli olan ve deneylerde kullanılan ifade bulunur.

$$\gamma_{\text{mak}} = -\frac{2V_0}{1.05V_0 + 1295.92} \quad (11)$$

Numuneler ve Burulma Deneyleri

Bu çalışmanın amacı, değişik tür ve geometrilerdeki ağaç numunelerin transverse izotropik fiber kompozit yapısı dikkate alınarak ($\tau-\gamma$) dağılım farklılıklarının belirlenmesi, aynı zamanda bu dağılımların numune yüzeylerinin belirlenen noktalarından alınmasıyla oluşmakta olan kayma modülündeki değişimlerinde bulunması şeklinde özetlenebilir [8]. Bununla beraber, bu değişimlere karşılık gelen ampirik ifadelerin de yazılıp yazılmayacağı test edilmiştir. Transvers izotrop malzemelere örnek gösterdiğimiz ağaç numuneler, eksenel simetri özelliği ile tanımlanmaktadırlar. Bununla beraber, numunenin ağaçtan kesilerek alındığı bölgede önem arz etmektedir. Hazırlanan numuneler, mümkün olduğunca kadar ağacın aynı bölgesinden ve ağaç

liflerinin paralelliğinin korunmasına dikkat edilerek hazırlanmış ve kullanılmıştır.



Şekil 4. Ağaç numune ve AI8a veri toplama sisteminin SM21 burulma cihazı ile bağlantı kabloları sayesinde bağlanmış durumu

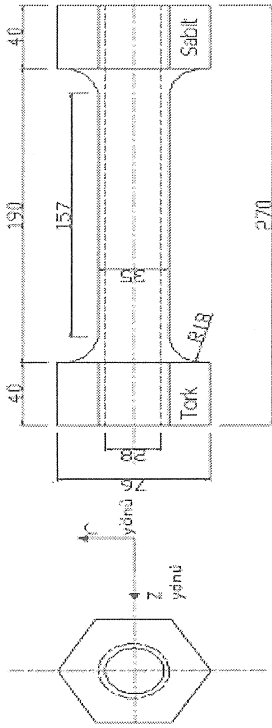
Gürgen (*Carpinus betulus*), sarı çam (*Pinus sylvestris*), meşe (*Quercus petraea ssp. iberica*), kestane (*Castanea dentata*) ağaç numuneler ilk olarak, ortalama eşdeğer kayma modülü ($G_{\text{ort,es}}$) değerlerinin daha sonra da gerinim pullarının kullanılması ile beraber, belirli koordinat noktaları üzerinden yapılan ölçümlerle elde edilen fonksiyonel (G_{fonk}) değerlerinin çıkarılması için, ayrı ayrı burulma yüklemesine maruz bırakılmışlardır. Sonuçlar, deney numaraları ile beraber, B(büyük), K(küçük), B(boş), D(dolu) numuneler, Ç(sarı çam), K(kestane), M(meşe) ve G(gürgen) tipi ağaçların baş harfleri kullanılarak "deney numarası-ağaç tipi-büyük-küçük-dolu/boş" sıralamasına göre kodlama yapılarak isimlendirilmiş olup, karşılaştırmalar buna göre kolaylıkla yapılmıştır. Deneylerde kullanılan numunelerin boyutlandırılması [8], Şekil 5'de görüleceği üzere 270mm numune uzunluğu, 190mm test ölçüm uzunluğu, R18 eğrilik yarı çapı, 35mm ve 28mm sırasıyla dış ve iç çaplar alınmak suretiyle yapılmıştır [8,25]. Burulma yüklemesinde uygulanan burulma momenti, tork'u üreten motorun oluşturduğu maksimum hız olan 225 derece/dakika'ya karşılık gelen 7 değeri ile belirtilmekte olup, bütün deneyler (4-5) aralığında (≈ 145 derece/dakika) yapılmıştır. Deneylerin yapıldığı laboratuvarın sıcaklığı 15-20 C° olup, numunelerin ortalama nem oranı 6-7% olarak ölçülmüştür.

DENEYSEL TESTLER VE DEĞERLENDİRME

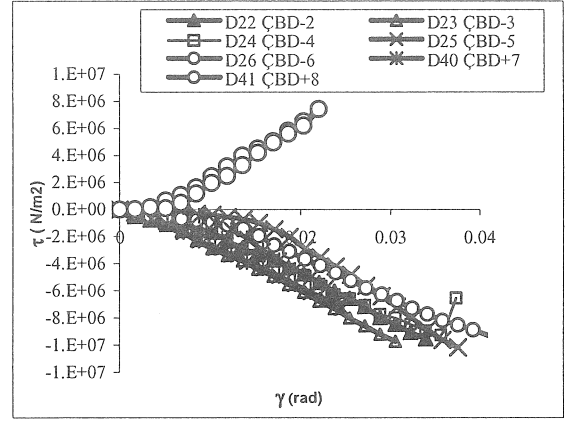
Ortalama Kayma Modüllerinin Belirlenmesi

Bu bölümde içi boş ve içi dolu, büyük boyutlardaki çam, gürgen, kestane ve meşe numunelerle yapılan testlerin sonuçları verilecektir.

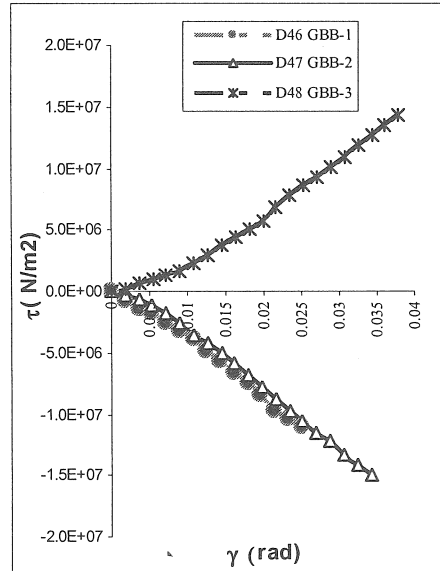
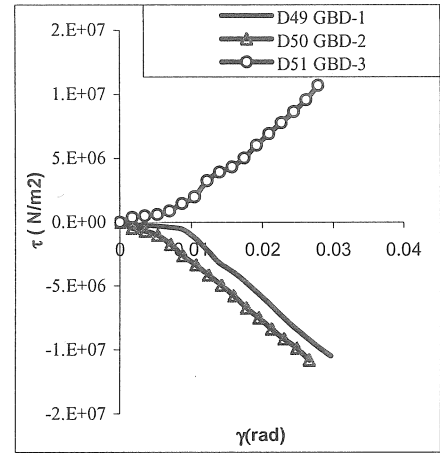
Şekil 6'de verilen eğride, çam numunelerin numaralandırmaları ile beraber 7 deneyin sonuçları gösterilmektedir. Bu eğrilerden görüldüğü gibi yüklemelerden biri (+ α) yönlü iken, geri kalan altı yüklenme (- α) yönlü olarak uygulanmıştır. Çalışmalar boyunca uygulanan burulma yükü, lif yönüne göre pozitif yönlü ise (+ α), lif yönüne ters yönlü ise (- α) işareti ile gösterilmiştir. Bu iki yüklenme arasındaki malzemenin davranış farklılıkları, eğrilerde görülmektedir. Deneyler sırasında elde edilen pozitif yönlü yüklemeye ait (+ α) işaretli eğrilerde, numunenin kırılması relatif olarak çok daha büyük γ değerlerinde görülürken, ters yön işaretli (- α) yüklemelerde, numuneler çok daha düşük τ ve γ değerlerinde kırılmaktadırlar. Testlerden elde edilen $G_{ort,es}$ değerleri, Tablo 1' de verilmiştir. Pozitif yönlü (+ α) yüklemelerle elde edilen ortalama $G_{ort,es}$ değerlerinin (- α) yönlü olanlara göre daha düşük olduğu görülmektedir. İçi dolu çam numunelerle yapılan deneylerde (+ α) yönlü yüklemeler daha yüksek $G_{ort,es}$ değerleri verirken, (- α) yönlü olanlar daha düşüktür (Şekil 6, Tablo 1).



Şekil 5. Değişik türlerdeki ağaç numunelerin geometrik boyutlandırmalarına (mm) ait teknik resim



Şekil 6. İçi dolu çam numunelere ait τ (N/m²) değerlerinin γ (rad) ile değişim eğrileri



Şekil 7. İçi dolu ve boş gürgen numunelere ait τ (N/m²) değerlerinin γ (rad) ile değişim eğrileri

Tablo 1. Değişik ağaç numunelerden gerinim pulu kullanılmadan elde edilen ortalama (eşdeğer) kayma modülü değerleri [8]

G _{ort.es} : Ortalama			G _{ort.es} : Ortalama		
No	Deney Kodu	Kayma Modülü (GPa) ve yüklenme yönü	No	Deney Kodu	Kayma Modülü (GPa) ve yüklenme yönü
1	D32ÇBB-6	0.349 (-α)	24	D54MBD-3	0.291 (-α)
2	D33ÇBB-7	0.464 (-α)	25	D55MBB-1	0.324 (+α)
3	D34ÇBB-8	0.270 (+α)	26	D56MBB-2	0.355 (+α)
4	D35ÇBB-9	0.325 (+α)	27	D57MBB-3	0.401 (-α)
5	D36ÇBB-10	0.343 (+α)	28	D58MBB-4	0.429 (-α)
6	D37ÇBB-11	0.405 (-α)	29	D59MBB-5	0.404 (+α)
7	D38ÇBB-12	0.379 (-α)	30	D60MBB-6	0.273 (+α)
8	D39ÇBB-13	0.321 (-α)	31	D61KBD-1	0.307 (+α)
9	D22ÇBD-2	0.288 (-α)	32	D62KBD-2	0.405 (+α)
10	D23ÇBD-3	0.324 (-α)	33	D63KBD-3	0.310 (+α)
11	D24ÇBD-4	0.259 (-α)	34	D64KBD-4	0.359 (+α)
12	D25ÇBD-5	0.284 (-α)	35	D10KBB-1	0.210 (-α)
13	D26ÇBD-6	0.248 (-α)	36	D21KBB-2	0.469 (-α)
14	D40ÇBD-7	0.299 (-α)	37	D27KBB-3	0.453 (+α)
15	D41ÇBD-8	0.344 (+α)	38	D28KBB-4	0.405 (-α)
16	D49GBD-1	0.387 (-α)	39	D29KBB-5	0.308 (+α)
17	D50GBD-2	0.425 (-α)	40	D30KBB-6	0.392 (+α)
18	D51GBD-3	0.392 (+α)	41	D31KBB-7	0.396 (-α)
19	D46GBB-1	0.457 (-α)	42	D11ÇBB-1	0.168 (+α)
20	D47GBB-2	0.464 (-α)	43	D12ÇBB-2	0.191 (+α)
21	D48GBB-3	0.397 (+α)	44	D13ÇBB-3	0.142 (+α)
22	D52MBD-1	0.473 (+α)	45	D32ÇBB-6	0.349 (+α)
23	D53MBD-2	0.427 (+α)	46	D33ÇBB-7	0.464 (+α)

Şekil 7 ile verilen eğrilerde sırasıyla önce gürgen büyük dolu (GBD) numunelere, daha sonra da gürgen büyük boş (GBB) numunelere ait deneylerin ortalama sonuçlarına ait dağılımlar görülmektedir. İçi boş numunelerin, G_{ort} modülü değerleri Tablo 1'de görüldüğü gibi (+α) yüklemesi için (-α) 'ya göre daha düşük değerlerde bulunmaktadır. İçi dolu numunelerde ise, tam ters olarak (+α) için büyük G_{ort} değerleri bulunurken, (-α) için ise küçük G_{ort} değerleri elde edilmiştir.

Şekil 8 ile verilen verilerde meşe ağaçlarına göre elde edilen sonuçlar doğrusal olmayan eğrileriyle birlikte sırasıyla verilmektedir. Ağaç malzeme genellikle doğrusal olmayan elastik davranış göstermektedir. Bu nedenle, kayma modülü hesaplamaları (τ-γ) eğrilerinin doğrusallaştığı belirli bölgelerinden alınarak bulunabilmektedir [14-15]. Meşe ağacına ait dolu numunelerde, (+α) yönlü yüklemelerde, (-α) yönlü olanlara göre daha büyük G_{ort} değeri bulunurken, içi boş olanlarda, (-α)

yönlüler (+ α) olanlara daha büyük değerler vermektedir. Bu nedenle, aynı γ değeri için $\tau(+\alpha) > \tau(-\alpha)$ ifadesi tanımlanabilir. Dolu numunelerde aynı γ değeri için $G(+\alpha) > G(-\alpha)$, içi boş olanlar için ise $G(+\alpha) < G(-\alpha)$ ve $\tau(+\alpha) < \tau(-\alpha)$ şeklindeki ifadeleri görülecektir. Ayrıca, içi boş numuneye ait eğrilerden görüldüğü gibi, D57, D58, D59 ve D60 deneylerine ait $(\tau-\gamma)$ dağılımları yaklaşık olarak $\tau=1.5E+07N/m^2$ değerine D55 ve D56 tekrarlanan yüklemelerinden sonra geldikleri için kalıcı deformasyon göstermektedirler. Tekrarlanan yüklemeler ve kalıcı deformasyonlara ait bulunan çalışma sonuçları bu konu başlığında yer almaması nedeniyle ilerideki çalışmalarımızda anlatılacaktır.

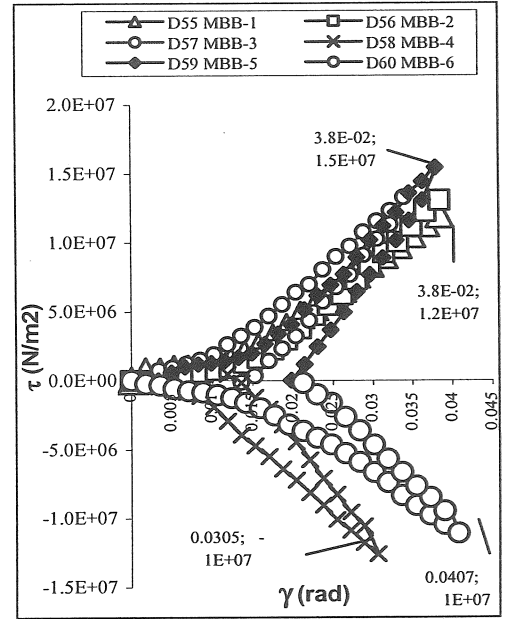
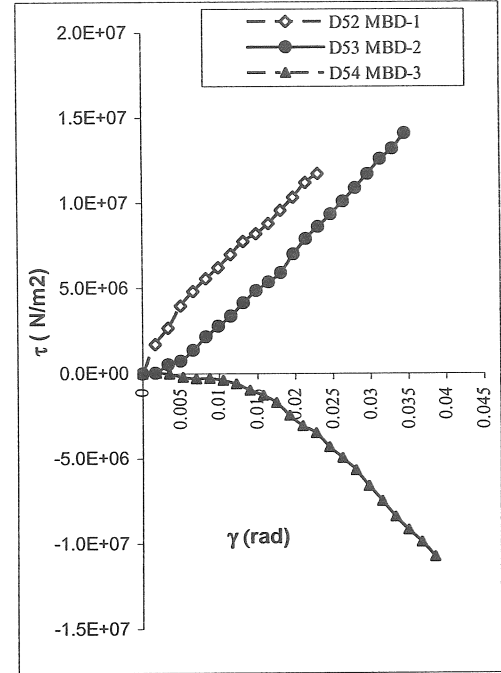
Kestane ağacından hazırlanmış numunelerden dolu ve içi boş olanların testlerinden (+ α), (- α) yönlerine ait olan sonuç eğrileri Şekil 9 ile verilmektedir. İçi dolu aynı numuneye ait eğrilerden görüldüğü gibi, D61, D62, D63 ve D64 deneylerinden ilk uygulanan D61 deneyinde, $(\tau-\gamma)$ dağılımı yaklaşık olarak $\tau=1.1E+07N/m^2$ değerine ulaşmış ve kalıcı deformasyon göstermiştir. Aynı numune üzerinde yapılan diğer deneyler ise; D62, D63, D64 ile tekrarlanan yüklemeler altında daha önceki uygulamaların da etkilerini taşıdığı için kalıcı deformasyon göstermeye devam etmişlerdir.

Bunlara ek olarak, Şekil 9'a ait ilk eğride, yüklenme ve yüklemenin boşaltılması sonucu oluşan kalıntı γ değerleri görülmektedir. Yine diğer ağaç çeşitlerindeki numunelerle yapılmış deney sonuçlarına ortalama kayma modülü açısından bakıldığında, genel olarak dolu olanlarda $G_{ort}(+\alpha) > G_{ort}(-\alpha)$ ve içi boş olanlarda $G(-\alpha) > G(+\alpha)$ karşılaştırmaları görülmektedir [8].

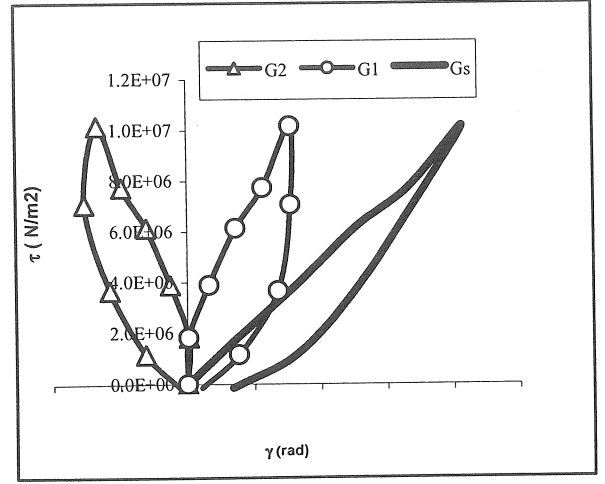
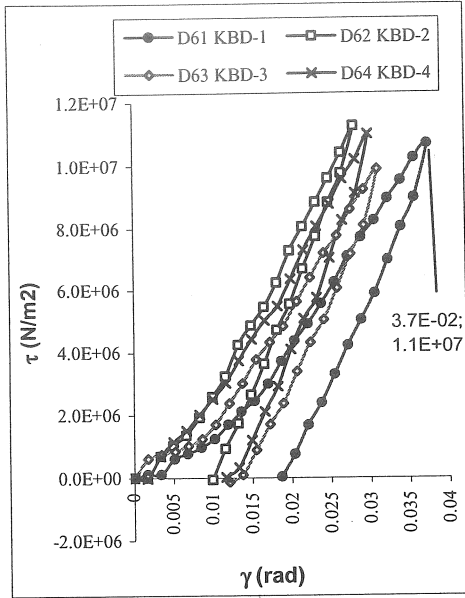
Koordinat Tanımlı Kayma Modülü Değerlerinin Belirlenmesi

Belirli noktalara yerleştirilen gerinim pullarıyla, yönler bağli olarak elde edilen gerinim değerleri, bu bölümde ayrıntılı olarak verilmektedir. Şekil 10, içi boş kestane numunesinin orta koordinat noktasındaki üst yüzeyine, z-eksenine göre $\theta' = 0^\circ, 135^\circ$ açılarıyla yerleştirilen iki gerinim pulu ile elde edilen değerlere ek olarak $(\tau-\gamma)_{ort}$ dağılımlarını da göstermektedir. Numune üzerindeki ortalama $(\tau-\gamma)$ değerleri koyu sürekli çizgi ile (G_s) gösterilmiştir. Şekilden de görüleceği gibi G1 gerinim pulu doğrultusundaki (+45°) lifler çekme gerilmeleri altındayken, G2 yönlüler (+135° veya -45°) basma gerilmeleri altında kalmaktadırlar. Diğer bir deyişle, fiziksel olarak fiber

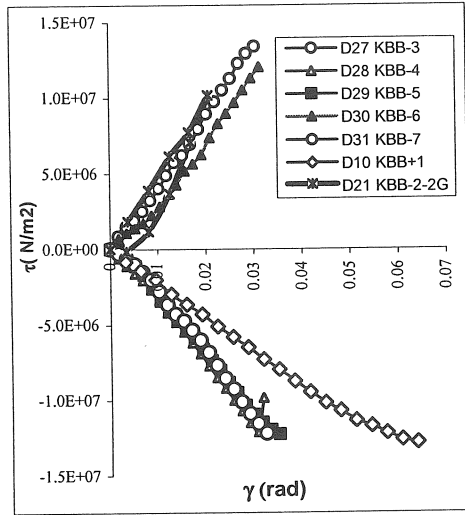
G1 yönündeyse, fiberin içinde bulunduğu matris malzeme G1 yönüne dik konumda daralma göstermektedir.



Şekil 8. İçi dolu ve boş meşe numunelere ait $\tau(N/m^2)$ değerlerinin γ (rad) ile değişimii

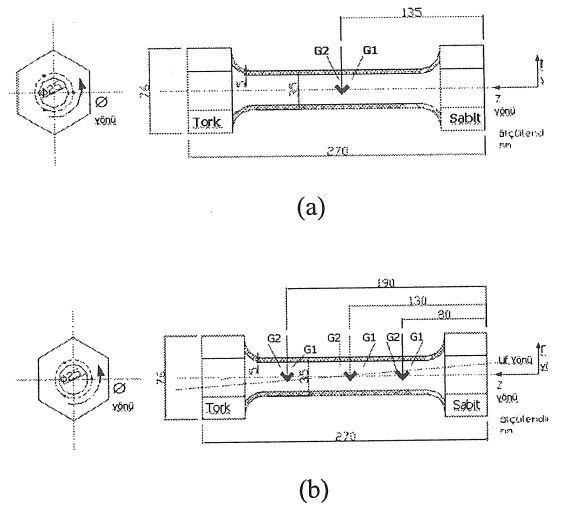


Şekil 10. D-21 kodlu deneyde iki gerinim pullu içi boş kestane numunesinin, birinci ve ikinci gerinim kullarından okunan değerler ile hesaplanan τ (N/m²) değerlerinin γ (rad) ile değişim eğrileri (Şekil 11)

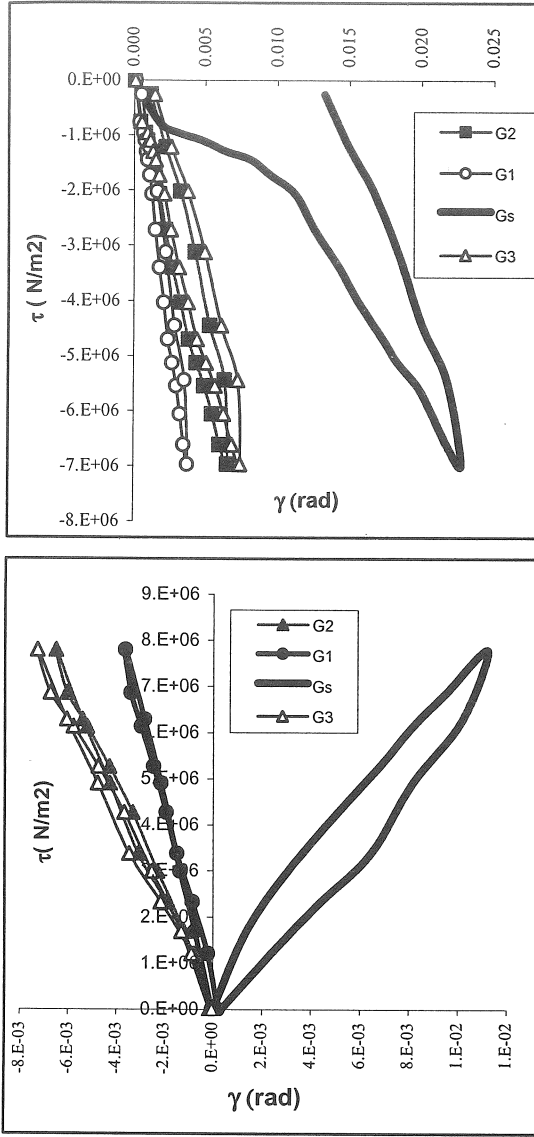


Şekil 9. İçi dolu ve boş kestane numunelere ait τ (N/m²) değerlerinin γ (rad) ile değişimi

Şekil 11'deki çam ağacından yapılmış numunelerin boyutlandırılmış teknik resimlerinden de görüleceği üzere, orta eksenle 45° ve 135° açılar yapacak şekilde yapıştırılmışlardır. Aynı numune önce lif yönüne paralel, daha sonra da lif yönüne dik yönlerde kayma gerilmeleri oluşturacak şekilde tork yüklemesi altında bırakılmışlardır. Şekil 12'deki koyu kalın sürekli çizgi, numunenin ortalama kayma gerilme-gerinim dağılımlarının Denklem(1-3) ifadelerinden elde edilerek çizilen grafiğidir (Tablo 1).



Şekil 11.a) D21 numaralı deneylerde kullanılan içi boş kestane numunesi ile yatay eksenle 45° ve 135°'lik açı yapan 2 adet gerinim pulunun konumları b) D42, D43, D44, D45 numaralı deneylerde kullanılan içi boş çam numunesi ile yatay eksenle 45° ve 135°'lik açı yapan 6 adet gerinim pulunun konumları



Şekil 12. D-22 numaralı deneyde geri ve ileri tork ($-\alpha/+ \alpha$) yükleme yönleriyle, içi boş çam numunesinden lif yönüne paralel ve dik yönlerden gerinim pulları ile elde edilen değerlerin, ortalama değer (G_s) ile karşılaştırıldığı $\tau(N/m^2)$ - γ (rad) eğrileri

Lif Yönüne Paralel Gerinim Ölçümleri

Bu gruptaki çalışmalarda, ağaç numunelerin lif doğrultularında, gerinim pullarının yapıştırılmaları ile elde edilmiş $(\tau-\gamma)_{\text{nokta}}$ eğrileri ve kayma modüllerinin değerlerindeki değişimler grafikler ile özetlenmektedir.

Şekil 13'de, 5 gerinim pulu ile içi boş gürgen numuneden elde edilen ölçümlerin eğrisel gösterimlerini vermektedir. Şekil 14 ise 6 gerinim pulu ile kestane ağaç numunesinden elde edilen ölçüm sonuçlarını vermektedir.

Şekil 14'de, AI8a ve ALMEMO iki farklı veri toplama sistemi ile elde edilen, aynı boş kestane numunesinin tekrarlanmış deney sonuçlarını vermektedir. Bu deneylerden elde edilen G_{nokta} kayma modülü değerleri Tablo 2 ile verilmektedir.

Tablo 3, kestane, gürgen ve çam numunelerine yapıştırılan 4, 5, 6 ve 7 adet gerinim pullarından alınan kayma modülü değerlerine ait sonuç değerleri özetlemektedir. Tabloda, karartılmış bölge olarak gösterilen kısım, iç yüzeyden alınan verilere karşılık gelen değerleri içermektedir. Her numunenin ağaç lif yapıları aynı olmadığı için değerlerde sapmalar görülebilmektedir. Tabloda, ayrıca genellikle dış yüzeye ait kayma modülü değerlerinin, iç yüzeydekilere göre daha küçük olduğu görülmektedir.

Tablo 4, kestane ağacına ait dört adet burulma numunesinden, belirli z, ϕ koordinat eksenleri boyunca alınan değerleri göstermektedir. Numuneler üzerinde z koordinatları boyunca her dört grup değeri için, standart hata değeri de hesaplanmıştır. Bu değer, z koordinatları boyunca elde edilen G kayma modülü değerlerinin değişimini gösteren ikinci mertebeden kuadratik eğriler için hesaplanarak verilmiştir [8-9].

Tablo 2. TDG A81a, ALMEMO 2590-9 veri toplama cihazlarının kullanılması ile aynı numuneye ve değişik sayıdaki gerinim pulları ile elde edilen kayma modülü değerleri [8]

Dene y Kod u	G_{ort} (GPa)	G_{1G} (GPa)	G_{2G} (GPa)	G_{3G} (GPa)	G_{4G} (GPa)	G_{5G-k} (GPa)	G_{6G-k} (GPa)	G_{7G-k} (GPa)
AD3-d-KBB-7G	0.462	0.667	1.65	0.874	5.77	8.57	5.63	14.0
AD3-e-KBB-7G	0.462	0.869	0.074	0.767	1.37	5.95	22.6	18.4

Tablo 3. İçi boş değişik burulma numunelerine 4, 5, ve 7 adet gerinim pullarının $\theta' = 0$ açısına göre yerleştirilmesiyle elde edilen kayma modülü değerleri

Dene y Kod u	$G_{\text{ort}} (\sigma)$	G_{1G-k} (GPa)	G_{2G-k} (GPa)	G_{3G-k} (GPa)	G_{4G-k} (GPa)	G_{5G-k} (GPa)	G_{6G-k} (GPa)	G_{7G-k} (GPa)	Dene y-Grup Ortalaması	Standar Sapma
AD1-a-KBB-4G	0.484	0.557	-	-	-	0.194	0.279	-	0.34	0.19
AD2-a-GBB-5G	0.539	0.543	2.08	3.40	-	4.71	3.24	-	2.79	1.57
AD3-a-KBB-6G	0.450	30.4	22.0	4.56	8.32	5.65	5.65	-	6.05	1.60
AD3-b-KBB-6G	0.217	1.57	1.21	0.930	1.49	6.71	1.44	-	2.23	2.27
AD3-c-KBB-7G	0.598	12.7	22.3	3.62	37.8	10.9	5.36	74.9	25.32	23.94
AD3-e-KBB-7G	0.462	0.667	1.65	0.874	5.77	8.57	5.63	14.0	5.31	4.85
AD4-a-CBB-6G	0.404	3.46	9.03	8.33	0.536	1.05	-	34.2	4.48	3.99

Tablo 4. Kestane içi boş numunelerine $\theta' = 0$ lif yönünde yapıştırılan gerinim pulları ile yapılan ölçümlere göre hesaplanan kayma modülü değerleri ve hata yüzdeleri [8,26]

Deney Koşu ve Gerinim Pulu Numaraları	z-koordinatı (mm)	ϕ -koordinatı (derece)	G_{ϕ} (GPa)	Deney Koşu ve Gerinim Pulu Numaraları	z-koordinatı (mm)	ϕ -koordinatı (derece)	G_{ϕ} (GPa)
AD3-a-ABB-6G			(Standart Hata ($\sigma=200$); 4.519)	AD3-b-KBB-7G			(Standart Hata ($\sigma=72$); 0.219)
G-1	200	0	30.4	G-7	72	0	1.57
G-2	200	65.04	27.0	G-8	72	121.89	1.21
G-3	200	182.73	4.56	G-9	72	229.19	0.93
G-4	200	229.19	8.32	G-10	72	300.42	1.49
G-5	133	6.19	5.65	G-5	133	6.19	6.71
G-6	133	185.82	1.71	G-6	133	185.82	1.44
AD3-c-KBB-7G			(Standart Hata ($\sigma=200$); 21.47)	AD3-d-KBB-7G			(Standart Hata ($\sigma=72$); 2.123)
G-1	200	0	12.7	G-7	72	0	0.67
G-2	200	65.04	22.3	G-8	72	121.89	1.65
G-3	200	182.73	3.62	G-9	72	229.19	0.87
G-4	200	229.19	37.8	G-10	72	300.42	5.77
G-14c	210	4	10.9	G-14c	65	41.94	8.57
G-24c	210	108.40	5.36	G-24c	65	123.88	5.63
G-34c	210	139.37	74.9	G-34c	65	185.82	14.0

Gerinim Pulları ile Asal Yönlere Göre Ölçümler

Bu grup deneysel çalışmalarda, gerinim pulları ağaç lif yönleri ile 45° açı oluşturacak şekilde yapıştırılarak ölçümler yapılmıştır. Böylece, asal yönler için Denklem (6-11) ifadeleri kullanılarak, normal yönlü birim deformasyon değerleri, kayma birim deformasyona dönüştürülmüştür. Değerler r, z ve ϕ yönlü olmak üzere, 3 ayrı alt grup halinde ele alınmıştır. Bu aşamada ifade edilen z bağımlı bütün fonksiyon tanımlamaları kolaylık olması amacıyla kısaca z ile gösterilmiştir.

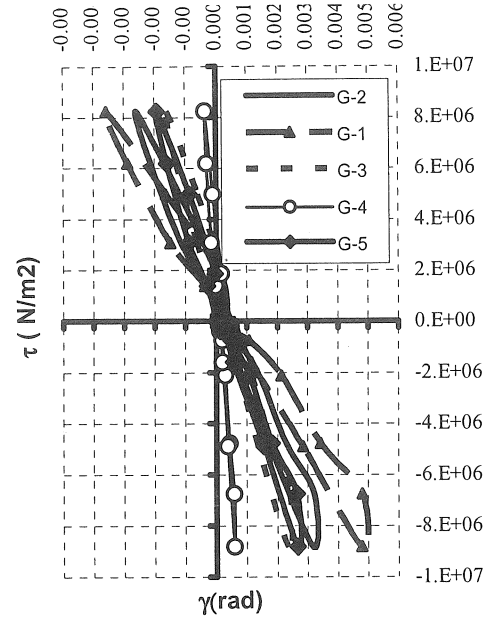
Çizilen $(\tau-\gamma)_{\text{nokta}}$ koordinat bağımlı eğrilerin eğimlerinden elde edilen kayma modülü değerlerinin değişimlerinin çıkarımları, r, z, ϕ yönleri boyunca çizilen eğriler yardımıyla gösterimleri sağlanırken, fonksiyonel ifadeleri de Excel programından yararlanılarak elde edilmiştir.

Şekil 16 ve 17, ϕ açısının belirlenen $0^\circ, 120^\circ, 240^\circ$ değerlerinde, numunenin dış yüzeyine yapıştırılan gerinim pullarından alınan bilgilere göre elde edilen $G(\phi)$ grafiğini vermektedir. Burada yaklaşık olarak kuadratik ve üstel fonksiyonlar ile verilmekte olan eğri ifadeleri, yalnızca belirtilen eğri yüzeyleri için geçerlidir. Eğrilerin periodik fonksiyonlar ile tekrarlanması beklenmemektedir. İç yüzeyden, yine aynı açılarda alınan bilgiler Şekil 18 ile verilmektedir. Şekil 19'da ise, bu iki grafiğin bir arada gösterimleri ile karşılıklı değişimleri gözlemlenmektedir.

Şekil 20'de yarıçap- r boyunca çam numunenin iç ve dış yüzeylerinden elde edilen ölçümlere göre çizilmiş G doğrularının değişim eğrileri ampirik ifadelerle birlikte verilmektedir. ϕ

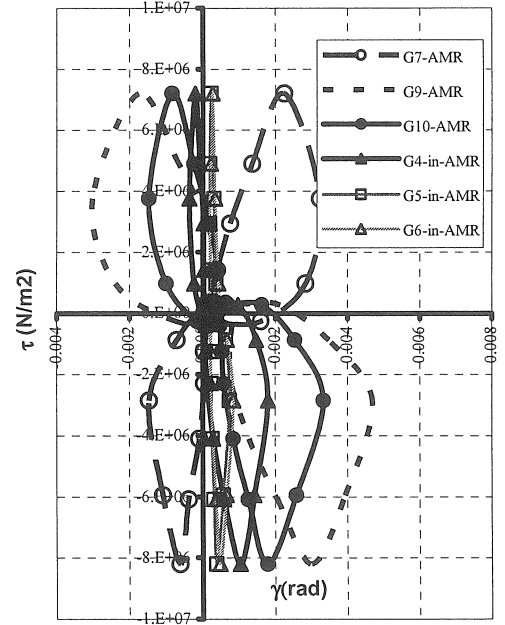
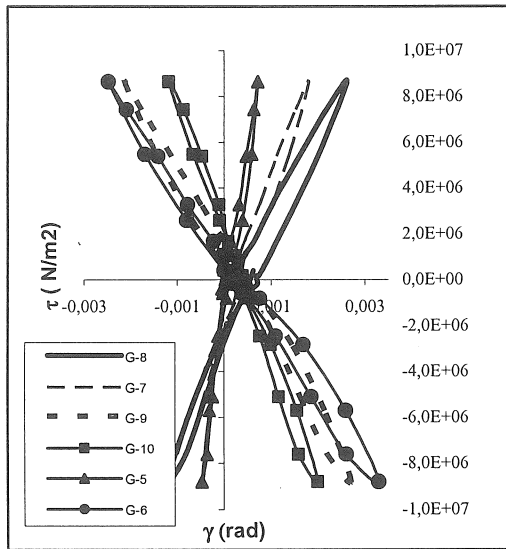
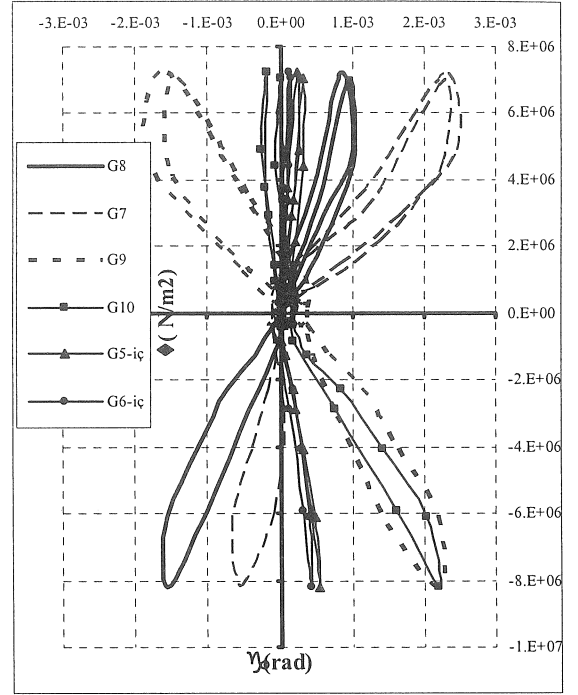
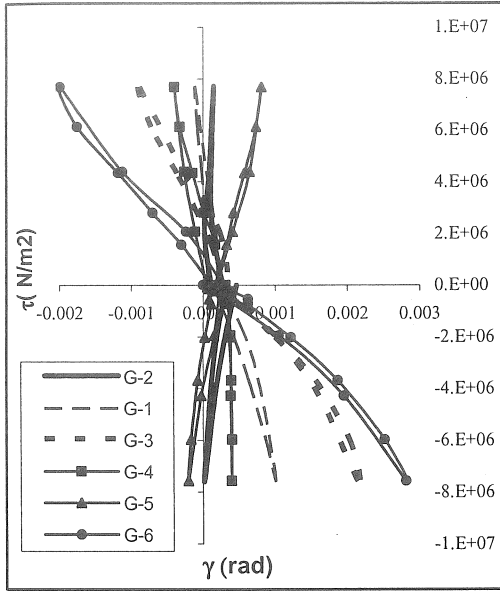
yönünde $0^\circ, 120^\circ$ ve 240° 'ye karşılık gelen numunenin sabit ucuna yapıştırılmış pullardan elde edilen değerlerin lineer dağılımları, G1, G2, G3 gerinim pulu sıralamasına göre eğim farklılıklarıyla beraber görülmektedir.

Şekil 21, burulma momentinin uygulandığı kenardaki (Ek C: şekillerde sol kenar), yine aynı açılarda yüzeye yapıştırılmış gerinim pullarından alınan bilgilerin değişim eğrilerinin toplam şeklidir.



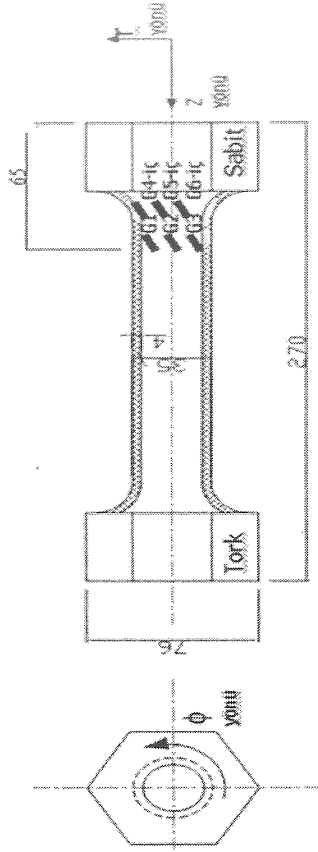
Şekil 13. AD2-a-GBB-5G numaralı deneydeki içi boş gürgen numunesine için τ (N/m²)- γ (rad) eğrileri (Ek C-Şekil C1)

Şekil 22 ve 23, çam numunelerin $G(z)$ fonksiyonlarının z koordinatına bağlı elde edilen kuadratik değişimlerini lif yönünde birbirlerine paralel olarak dizilmiş gerinim pullarından ölçülen değerlerine, önce $z = 65, 117, 157, 200$ (mm)'de daha sonra da $z = 65, 110, 155, 200$ (mm) koordinatlarında göstermektedir. Şekil 22 ve 23, çam numunelere ait $G(z)-z$ eğrileri 4 noktadan geçen ortak eğim çizgilerinin gösterilmesiyle de ifade edilmeye çalışılmıştır.

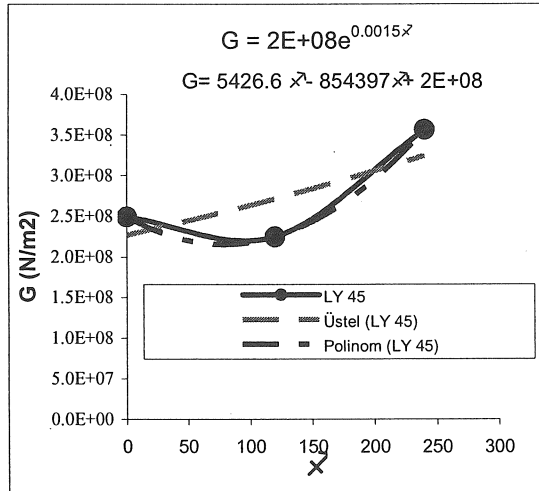


Şekil 14. AD3-a-KBB-6G ve AD3-b-KBB-6G numaralı deneylere ait içi boş kestane numunelerine ait τ (N/m²)- γ (rad) eğrileri (Ek C-Şekil C2-C3)

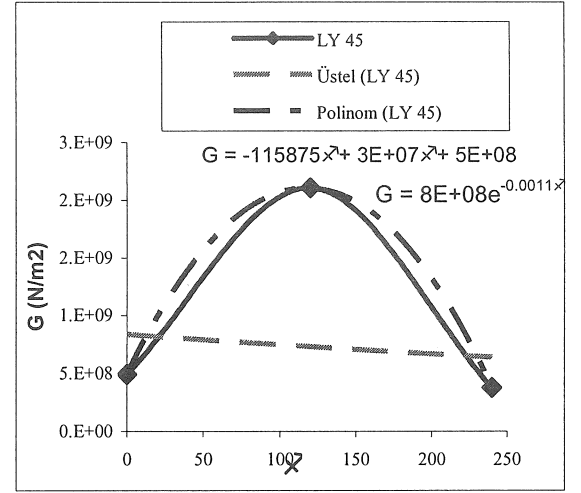
Şekil 15. AD3-e-KBB-6G numaralı deneyde tekrarlanan yükler altındaki içi boş kestane numunesinden, TDG, ALMEMO veri toplama cihazları ve gerinim pulları yardımı ile aynı numuneden oluşturulan τ (N/m²)- γ (rad) eğrileri (Ek C-Şekil C4)



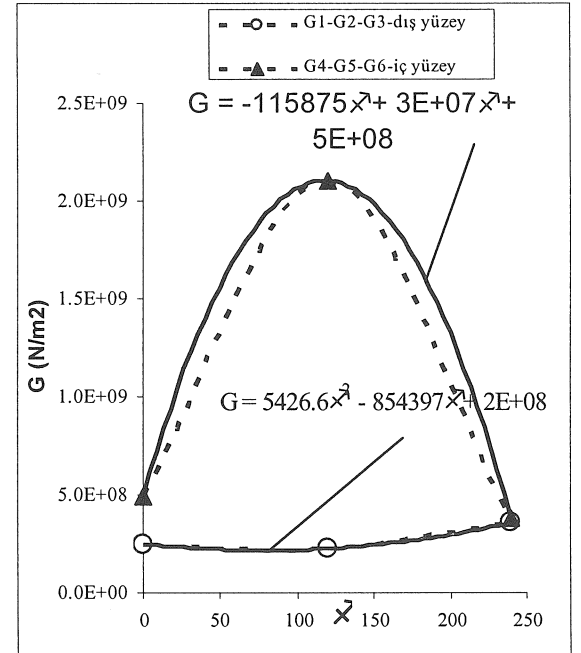
Şekil 16. İçi boş AD9-a-ÇBB çam numunesine yapıştırılmış gerinim pullarının görünümü



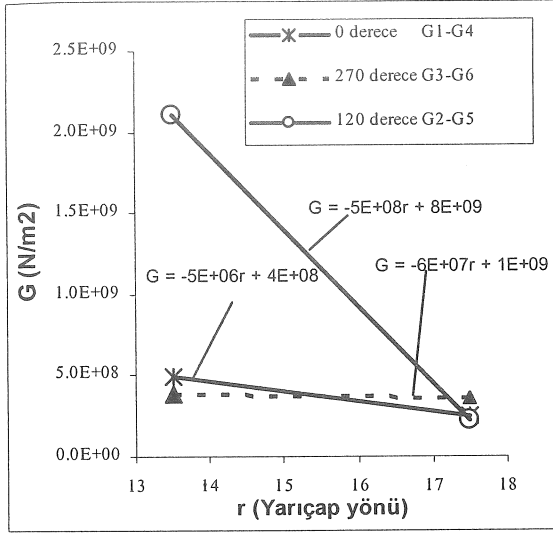
Şekil 17. AD9-a-ÇBB numunesi üzerinde bulunan G1-G2-G3 gerinim pullarına ait $G(\phi)$ -kayma modülü fonksiyonunun ϕ koordinat değerine bağlı değişimi



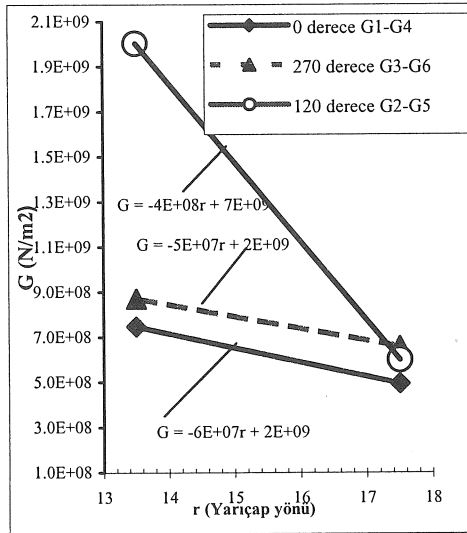
Şekil 18. AD9-a-ÇBB numunesi iç yüzeyinde bulunan G4-G5-G6 gerinim pullarına ait $G(\phi)$ kayma modülü fonksiyonunun ϕ koordinat değerine bağlı değişimi



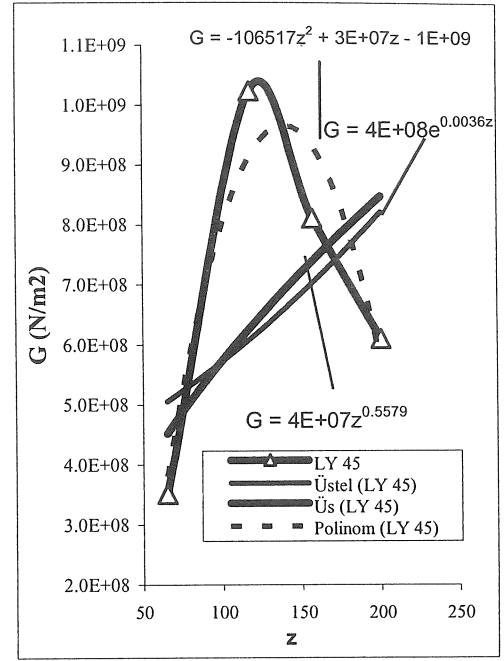
Şekil 19. AD9-a-ÇBB numunesinde iç ve dış yüzeylerinde bulunan gerinim pullarına ait $G(\phi)$ kayma modülü fonksiyonunun ϕ koordinat değerine bağlı değişimi



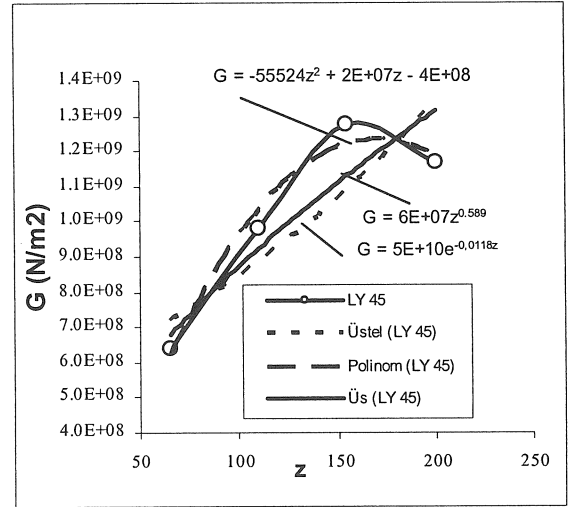
Şekil 20. AD9-a-ÇBB numunesinde iç ve dış yüzeylerine belirli ϕ aralıklarıyla yapıştırılmış olan gerinim pullarından alınan değerlerin r yarıçap doğrultusuna bağlı $G(r)$ değişimi



Şekil 21. AD9-b-ÇBB numunesinde iç ve dış yüzeylere belirli ϕ açısız aralıklarıyla yapıştırılmış olan gerinim pullarından alınan τ ve γ değerlerinden elde edilen $G(r)$ değişim (Ek C-Şekil C5)



Şekil 22. $G(z)$ - z eğrisinin, AD7-b-d-c ÇBB numunesi üzerinde, gerinim pullarının ana eksen üzerindeki $z = (65,117,157,200)$ mm konumlarında yerleştirilmesi ile oluşturduğu üstel, üs ve polinom ifadeleri ile gösterimleri (Şekil C6)



Şekil 23. $G(z)$ - z eğrisinin, AD7-a-ÇBB numunesi üzerinde, gerinim pullarının $z = (65,110,155,200)$ mm konumlarında yerleştirilmesi ile üstel, polinom ve üs eğri denklemleri ile gösterimleri (Şekil C6)

TARTIŞMA VE SONUÇLAR

Yapılan bu çalışmamızda, dairesel kesitli yanal izotrop fiber kompozit yapıya sahip değişik ağaç numuneler burulma yüklemesi altında bırakılarak, malzemenin bu yüklemeye karşı gösterdiği tepkiler kayma modülü değer değişimlerinin kayma gerilme-gerinim ($\tau-\gamma$) dağılımları içindeki değerlerine göre incelenmeye çalışılmıştır. Bütün deneysel veriler tablo ve eğriler ile verilmektedir [8]. Belirlenen sonuçlar aşağıdaki basamaklarda kısaca özetlenmiştir.

1- Ağaç malzemenin belirli bir kayma gerilme değerine kadar yüklendiği durumda kayma gerilme-gerinim ($\tau-\gamma$) eğrisinin elastik doğrusal olmayan dağılım göstermesidir. Verilerin belirli bir yük değerini aştıktan sonra ise yine doğrusal olmayan aynı yolu takip ettiği görülmektedir. Yükleme gerininin geri alınması durumunda ise doğrusal olmayan fakat simetrik olarak oluşan geri dönüş yolu izlenmektedir. Sonuçta ise, kalıcı kayma gerinim değeri ($\tau-\gamma$) eğrisinde görülmektedir. İleri ve geri yüklemelere ait bu iki eğri arasında kalan alan, malzemede oluşan toplam potansiyel enerjiye karşılık gelmektedir.

2- Ağaç malzemenin kayma modülünün tek bir ortalama değer yerine, ağaç yapının iç ve dış yüzeyleri üzerindeki koordinatlara bağlı değişimlerinin ifade edildiği fonksiyonlar ile tanımlanabilmesidir. Gerinim pulları yalnızca yüzeylere yapıştırılabildiği için veriler yalnızca yüzeylerden toplanabilmektedir ve böylece mühendislikte bu problem hem düzlemsel gerilme hem de düzlemsel gerinme problemi olarak tanımlanmaktadır. Elde edilen fonksiyonlar silindirik koordinat sisteminin üç yönü ile tanımlıdır; yarıçap yönü r , dairesel kesit boyunca çevresel yön ϕ ve ana dönme eksenini z . Böylece kayma modülü G 'nin üç ayrı fonksiyon ile tanımlanması ile burulma numunesi üzerinde üç boyutlu bir dağılımın tanımlanmasının da mümkün olabileceği görülmüştür; yarıçap yönlü $G(r)$, dairesel kesit boyunca çevresel yönlü $G(\phi)$ ve ana dönme eksenini yönlü $G(z)$.

3- Kayma modülü fonksiyonlarından yarıçap yönlü olan $G(r)$ 'in hep iki koordinat noktası arasında çizilebildiği için ($r_{iç} - r_{dış}$) bir doğru denklemi ile gösterilebildiği, dairesel kesit boyunca çevresel yönlü $G(\phi)$ ve ana dönme eksenini yönlü $G(z)$ elde edilen fonksiyonların ise üst, üstel ve kuadratik fonksiyonlar ile gösterilebildiği (Ek B, Tablo B1) anlaşılmıştır. ϕ ve z yönlü kayma modülü veri dağılımlarına bakıldığı zaman ise kuadratik yerine kübik fonksiyonların da tanımlanabilirliği görülmüştür. Elde edilen fonksiyonlar, tekrarlanan yapıda olmayıp yalnızca, çubuk üzerinde belirlenen bölgelerde geçerlidirler. Fakat ilgili problemin bünye

denklemlerinin kısmi türevler cinsinden ifade edilmesine baktığımızda [12-13], en yüksek mertebedeki türevli ifadenin 2. mertebeden olduğu düşünülerek, bu çalışmadaki fonksiyonlar 2. mertebeden seçilmiştir. Böylece, bu fonksiyonlar sayesinde genel Hooke kanununa ait Denklem (1) ve (2) içerisinde bulunan bilinmeyen elastik sabit katsayılarının C_{ij} bulunması ileriki çalışmalarla mümkün olabilecektir.

4- İçi dolu ve boş numuneler arasındaki belirli bir gerilme τ değerinden sonra oluşan davranış farklılıklarının ($\tau-\gamma$) eğrilerindeki eğimlerden elde edilebileceği görülmüştür. Ağaç malzemelerin lifli yapılarına bağlı olarak, uygulanan tork yüklemesinin yönünün, malzemenin tepkisi olarak değerlendirilmesi ($\tau-\gamma$) gerekliliği ve bu eğrilerin eğim açısı değişimlerinin de yarattığı etkisi bu probleme ayrı bir önem kazandırmaktadır. Böylece, transvers izotrop malzemelerin yüklemeye tarzına göre değişimlerinin daha detaylı analizlerinin ileriki çalışmalarda yapılabileceği görülmüştür [15].

5- Değişik ağaç numunelerinden elde edilen ortalama kayma modülü değerinin 0.2-0.6 GPa değerleri arasında değişirken, koordinatlara bağlı bulunan değerlerin ise 0.2-8.0 GPa arasında değiştiği belirlenmiştir. Gerinim pulları ile yapılan koordinat bağımlı ölçümlerde, kayma modülü G değerlerinin ortalama değerlerine göre daha çok sapma göstermesi, malzemede homojen olmayan gerilme ve gerinme dağılımlarıyla açıklanabilir. Diğer bir deyişle gerinme değerleri arasındaki etkileşimler bu durumu ortaya çıkarmaktadır.

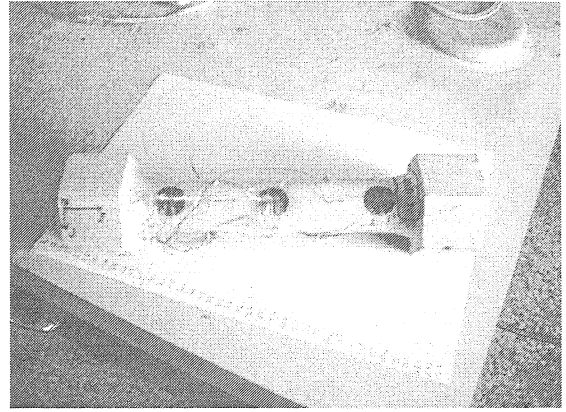
6- Koordinata bağlı ($\tau-\gamma$) eğrilerinin ve dolayısıyla G kayma modülü değerlerinin sabit ve tork yüklenen uçlara göre farklılık gösterdiği şeklinde açıklanabilir. Genellikle, $G_{yüklemeye-ucu} < G_{sabit-ucu}$ eşitsizliği görülmektedir. Böylece $\gamma_{yüklemeye-ucu} > \gamma_{sabit-ucu}$ olacaktır (Şekil 22-23).

7- Literatürde bulunan Yoshihara vd. [27], Saliklis vd. [5-6] ve Kubojima vd. [28]'nin çalışmalarındaki sonuçları inceleyerek verebiliriz. Literatürde verilmekte olan ilk dört kaynakta mikro düzeyde yapılan diğer çalışma örnekleri ve teknikleri verilmektedir [1, 2, 3, 4]. Literatürde, ağaç malzeme fiber kompozit yapı olarak kabul edilmiş ve kayma gerilmesi ile ilgili veriler çok eksenli çekme deneyleri [27] veya Iosipescu kayma testlerinin düz ince dikdörtgen kesitli çubuklar üzerinde uygulanması ile elde edilmiştir. Mack [25]'in çalışması dışında, ince duvarlı prizmatik çubukların homojen olmayan malzemelerden imal edilerek burulma altındaki kayma modülü fonksiyonlarının koordinat bağımlı ifadelerinin çıkarımlarını Stokes [29] yapmıştır. Ayrıca Yoshihara [27] vd., G_{LR}, G_{LT} kayma modülü değerlerini (Ek A, Denklem (A5), (A6)) deneysel çalışmalardan alınan verilerle yakınsayan seri

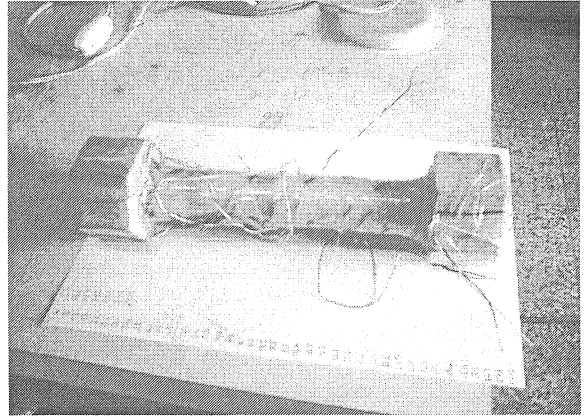
açılımlarda kullanılmasıyla iterasyonlar sonucu bulmaktadırlar. Koordinat bağımlı fonksiyonların tanımlamaları üzerinde Saliklis [5,6] $E(\theta), G(\theta)$ elastik ve kayma modüllerini θ 'ya bağlı olarak [30] ağaç paneller için ve daha sonra ise G_{12} değerini deneysel formülasyondan elde ederek kağıt (selülozik malzeme) yapı için çift doğrusal bünye denklemi modelini sayısal modellemeler yardımıyla bulmaya çalışmıştır. Dairesel kesitli çubuklar üzerinde çalışılmamış olması, bu araştırmayı geometrik faktörlerin etkisi açısından da önemli kılmaktadır.

8- Burulma yüklemesinin yapıldığı ve ağaç numunenin bağlandığı uçlara yakın bölgelere yapıştırılan gerinim pullarının, gerilme yığılmaları altında olup olmadığı ve eğer altındaysa ne kadar etki altında kaldıklarına ait durumu araştırmak için yeni ek çalışmalar yapılması gerektiğidir. Bununla beraber iç yüzeyde, başlıklardan iç yüzeye geçiş bölgelerine büyük eğrilik yarıçapları verilmiştir (Şekil 24, (c)). Yapılan bu çalışma sırasında, iç yüzeye 45° açı ile gerinim pullarını yapıştırabilmek için başlangıçtan ancak belirli uzaklıklara kadar ulaşılabilmek için bir mekanik mekanizmanın oluşturulması gerekliliği düşünülmüş fakat oluşturulamamıştır.

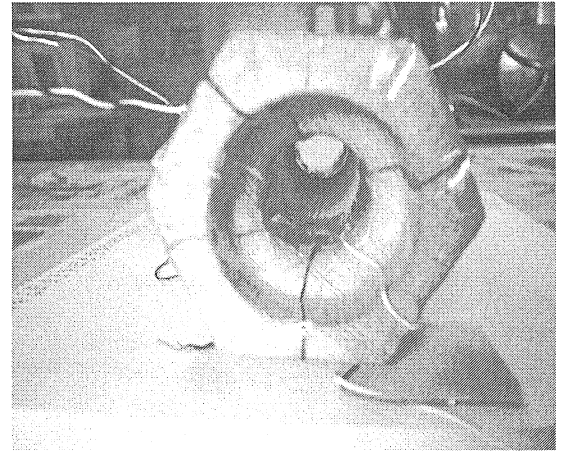
9- Rozet tip gerinim pulunun 0° açısını göstereni, lif yönüne paralel doğrultuya oturtulması sonucu, $0^\circ - 45^\circ - 90^\circ$ doğrultularından alınan birim kayma deformasyonu ölçümlerine göre; $0^\circ - 45^\circ$ ile $45^\circ - 90^\circ$ açılar arasında oluşan relatif kayma gerinim farklılıklarının görülmesini söyleyebiliriz (Şekil 24-a)). Bu iki açı doğrultuları aralığına ait değerler birbirlerine eşit değildir. Fiber eksenine yakın olan $0^\circ - 45^\circ$ açı aralığında oluşan toplam kayma deformasyonu değişimi, $45^\circ - 90^\circ$ aralığına göre daha düşüktür. Bu önemli sonucu, ilk bakış açısına göre fiber etrafında gerilme yığılması oluşurken kayma deformasyonunun az olmasına, diğer ikinci bölgede; fiberden uzaklaştıkça kayma gerilmeleri daha az olurken birim kayma deformasyon değerlerinin birinci bölgeye göre daha büyük olmasına göre açıklayabiliriz. İlerde yapılacak deneysel çalışmalarda, özellikle bu konu ile ilgili daha çok sayıda deney yapılarak, detaylı bilgilerin alınmasıyla, fiber kompozit malzemeler için Mohr daresi üzerinde çalışılabilineceği görülmüştür.



(a)



(b)



(c)

Şekil 24. (a) Rozet, (b) tek yönlü gerinim pullarının numunelerin dış yüzeyine yerleştirilmesiyle ve (c) tek yönlü gerinim pullarının numunelerin iç yüzeyine yerleştirilmesiyle hazırlanan numuneler

Teşekkür

Bu araştırma, Gazi Üniversitesi 06/2003-21 numaralı Bilimsel Araştırmalar Projesi (BAP) olarak desteklenmiş ve deneyler G.U. Makine Mühendisliği Mekanik Mukavemet Laboratuvarında gerçekleştirilmiştir. Yazarlar, her iki veri toplama sisteminin deneylere uygun şekilde kurulup kullanılması aşamasındaki teknik yardımlarından dolayı TDG şirketine teşekkür ederler.

SEMBOLLER

a, b	dikdörtgen kesitli çekme numunesinin genişlik ve kalınlığı
C_{ij}	fiber kompozit malzeme elastik sabitleri
$G_{ort}, \epsilon_s, G_{fonk}, G_{nokta}$	ortalama eşdeğer, fonksiyonel, koordinat noktasına bağlı kayma modülleri
$G(r)$	iki boş numunenin yarıçap yönündeki kayma modülü fonksiyonu
$G(\theta')$	yanal yüzey üzerinde numunenin orta z-eksenine göre θ' açısı ile değişen yöndeki kayma modülü fonksiyonu
$G(\phi)$	kesit üzerinde çevresel yönlü kayma modülü fonksiyonu
$G(z), G(z')$	Numunenin z-eksenine ve fiber yönüne göre tanımlanan kayma modülü fonksiyonları
I_1, I_2	Mohr dairesindeki değişmezler
M	burulma momenti
T	uygulanan tork yükü
$G_{LT} = G_{13}$	shear modulus on LT (1-2) surface
$G_{RT} = G_{23}$	shear modulus on RT (2-3) surface
V_o	voltaj farkı (mV)
V_f (%)	hacim oranı
ϕ	yanal kesit yüzeyinde çevresel açı
$\tau_{\theta z}, \tau_{r\theta}$	silindirik koordinat sisteminde burulma yüklemesine ait kayma gerilmesi bileşenleri (N/mm ²)
τ_{ort}	ortalama kayma gerilmesi
α_{ref}	silindirik yanal yüzey üzerindeki, z eksenine göre ağaç fiber doğrultusu arasında kalan açı
$\theta' (= \alpha_{ref} + 45^\circ)$	silindirik yanal yüzey üzerindeki, z eksenine göre ölçüm doğrultusu arasında kalan açı
θ_p	asal yön
$\epsilon_1, \epsilon_2, \epsilon_3$	asal ve silindirik koordinat sistemlerinde normal gerinme bileşenleri
$\epsilon_r, \epsilon_\theta, \epsilon_z$	
$\gamma_{23}, \gamma_{31}, \gamma_{12}$	asal ve silindirik koordinat sistemlerinde, kayma gerinmesi bileşenleri (rad)
$\gamma_{z\theta}, \gamma_{rz}, \gamma_{r\theta}$	(not: modelde θ yerine ϕ kullanılmıştır)
$(\gamma_{z\phi}, \gamma_{rz}, \gamma_{r\phi})$	

γ_{nokta}	koordinat bağımlı kayma gerinme değeri
γ_{mak}	ölçüm düzlemindeki maksimum kayma gerinmesi
γ_{ort}	ortalama kayma gerinmesi

Ek A : Transverse İzotrop Malzeme için Genel Hook Kanunu [10-11], Değişmezler ve Kayma Modülleri Seri Açılımlarının Matematiksel İfadeleri

$$\begin{Bmatrix} \epsilon_1 \\ \epsilon_2 \\ \epsilon_3 \\ \gamma_{23} \\ \gamma_{31} \\ \gamma_{12} \end{Bmatrix} = \begin{bmatrix} S_{11} & S_{12} & S_{13} & 0 & 0 & 0 \\ S_{12} & S_{11} & S_{13} & 0 & 0 & 0 \\ S_{13} & S_{13} & S_{33} & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & S_{44} & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & S_{44} & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 2(S_{11} - S_{12}) \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} \sigma_1 \\ \sigma_2 \\ \sigma_3 \\ \tau_{23} \\ \tau_{31} \\ \tau_{12} \end{Bmatrix} \quad (A1)$$

$$\sigma_x = I_1 + I_2 \cos 2\theta_p \quad (A2)$$

$$I_1 = \frac{\sigma_x + \sigma_y}{2} \quad (A3)$$

$$I_2 = \sqrt{\left[\frac{\sigma_x - \sigma_y}{2}\right]^2 + \tau_{xy}^2} \quad (A4)$$

Burada θ_p , Mohr dairesindeki asal yönü gösteren açının değeri, I_1, I_2 değişmezlerdir (invariants) [21].

$$G_{LR} = \left(\frac{M}{\theta}\right)_{LR} \left[a^3 b \left\{ \frac{1}{3} - \frac{2a}{b} \sqrt{\frac{G_{LR}}{G_{LT}}} \left(\frac{2}{\pi}\right)^5 \sum_{n=1}^{\infty} \frac{1}{(2n-1)^5} \tanh \frac{(2n-1)\pi b}{2a} \sqrt{\frac{G_{LT}}{G_{LR}}} \right\} \right]^{-1} \quad (A5)$$

$$G_{LT} = \left(\frac{M}{\theta}\right)_{LT} \left[a^3 b \left\{ \frac{1}{3} - \frac{2a}{b} \sqrt{\frac{G_{LT}}{G_{LR}}} \left(\frac{2}{\pi}\right)^5 \sum_{n=1}^{\infty} \frac{1}{(2n-1)^5} \tanh \frac{(2n-1)\pi b}{2a} \sqrt{\frac{G_{LR}}{G_{LT}}} \right\} \right]^{-1} \quad (A6)$$

Burada, $\left(\frac{M}{\theta}\right)_{LR}, \left(\frac{M}{\theta}\right)_{LT}$, fiber kompozit ağaç yapının LR ve LT doğrultularındaki ilk uygulama anında oluşmakta olan burulma momentinin, burulma açısına olan oranları, a ve b değerleri ise çekme numunesinin genişliği ve kalınlığıdır [27].

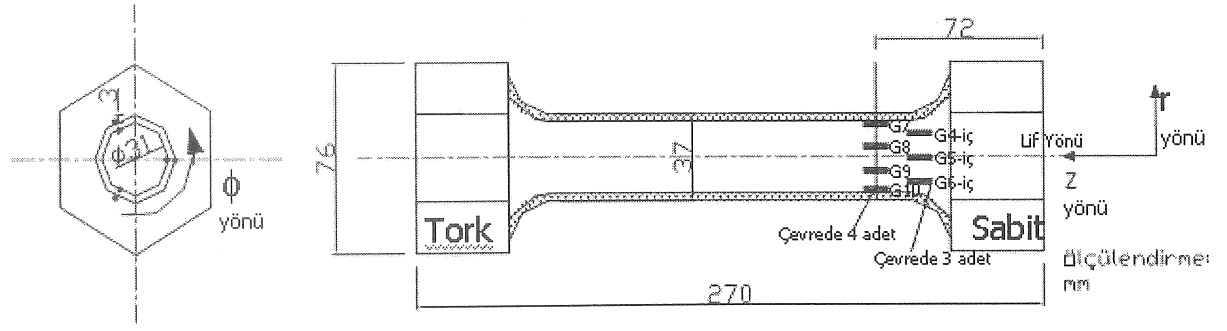
Ek B : Kayma Modülü Fonksiyon Tablosu

Tablo B1. İçi boş ve dolu çam ağacı numunelerinden elde edilen yaklaşık koordinat bağımlı kayma modülü fonksiyonlarından bazıları (Z' ile tanımlanan koordinatlar kolaylık olması amacıyla tabloda kısaca Z şeklinde gösterilmektedir)

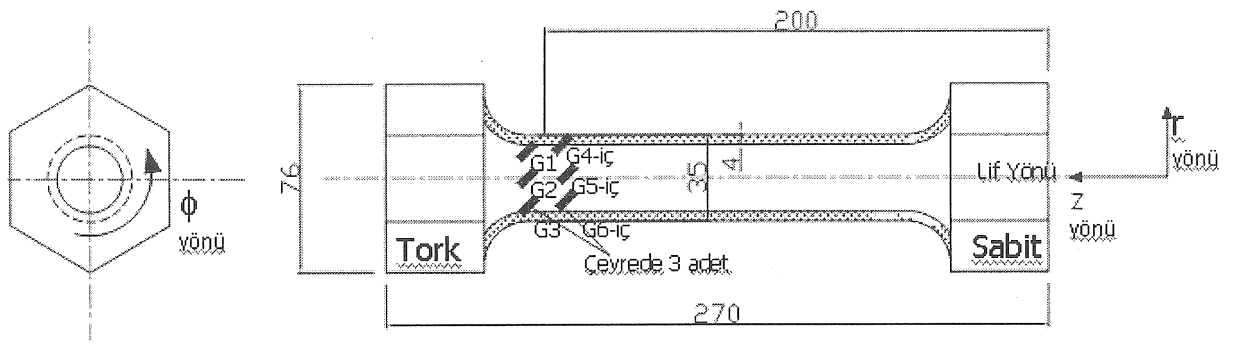
Fiber Açısı	Doğru Denklemi	2. Derece Fonksiyonlar			Üstel Fonksiyonlar		
		$G(\phi)$	$G(Z')$	$G(r)$	$G(\phi)$	$G(Z')$	
0° (dolu)			$G = 7.08 \times 10^5 z^2 - 3 \times 10^8 z + 4 \times 10^{10}$			$G = 5 \times 10^{10} e^{-0.0118 z}$	
45° (dolu)			$G = 1.22 \times 10^3 z^2 + 6 \times 10^6 z - 2 \times 10^8$			$G = 1 \times 10^8 e^{0.0105 z}$	
45° (içi boş)			$G = -4.3 \times 10^3 z^2 + 4 \times 10^6 z + 4 \times 10^7$			$G = 2 \times 10^8 e^{0.0062 z}$	
45° (içi boş)			$G = 1.9 \times 10^4 z^2 - 1.9 \times 10^5 z + 3 \times 10^8$			$G = 2 \times 10^8 e^{0.0082 z}$	
45° (içi boş)			$G = -5.9 \times 10^4 z^2 + 1.0 \times 10^7 z + 5 \times 10^9$			$G = 2 \times 10^8 e^{0.0096 z}$	
45° (içi boş-dış)		$G = 9.9 \times 10^4 \phi^2 - 2 \times 10^7 \phi + 8 \times 10^9$				$G = 7 \times 10^9 e^{0.0009 \phi}$	
45° (içi boş-iç)		$G = -2 \times 10^6 \phi^2 - 3 \times 10^8 \phi + 6 \times 10^{10}$				$G = 8 \times 10^{10} e^{-0.0085 \phi}$	
45° (içi boş)	$G = -2 \times 10^{10} r + 3 \times 10^{11}$			$G = 8 \times 10^{14} e^{-0.6607 r}$			
45° (içi boş)	$G = -2 \times 10^{10} r + 3 \times 10^{11}$			$G = 3 \times 10^{15} e^{-0.7347 r}$			
45° (içi boş)	$G = 7 \times 10^8 r - 3 \times 10^9$			$G = 2 \times 10^9 e^{0.0889 r}$			
45° (içi boş)		$G = -3 \times 10^3 \phi^2 + 6.7 \times 10^5 \phi + 3 \times 10^8$				$G = 3 \times 10^8 e^{-0.0002 \phi}$	
45° (içi boş-dış)		$G = -2.37 \times 10^4 \phi^2 + 6 \times 10^6 \phi + 7 \times 10^8$				$G = 8 \times 10^8 e^{-0.0009 \phi}$	
45° (içi boş-iç)		$G = 2.15 \times 10^4 \phi^2 - 8 \times 10^6 \phi + 2 \times 10^9$				$G = 2 \times 10^9 e^{-0.0018 \phi}$	
45° (içi boş-iç/dış)	$G = -5 \times 10^8 r + 9 \times 10^9$			$G = 3 \times 10^{11} e^{-0.3537 r}$			
45° (içi boş-iç/dış)	$G = -8 \times 10^7 r + 3 \times 10^9$			$G = 3 \times 10^9 e^{-0.0638 r}$			
45° (içi boş-iç/dış)	$G = -1 \times 10^8 r + 3 \times 10^9$			$G = 9 \times 10^9 e^{-0.1333 r}$			

Tablo B1. (devamı)

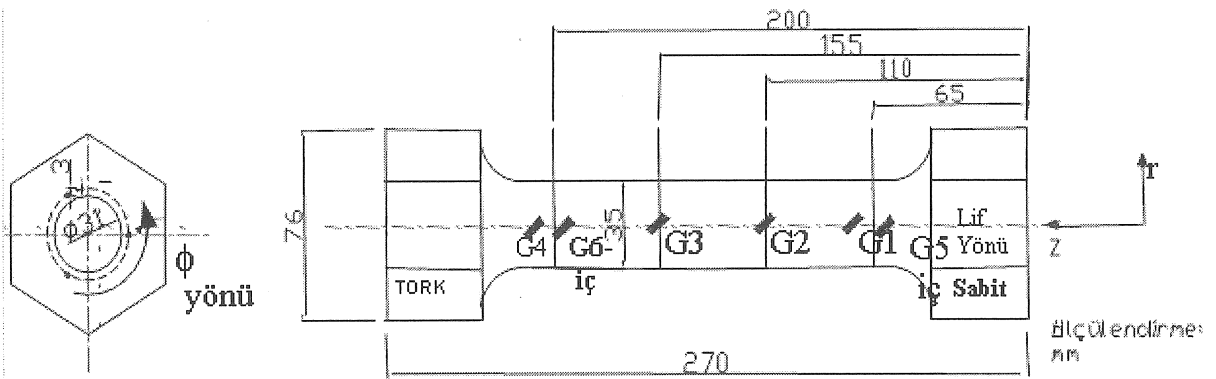
Fiber Açısı	Doğru Denklemleri	2. Derece Fonksiyonlar	Üstel Fonksiyonlar	
θ (Derece)	$G(r)$	$G(\phi)$	$G(z')$	
45° (içi boş-dış)		$G = -9,9 \times 10^3 \phi^2 - 4 \times 10^6 \phi + 7 \times 10^8$	$G = 7 \times 10^8 e^{0,0016 \phi}$	
45° (içi boş-iç)		$G = 1,09 \times 10^3 \phi^2 - 4,8 \times 10^5 \phi + 5 \times 10^8$	$G = 5 \times 10^8 e^{0,0013 \phi}$	
45° (içi boş-dış)			$G = 4,3 \times 10^4 z^2 - 9 \times 10^6 z + 8 \times 10^8$	$G = 3 \times 10^8 e^{0,0046 z}$
45° (içi boş-dış)			$G = 7,5 \times 10^4 z^2 - 1 \times 10^7 z + 9 \times 10^8$	$G = 1 \times 10^8 e^{0,0098 z}$
45° (içi boş-dış)			$G = -5,9 \times 10^4 z^2 - 1 \times 10^7 z + 5 \times 10^9$	$G = 4 \times 10^8 e^{0,0036 z}$
45° (içi boş)			$G = -5,6 \times 10^4 z^2 - 2 \times 10^7 z - 4 \times 10^8$	$G = 5 \times 10^{10} e^{-0,0036 z}$
(içi boş iç/dış)	$G = -3 \times 10^8 r + 6 \times 10^9$		$G = 1 \times 10^{11} e^{-0,2992 r}$	
45° (içi boş iç/dış)	$G = -8 \times 10^8 r + 2 \times 10^{10}$		$G = 1 \times 10^{12} e^{-0,3846 r}$	
45° (içi boş-dış)		$G = 1,57 \times 10^4 \phi^2 - 2 \times 10^6 \phi + 4 \times 10^8$	$G = 4 \times 10^8 e^{0,0029 \phi}$	
45° (içi boş-iç)		$G = 1,8 \times 10^4 \phi^2 + 2,799 \times 10^4 \phi + 5 \times 10^8$	$G = 5 \times 10^8 e^{0,0026 \phi}$	
45° (içi boş-dış)		$G = 7,4 \times 10^3 \phi^2 - 2 \times 10^6 \phi + 4 \times 10^8$	$G = 4 \times 10^8 e^{-0,0007 \phi}$	
45° (içi boş-iç)		$G = -1,0 \times 10^5 \phi^2 + 3 \times 10^7 \phi + 8 \times 10^8$	$G = 1 \times 10^9 e^{0,0005 \phi}$	
45° (içi boş iç/dış)	$G = -1 \times 10^8 r + 3 \times 10^9$		$G = 2 \times 10^{10} e^{-0,2183 r}$	
45° (içi boş iç/dış)	$G = -7 \times 10^8 r + 1 \times 10^{10}$		$G = 8 \times 10^{13} e^{-0,7164 r}$	
45° (içi boş iç/dış)	$G = -2 \times 10^8 r + 3 \times 10^9$		$G = 8 \times 10^{10} e^{-0,3103 r}$	
45° (içi boş-dış)		$G = -4,38 \times 10^4 \phi^2 + 9 \times 10^6 \phi + 9 \times 10^8$	$G = 1 \times 10^9 e^{-0,0016 \phi}$	
45° (içi boş-dış)		$G = -4,26 \times 10^4 \phi^2 + 9 \times 10^6 \phi + 2 \times 10^8$	$G = 2 \times 10^9 e^{-0,0005 \phi}$	
45° (içi boş iç/dış)	$G = -4 \times 10^8 r + 7 \times 10^9$		$G = 8 \times 10^{10} e^{-0,2583 r}$	



Şekil C4. AD3-e-KBB-6G numaralı deneye ait içi boş kestane numunesine ait gerinim pulları ve koordinatları



Şekil C5. AD9-b-ÇBB numunesi ve gerinim pullarının koordinatları



Şekil C6. AD7-a-ÇBB numunesi ve gerinim pullarının koordinatları

EXPERIMENTAL DETERMINATION OF SHEAR MODULUS VARIATIONS OF TRANSVERSLEY ISOTROPIC VARIOUS WOOD SPECIMENS

In this study, different geometries and types of wood samples were tested under torsion loading with the help of data loggers. Strain measurements corresponding to applied shear stresses were obtained by arranging the strain gauges on and the inner surfaces of the two different geometrical circular cross sectional wood specimens in which they have solid or tubular shapes. As a result of this study, the variations of shear modulus values were expressed in terms of the coordinate dependent functions. Shear modulus values which are given generally according to the principal fiber directions with their average values, were defined with radial, circumferential and axial directional distributions together with polynomial and exponential functions in the equations $G(r)$, $G(\phi)$ and $G(z)$ with this work.

Key words: Transversely isotropic composite, wood specimen, torsion loading, shear modulus, distribution function

KAYNAKÇA

1. Turley, J., Sines, G., The Anisotropy of Young's Modulus Shear Modulus and Poisson's Ratio in Cubic Materials, *J. Phys. D: Appl. Phys.*, 4, 264-271, 1971.
2. Bozorth, R. M., *Ferromagnetism*, New York: Van Nostrand, 1951.
3. Wooster, W.A., *A Text-Book on Crystal Physics*, London: Cambridge University Press, 1949.
4. Sumi, C., Nakayama, K., Kubota, M., "An Effective Ultrasonic Strain Measurement-Based Shear Modulus Reconstruction Technique for Superficial Tissues-Demonstration on in Vitro Pork Ribs and in Vivo Human Breast Tissues", *Phys. Med. Biol.*, 45, 1511-1520, 2000.
5. Saliklis, P.E., Tokyay, B., "Empirical Prediction of Shear Modulus and Young's Modulus of Plywood Panels", *14th Engineering Mechanics Congress*, Department of Civil Engineering, The Univ. of Texas at Austin, Austin, Texas, USA, 21-24, May, 2002.
6. Saliklis, E.P., Urbanik, T.J., Tokyay, B., "Bilinear Modelling of Cellulosic Orthotropic Nonlinear Materials", *Journal of Pulp and Paper Science*, 29:12, 407-411, 2003.
7. Salmén, L., "Micromechanical Understanding of the Cell-Wall Structure", *C.R. Biologies*, 327, 873-880, 2004.
8. Uludoğan, E., *Ağaç Burulma Numuneleri Kullanılarak Transvers İzotrop Kompozitlerin Kayma Modüllerinin Koordinat Bağımlı Fonksiyonel İfadelerinin Deneysel Tayini*, Gazi Univ., Fen Bilimleri Enstitüsü, Aralık, Ankara, 2005.
9. Günay, E., Uludoğan, E., *Değişik Ağaçlardan Alınarak Hazırlanmış Burulma ve Çekme Numuneleri ile Yapılan Deneysel Çalışmalar ile Yanal-Ortotropik Kompozitlerin Elastik ve Kayma Modüllerinin Tayini ve Diğer Malzemelerle Sonuçların Karşılaştırılması*, Gazi Univ. Bilimsel Araştırma Proje (BAP) Raporu, Ankara, 2005.
10. Jones, R.M., *Mechanics of Composite Materials*, Hemisphere Publishing Co., Boca Raton, 1975.
11. Reddy, J.N., *Mechanics of Laminated Composite Plates - Theory and Analysis*, Boca Raton, FL: CRC Press, Inc., New York, 1997.
12. Günay, E., Konaklı S., "Yanal İzotropik Fiber Kompozit Çubuklarda Burulma Yüklemeleri için Yeni Formda Kayma Modülü Tanımlamaları", *J. Fac. Eng. Arch.*, Gazi Univ., 19:1, 1-12, 2004.
13. Günay, E., Konaklı, S., "Formation of Shear Stress Equations for Transversely Isotropic Finite Length Bar under Torsion", *Science and Engineering of Composite Materials*, 13, 255-269, 2006.
14. Günay, E., Sönmez, M., "Mechanical Behavior of Wood under Torsional and Tensile Loadings", *G.U. Journal of Science*, 16, 733-749, 2003.
15. Günay, E., Orçan, Y., Experimental Investigation of the Mechanical Behavior of Solid and Tubular Wood Species under Torsional Loading, *Turkish J. Eng. Env. Sci.*, 31, 89-118, 2007.
16. TecEquipment (TQ)-SM21, Torsion Testing Machine, TecEquipment Group of Companies, Nottingham, England, 1982.
17. TDG-CoDA-AI8a, *Veri Toplama Sistemi Kullanım Klavuzu*, Ankara, 2003.
18. TDG-CoDA-AI8b, *Veri Toplama Sistemi Kullanım Klavuzu*, TDG, Teknik Destek Grubu, ODTU Teknokent, Silikon Blok, Ankara, 2007.
19. ALMEMO (2590-9), *Manual*, V5, Holzkirchen, 2003.
20. AHLBORN, *Mess-und Regelungstechnik GmbH*, Eichenfeldstr, 1-3, D-83607 Holzkirchen, Germany.
21. Gibson, R.F., *Principles of Composite Material Mechanics*, McGraw-Hill, Inc., Singapore, 1994.
22. İnan, M., *Cisimlerin Mukavemeti*, Ofset Matbaacılık Ltd. Şti., 1970.
23. Strain Gauges, *Kyowa Electronic Instruments Co., Ltd*, Tokyo.
24. Delmhorst BD 10, *Delmhorst Instr. Co.*, 51 Indian Lane East Towaco, NJ 07082, New Jersey, U.S.A.
25. Mack, J.J., "Australian Methods for Mechanically Testing Small Clear Specimens of Timber", *Common Wealth Scientific and Industrial Research Organization. Division of Building Research.*, Technical paper, 31, Melbourne, 1979.
26. Chapra, S.C., Canale, R.P., *Numerical Methods for Engineers - TOOLKIT*, 3rd Ed., WCB/ McGraw-Hill, Boston, 1998.
27. Yoshihara, O., Ohta, M., "Estimation of the Shear Strength of Wood by Uniaxial-Tension Tests of Off-Axis Specimens", *J. Wood Sci.*, 46, 159-163, 2000.
28. Kubojima, Y., Yoshihara, H., Ohsaki, H., "Accuracy of Shear Properties of Wood Obtained by Simplified Iosipescu Shear Test", *J. Wood Sci.*, 46, 279-283, 2000.
29. Stokes, V.K., "Design with Nonhomogeneous Materials- Part II: Torsion of Thin-Walled Prismatic Bars", *Journal of Vibration, Acoustics, Stress and Reliability in Design*, 109, 87-91, 1987.
30. Panc, V., *Differential Equations of the Component Theory in Theories of Elastic Plates*, Noordhoff International, Leyden, Netherlands, 399, 1975.

Avrupa Birliği Makine Emniyeti Direktifi'nde Yapılan Değişiklikler

Atila Çınar

Makina Mühendisi

ETİK Tasarım Danışmanlık Eğitim Ltd. Şti.

acinar@etik.com.tr

GİRİŞ

Avrupa Birliği'nin yeni yaklaşım direktiflerinden biri olan 98/37/EC uzunca bir süredir zorunlu uygulamadadır [1]. Bu direktifin temel gereklerinin yerine getirilmiş olduğunu gösteren işaret olan CE işareti de direktif ile birlikte gündemimizdedir.

Avrupa Birliği'nin bu direktifi, AB ile uyum süreci gereği, ülkemizde de Sanayi ve Ticaret Bakanlığı tarafından 98/37/AT numarası ile yayımlanmış ve 5 Aralık 2003 tarihinde zorunlu uygulamaya girmiştir. Anılan bu tarih itibari ile, makina tasarım ve imalatçıları işlemlerinde 98/37/AT yönetmeliğini göz önüne almak, buna uygun işlemler yapmak ve bu işlemleri yaptıklarını göstermek için de makinalarını CE işaretlemek ayrıca bir de uygunluk beyanı (Declaration of Conformity) düzenlemek zorundadırlar.

Ülkemizde makina tasarım ve imalatını uygun şekilde yapmaya çalışan kişi ve kuruluşların bir çoğu 98/37/AT yönetmeliğinden haberdar oldular. Bu imalatçılarımızın bir çoğu yönetmeliğin uygulanması ile ilgili eğitimlere katıldılar, makinalarına ilişkin uygunluk değerlendirme süreçlerini yönetmeliğin öngördüğü biçimde yaptılar. 2000'li yılların başında konuşulmaya, 2004 yılı ile birlikte de uygulamaya geçilen bu alanda, yönetmeliğin gereğini yerine getirmiş olan imalatçılar hiç kuşku yok ki bir adım öne geçmiş durumdadılar.

Ancak tüm teknik dokümanların ömrü teknoloji alanındaki gelişmelere yakından bağlıdır. Teknoloji alanında yaşanan gelişmelere bağlı olarak tüm standart ve direktifler de uygun biçimde revizyon görüyor. 98/37/EC Direktifi'nde zaman içinde değişmek zorunda idi ve bu değişiklik yapılmıştır.

2006/42/EC numarası ile yayımlanan yeni Makina Emniyeti Direktifi 29 Aralık 2009 tarihinde Avrupa Birliği dahilinde zorunlu uygulanmaya başlayacak [2]. Bu tür dokümanların yeni revizyonları yayımlandığında, uygulama için zorunlu uygulamaya tarihini yani geçiş sürecinin tamamlanmasını bekleme zorunluluğu yoktur. Bu

nedenle de ön almak isteyen kuruluşlar çok doğal olarak zaman geçirmeden ürünlerini yeni direktifin gereklerine uygun imal etme çalışmalarını başlatmışlardır.

YENİ REVİZYON İLE GETİRİLEN TEMEL DEĞİŞİKLİKLER

2006/42/EC Direktifi'nde, mevcut direktife göre bazı önemli değişiklikler vardır. Bu değişiklikler dört başlık altında sıralanabilir:

1. 'Makina' Tanımına Giren Mamul Gruplarında Değişiklik

Aşağıda belirtilen dört mamul grubu 98/37/EC Direktifi kapsamına alınmıştır:

- Makinalar: En az biri hareketli olmak üzere, birbirine bağlı parça veya alt bütünlerden oluşan, bir malzemenin işlenmesi, taşınması veya paketlenmesi vb. amaçlarla kullanılan uygun tahrik elemanları, kontrol ve güç devreleri olan **mamul**;
- Bir ürün elde etmek için bir araya getirilmiş, işlevini bir bütün olarak yerine getirebilecek biçimde kontrol edilebilen **makinalar bütünü**;
- Bir makina veya makinalar serisine, ya da bir traktöre operatör tarafından takılabilen ve *takıldığı makinanın fonksiyonunu değiştiren*, kendisi yedek parça veya bir takım olmayan **değiştirilebilir ekipman**;
- Değiştirilebilir ekipman olmayan ve kullanımı sırasında arıza yapması veya çalışmasında aksama olması durumunda etraftaki insanların sağlık ve güvenliği için tehlike oluşturabilecek **emniyet komponenti**.

Direktifin yeni revizyonunda, direktif kapsamında yer alan mamul gruplarına yeni eklemeler yapılmıştır. Buna göre aşağıda belirtilen mamul grupları 2006/42/EC no'lu yeni revizyonun kapsamına alınmıştır:

- *En az biri hareketli olmak üzere, birbirine bağlı parça veya alt bütünlerden oluşan, bir malzemenin işlenmesi, taşınması veya paketlenmesi vb. amaçlarla kullanılan uygun tahrik elemanları, kontrol ve güç devreleri olan mamul*;

- Bir makina veya makinalar serisine, ya da bir traktöre operatör tarafından takılabilen ve takıldığı makinanın fonksiyonunu değiştiren, kendisi yedek parça veya bir takım olmayan **değiştirilebilir ekipman**;

- Değiştirilebilir ekipman olmayan ve kullanımı sırasında arıza yapması veya çalışmasında aksama olması durumunda etraftaki insanların sağlık ve güvenliği için tehlike oluşturabilecek **emniyet komponenti**.

- Bir kaldırma makinasının parçası olmayan, makina ile yük arasına yerleştirilen veya doğrudan yük üzerine bağlanan ya da yükün bir parçası olması öngörülen ve pazara kendi başına arz edilebilen **kaldırma aracı aksesuarları**.

- Yük kaldırma amacıyla tasarlanıp imal edilmiş, bir kaldırma aracının veya kaldırma aracı aksesuarının parçası olan **zincir, halat ve örgüler**,

- Traktör vb. kendinden tahrikli bir makina ile başka bir makina arasında bağlantıyı sağlayan **sökülüp takılabilir komponentler**.

- Makina tanımına giren, ancak kendi başına fonksiyonu olmayan kompleler, **kısmi tamamlanmış makinalar**. (Kısmi tamamlanmış makinanın bir başka makinaya takılarak veya bir başka makina ile birleşerek, bu Direktif'in kapsamında olan bir makinayı oluşturacağı öngörülür.)

2. Direktif Kapsamından Çıkarılmış Makinalar Listesinde Değişiklik

98/37/EC No'lu direktifte, makina tanımına uyan bazı mamuller çeşitli gerekçelerle Makina Emniyeti Direktifi kapsamından çıkarılmıştır. Bu mamullerin direktif kapsamından çıkartılmasının en önemli gerekçesi, bu mamullerden bir çoğunun 98/37/EC'den daha sonra yürürlüğe giren bir başka yeni yaklaşım direktifi kapsamında yer almasıdır (asansör, basınçlı ekipman, tıbbi cihaz vb.). Bir başka önemli gerekçe ise bazı mamuller (lunapark ekipmanı, ateşli silahlar, traktörler, tiyatro asansörleri vb.) için Avrupa Birliği içerisinde uyumlaştırma çalışmasının tamamlanmamış olmasıdır.

Direktifin yeni revizyonu olan 2006/42/EC'de direktif kapsamından çıkarılmış mamuller listesine de değişiklik getirilmiştir. Direktifin yeni revizyonuna göre aşağıda belirtilen mamuller 'makina' tanımına uyuyor olmakla birlikte direktifin kapsamı dışındadır:

a) Orijinal makinanın imalatçısı tarafından sağlanan, makina parçaları ile aynı özellikleri taşıyan ve yedek parça olarak kullanılması öngörülen **emniyet komponentleri**,

b) Lunapark ve eğlence parklarında kullanılmak için imal edilen özel ekipmanlar,

c) Nükleer amaçlar için hizmete alınan veya bu amaçlar için özel olarak tasarılan, bir arıza durumunda radyoaktif yayılmaya neden olabilecek olan makinalar,

d) Ateşli silahlar da dahil, silahlar,

e) Aşağıda belirtilen nakliye araçları:

- Kendilerine bağlanan makinalar hariç olmak üzere, 2003/37/EC no'lu direktifin kapsamında bulunan tarım ve orman traktörleri,

- Kendilerine bağlanan makinalar hariç olmak üzere, 6 Şubat 1970 tarih ve 70/156/EEC No'lu Konsey Direktifi kapsamında yer alan AB tip onayına tabi motorlu araçlar ve römorkları,

- Kendilerine bağlanan makinalar hariç olmak üzere, 18 mart 2002 tarih ve 2002/24/EC No'lu Konsey Direktifi kapsamında yer alan AB tip onayına tabi iki veya üç tekerlekli motorlu araçlar,

- Yarışlarda kullanılması öngörülen motorlu araçlar, - Kendilerine bağlanan makinalar hariç olmak üzere, havada, karada ve demiryolu ağında çalışan nakliye araçları

f) Deniz tekneleri ve deniz mobil araçları ile bu tür tekne ve araçların bordosuna monte edilmiş makinalar,

g) Özel olarak askeri ve polisiye amaçlı kullanılmak üzere tasarlanmış makinalar,

h) Laboratuvarlarda geçici olarak araştırma amaçlı kullanılmak üzere tasarlanıp üretilen makinalar,

i) Maden asansörleri,

j) Artistik performans sırasında kullanılması öngörülen makinalar,

k) Aşağıda belirtilen alanlarda yer alan ve belirli voltaj sınırları arasında bulunan, bu güne kadar 19 Şubat 1973 tarih ve 73/23/EEC no'lu Konsey Direktifi kapsamında olan elektrikli ve elektronik mamuller:

- Evlerde kullanılması öngörülen ev gereçleri,

- İşitsel ve görsel amaçlı araçlar (radyo, tv vb.),

- Bilgi teknolojisi ekipmanı,

- Normal büro makinaları,

- Düşük voltaj aralığındaki şalter dişlileri ve kontrol dişlileri,

- Elektrik motoru,

l) Aşağıda belirtilen tiplerdeki yüksek voltaj elektrik ekipmanı:

- Şalter dişlileri ve kontrol dişlileri,

- Transformatorlar.

3. Ek IV'de Yapılan Değişiklik

Makina tasarım ve imalatçıları tarafından bilindiği gibi 98/37/EC Direktifi'nin Ek IV'ü uygunluk değerlendirme açısından son derece önemlidir. Bu bölümdeki listede yer alan makina ve emniyet komponentlerinin, burada belirtilmeyen makina ve emniyet komponentlerine göre **daha fazla riskli** olduğu kabul edilmektedir. Bu nedenle de Ek IV'de belirtilen ve açık tanımları yapılan makina ve emniyet komponentlerinin uygunluk değerlendirme süreçlerine bir Onaylanmış Kuruluş'un yer alması zorunlu kılınmıştır.

Direktifin yeni revizyonu olan 2006/42/EC'de Ek IV yine vardır. Ancak 2006/42/EC ile 98/37/EC karşılaştırıldığında üç farklılık görülmektedir. Bunlar sıralanacak olursa:

- 98/37/EC Ek IV'de yer alan "patlayıcı (pyrotechnics) imalatında kullanılması öngörülen makinalar" 2006/42/EC'de Ek IV'den çıkartılmıştır.
- 98/37/EC Ek IV'de bulunmayan "kartuşlu perçinleme vb. portatif makinalar" 2006/42/EC Ek IV'e eklenmiştir.
- 98/37/EC Ek IV'de, Bölüm B başlığı ile ayrı bir kategoride yer verilen "Emniyet Komponentleri" 2006/42/EC'de listedeki diğer makinalardan ayrı tutulmamış ve liste A ve B olarak iki kategoriye ayrılmamıştır.

4. Uygunluk Değerlendirme Süreçlerinde Yapılan Değişiklik

98/37/EC Direktifi'nde makinaların uygunluk değerlendirmesi için belirlenen süreçler, makinanın Ek IV Liste'de bulunup bulunmamasına bağlı olarak iki ana kategoriye ayrılmıştı. Buna göre:

1. Eğer direktif kapsamında yer alan bir makina, Direktif'in Ek IV Bölümü'nde yer almıyorsa, yani yüksek riskli makina olarak görülüyorsa uygunluk değerlendirme sürecinde bir onaylanmış kuruluşun yer alması öngörülmemekteydi. Bu durumda Ek IV Bölümü'nde yer almayan herhangi bir makinanın imalatçısı veya o makinayı pazara arz eden taraf Direktif'in temel teknik gereklerini karşılayarak ve dokümantasyon ile ilgili gereksinimleri (Teknik Dosya ve Uygunluk Beyanı) hazırlayarak makinaya CE işaretini koyabiliyordu. Bu süreç 'self declaration' olarak da adlandırılmaktaydı.
2. Buna karşın eğer bir makina 98/37/EC Direktifi'nin Ek IV Bölümü'nde yer alıyorsa, bu durumda makinanın imalatçısı veya o makinayı pazara arz eden tarafın önüne makinanın tasarım ve imalatı sırasında makina ile ilgili uyumlaştırılmış standartlara (*harmonised standards*) uyulmuş olmamasına bağlı olarak farklı seçenekler konmuştu. Buna göre,
A. Eğer makinanın tasarım ve imalatı süreçlerinde makina ile ilgili varolan uyumlaştırılmış standartlar dikkate alınmamış veya onlara yalnızca kısmen uyulmuş ise, bir Onaylanmış Kuruluş tarafından tip onayı yapılarak bir 'Tip Onay Sertifikası' düzenlenmesi koşulu vardır. Ancak bu işlemden sonra ilgili makina CE işaretlenerek piyasaya arz edilebilmektedir.
B. Eğer makinanın tasarım ve imalatı süreçlerinde makina ile ilgili varolan

uyumlaştırılmış standartların tümü dikkate alınmış veya onlara tam olarak uyulmuş ise, makinanın imalatçısı veya makinayı pazara arz eden taraf aşağıdaki yollardan herhangi birini seçebilmektedir:

- Makina ile ilgili Teknik Dosya'nın bir Onaylanmış Kuruluş'a muhafaza edilmesi için teslim edilmesi, veya,
- Makina ile ilgili Teknik Dosya'nın bir Onaylanmış Kuruluş tarafından incelenmesi ve uygunluğu ile ilgili bir sertifika düzenlenmesi, veya,
- Bir Onaylanmış Kuruluş tarafından t ip onayı yapılarak, bir 'Tip Onay Sertifikası' düzenlenmesi.

98/37/EC direktifinin yayımlandığı zaman, henüz modüler yaklaşımı içeren ve uygunluk değerlendirme modüllerini tanımlayan Avrupa Birliği Direktifi yayımlanmamış olduğu için, 98/37/EC'de modüllerden söz edilmemektedir.

2006/42/EC Direktifi'nde ise, uygunluk değerlendirme süreçlerinde önemli değişiklikler ile birlikte, modüler yaklaşım ile de uyumluluk sağlanmıştır.

Direktif'in yeni revizyonuna göre, makina imalatçısı veya yetkili temsilcisi, pazara arz edilecek olan makinanın Direktif'in gereklerini karşıladığını göstermek için aşağıdaki uygunluk değerlendirme yollarından uygun bulduğunu izleyebilmektedir:

1. Makina Ek IV'de yer almıyorsa, İmalatçı veya Yetkili Temsilci tarafından, Teknik Dosya Direktif Ek VII'de belirtildiği şekilde hazırlanmalı ayrıca, imalatın Teknik Dosya'da belirtildiği şekilde ve Ek VIII'de tanımlandığı gibi kontrol edilmiş olduğunun dokümanite edilmesi gerekir. Modüler yaklaşıma göre bu uygulama MODÜL A olarak değerlendirilir.

2. Makina Ek IV'de yer alıyorsa ve ilgili tüm uyumlaştırılmış standartlara tam olarak uygun imal edilmiş ise (ilgili uyumlaştırılmış standartların makina ile ilgili tüm tehlikeleri içeriyor olması koşulu ile), İmalatçı veya Yetkili Temsilcisi aşağıdaki 3 yoldan birini izlemek zorundadır:

a. Teknik Dosya Ek VII'de belirtildiği şekilde hazırlanır ve imalat Teknik Dosya'da belirtildiği şekilde kontrol edilip kontrol sonuçları dokümanite edilir. Modüler yaklaşıma göre bu uygulama MODÜL A olarak değerlendirilir.

b. Ek IX'da belirtildiği şekilde, bir Onaylanmış Kuruluş'a AB Tip Muayenesi yaptırılır ve buna ilave olarak seri imalata geçildiğinde Ek VIII'de belirtilen kontroller yapılarak kontrol sonuçları dokümanite

edilir. Modüler yaklaşıma göre bu uygulama MODÜL (B+C) olarak değerlendirilir.

c. İmalatçı, imalat yerinde Ek X'da belirtildiği gibi bir onaylanmış kuruluş tarafından sertifikalandırılmış bir Kalite Yönetim Sistemi kurar ve işletir. Modüler yaklaşıma göre bu uygulama MODÜL H olarak değerlendirilir.

3. Makina Ek IV'de yer alıyorsa ve ancak ilgili uyumlaştırılmış standartlara uyulmamış veya kısmen uyulmuş ise, ya da var olan ilgili uyumlaştırılmış standartlar makina ile ilgili tüm tehlikeleri içermiyor ise veya makina ile ilgili uyumlaştırılmış standart yayımlanmamış ise, İmalatçı veya Yetkili Temsilcisi aşağıdaki yollardan birini seçip uygulamak durumundadır:

a. Ek IX'da belirtildiği şekilde, bir Onaylanmış Kuruluş'a AB Tip Muayenesi yaptırılır ve buna ilave olarak seri imalata geçildiğinde Ek VIII'de belirtilen kontroller yapılarak kontrol sonuçları dokümanite edilir. Modüler yaklaşıma göre bu uygulama MODÜL (B+C) olarak değerlendirilir.

c. İmalatçı, imalat yerinde Ek X'da belirtildiği gibi bir onaylanmış kuruluş tarafından sertifikalandırılmış bir Kalite Yönetim Sistemi kurar ve işletir. Modüler yaklaşıma göre bu uygulama MODÜL H olarak değerlendirilir.

4. 2006/42/EC'de kısmi tamamlanmış olan makinelerin pazara arz öncesi, uygunluk değerlendirmesi süreçleri de tanımlanmıştır. Buna göre kısmi tamamlanmış makineler için aşağıdaki işlemler yapılmak durumundadır:

a. Ek VII, bölüm B'de belirtildiği şekilde ilgili teknik dokümantasyon hazırlanır,

b. Ek VI'da belirtildiği şekilde montaj talimatları hazırlanır,

c. Ek II, bölüm I'de belirtildiği şekilde bir 'Birleştirme Beyanı'nın yayımlanır.

Kısmi tamamlanmış makina, son makina ile birleşinceye ve son makinanın teknik dosyasının bir parçası oluncaya kadar, montaj talimatları ve Birleştirme Beyanı kısmi tamamlanmış makinayla birlikte olmak durumundadır.

SONUÇ ve ÖNERİ

Makina Emniyeti Direktifi'nin son revizyonu olan 2006/42/EC ile makinelerin tasarımı, imalatı, uygunluk değerlendirmesi ve nihayet CE işaretlenmesi süreçlerinde önemli sayılabilecek yenilikler ve değişiklikler getirmektedir. 'Makina' tanımına giren mamuller çeşitlenmiş, kapsam dışına çıkarılmış ürünlerde değişiklik olmuş ve nihayet uygunluk değerlendirmesinde modüler yaklaşım ile uyumluluk sağlanmıştır. Modül H'ın uygulamaya konması, ISO 9001 Kalite Yönetim Sistemi kurmuş olan işletmelerin belirli avantajlara sahip olmasını sağlayacaktır. Bu işletmeler kurmuş oldukları sistemleri bu alanda yer alan bir Onaylanmış Kuruluş denetiminden geçirerek CE işaretlenmesinde yeni bir aşamaya geçebilirler. Hiç kuşkusuz sağlam temeller üzerine oturmuş, iyi denetlenen ve ciddi işletilen kalite yönetim sistemleri bu süreçte imalatçılara büyük avantajlar sağlayacaktır. Başta da belirtildiği gibi 98/37/EC yönetmeliğinin gereklerini uygulayan imalatçılar 2006/42/EC'ye geçişte zorluk çekmeyecek, kolaylıkla bir adım öne geçeceklerdir. Bu göz ardı edilmemesi gereken bir avantajdır.

KAYNAKLAR

1. Directive 98/37/EC of the European Parliament and of the Council of 22 June 1998 on the approximation of the laws of the Member States relating to machinery *Official Journal L 207* , 23/07/1998 p. 0001 – 0046
www.newapproach.org/Directives/DirectiveList.Asp
2. Directive 2006/42/EC of the European Parliament and of the Council of 17 May 2006 on machinery, and amending Directive 95/16/EC
www.sanayi.gov.tr/download/sgm/makina_emniyeti_yonetmeli_taslak_eng.pdf

Ülkemizde İŞ SAĞLIĞI VE GÜVENLİĞİ (İSG) Yeni Yasa, Yönetmelik ve Standartlar Üzerine

Macit Karabay

Mak.Y.Müh.Dr.

ÖNSÖZ

Hiçbir ülke, çalışabilecek yetişkin elemanlarının iş kazaları ve meslek hastalıkları sonucu çalışma güçlerinin yok olmasının ülkelerine getireceği toplumsal ve psikolojik çöküntüye ve ekonomik kayıplara gözyumacak kadar zengin değildir. Bu nedenledir ki, tüm gelişmiş ülkeler gibi diğerleri de İSG konularında bilinçlenmekte, gerekeni yapma çabası içine girmektedirler. Bu çabaların bireysel yanı olduğu gibi, topluma yönelik girişimleri de önemli ve kaçınılmazdır.

Yüce Atatürk'ün bizleri yönlendiren sözlerinden birinde, birlikte çalışma, ulusumuzun yarınının en önde tutulmasına önemini vurguladığı biçimde, ülkemizdeki bu sorunun çözümünde de elele verme gereği koşuldur. Ordu-ulus-endüstri işyerleri ile Üniversitelerimiz kamu kesimi ile elele vererek "önce güvenlik" gibi anlamlı ve gerekli bir deyişin gereği yerine getirilmelidir.

Ülkemizin özel, kamusal işyerlerinde, güvenlik güçlerimizin düzenlediği, işlettiği üretim, bakım ve onarıma yönelik kuruluşlarda milyonlarca işçimiz, erimiz, görevlimiz binalarda, açık arazide, atelyelerde aletlerle, makinalarla, silahlarla içiçedirler, risklerle (tehlikelerle) karşı karşıyadırlar. Nerede bu tür insan-makina-araç, gereç, bina, barınak vb. ilişki varsa riskler de sözkonusudur. Üzülerek söylemek gerekiyor ki, istenirse de bu riskler sonucu kazalar olmakta, kişiler yaralanmakta, bazıları sakat kalmakta, bir oranda da yaşam sonlanmaktadır. Ancak, iş kazası, meslek hastalığı asla kader olamaz, olmamalıdır. Günün iş kazaları ve meslek hastalıklarına yönelik geçerli ve zorunlu önlemler sistematik biçimde alınır, çalışanlar eğitilir ve bilinçlendirilirse kaza ve hastalıklar büyük ölçüde önlenir.

İSG kavramsal ve amaçsal olarak tüm çalışanların üretim, bakım ve onarım çabalarını sağlıklı ve güvenli biçimde yürütebilmelerini sağlamaktadır. Bu amaçla, iş yaşamının çok yanlı ve değişik yapısı nedeniyle genel anlamlı yasa ve

yönetmelikler, uluslararası ve ulusal bazda standartlarla, özel amaçlı olan ve yalnızca bir tür iş için örneğin kazan işletmeciliği, kaynakçılık, tornacılık gibi ayrı ayrı olmak üzere bilinen ve uygulamada olan konularda çalışanların İSG için yönetmelikler, kurallar hazırlanmakta, yürürlüğe konulmaktadır.

İş yaşamı değişim demektir. Yeni teknolojiler, araç ve gereçler, makinalar, silahlar vb. gündeme gelince beraberinde getirecekleri risklere karşı önlemler de gelebilmelidir. Bilindiği kadarı ile bu iki çaba paralel yürümekte, İSG gözardı edilmemektedir. Dinamik yapı canlı ve etkili tutulmaktadır.

Bu incelememizin amacı, ülkemizde yürürlükte olan İş Kanunu (4857 Sayılı, Yayımlı Tarihi: 10.6.2003) gereğince hazırlanmış olan ve yürürlüğe giren tüzük ve yönetmeliklere, bağlı olduğumuz uluslararası örgütler olan ISO, ILO, AB ile, çok yakın ilişkiler içinde olduğumuz Batı ülkelerindeki güncel uygulamalara değinmek, yapılmakta yada yapılması gereken uygulamaları tartışabilmektir. Bilinir ki, bugün hala, ülkemiz iş kazaları ve meslek hastalıkları bakımından, gelişmiş ülkelere oranla hiçte iç açıcı durumda değildir. Son tersane kazaları da bunun önemli bir göstergesidir. Bu nedenle iş kazaları ve hastalıkları ulusal bir dava olup hepimizin görevi içinde ve sorumluluğundadır.

4857 SAYILI YASAMIZ

122 maddeden oluşan bu büyük ve önemli yasada, Madde 1 de, amacın işverenler ile bir iş sözleşmesine dayanarak çalıştırılan işçilerin çalışma şartları ve çalışma ortamına ilişkin hak ve sorumlulukların düzenlenmesi olduğu belirtilmiştir. Bu yasa Madde 4 de belirtilen istisnalar dışında tüm işyerlerine uygulanmaktadır. Madde 2, 5'inci paragrafta asıl işveren ile alt işveren ilişkisi belirlenmekte olup, asıl işveren, iş yaptırdığı alt işverenin işçilerine karşı o iş yeri ile ilgili olarak yükümlülüklerinde alt işveren ile birlikte sorumludur.

İş yasasında, iş yaşamına ilişkin tüm gerekli sorumluluklar, yükümlülükler bulunmaktadır. Bunlardan İSG ile ilgili olarak Beşinci Bölümde, Madde 77 de, işverenler iş yerlerinde iş sağlığı ve güvenliğinin sağlanması için gerekli her türlü önlemi almak, araç ve gereçleri noksansız bulundurmamak, işçilerde iş sağlığı ve güvenliği konusunda alınan her türlü önleme uymakla yükümlü kılınmaktadır. Aynı maddede işverenlere, işçisinin önlemlere uyup uymadıklarını denetlemesi, işçilerin karşılaşılabilecekleri riskler, alınması gerekli tedbirler, yasal hak ve sorumluluklar konusunda bilgilendirmesi ve gerekli İSG eğitiminin vermesi zorunluluğu getirilmektedir.

Madde 78 de ise, Sağlık Bakanlığının görüşü alınarak Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığının işyerlerinde İSG önlemlerinin alınması, makineler, araç, gereçler, kullanılan maddeler nedeniyle ortaya çıkabilecek iş kazaları ve meslek hastalıklarının önlenmesi için çalışan kişilerin çalışma koşullarının düzenlenmesi amacı ile tüzük ve yönetmelikler çıkarması görevi verilmiştir.

Önceki Yasa 1.9.1971 tarihli 1475 sayılı yasa son olarak 22.5.1987 tarihinde değişikliğe uğramış, sonunda 4857 sayılı, bugün yürürlükte olan Yasa yürürlüğe girince yaşamını tamamlamıştır. 1475 sayılı eski yasanın madde 73 ve 74'ü yürürlükteki yasanın 78 ve 79 maddeleri ile aynı amaca yöneliktir.

Tüzükler Yönetmelikler

Önceki ve bugünkü iş yasalarının öngördüğü, AB'ye katılım süreci içinde gerekliliği duyulan,

ayrıca ILO, ISO yada diğer ülkelerin tüzük ve yönetmelikleri izlenerek uygun bulunan tüzükler ve yönetmelikler ilgili Bakanlıklar ve ulusal kuruluşların çalışmaları ile hazırlanmış ve hazırlanmaktadır. Önceki yasaya dayalı olan ve 11.1.1974 tarihli olan İşçi Sağlığı ve İş Güvenliği Tüzüğü, yenisi hazırlanmadığı için yürürlükte olup 520 maddesi ile, ayrıntılı biçimde, işyerlerinde kazalara ve meslek hastalıklarına karşı alınması gerekli önlemleri içeren kapsamlı bir belgedir. İşverenler ve işçiler uymakla yükümlüdürler. Bu tüzüğün önemli noktalarına bu yazıda değinilecektir.

İSG'de Avrupa Birliğine Uyum

AB'ye uyum süreci içinde 12/6/1989 tarihli AB Konsey direktifine dayalı olarak 4857 sayılı yasanın 78'inci maddesine göre "İş Sağlığı ve Güvenliği Yönetmeliği" hazırlanmış ve yürürlüğe girmiştir. Ayrıca aynı amaçla, ekli listede görülen birçok yönetmelik de hazırlanarak uygulanmaya başlamıştır. Bunlardan bazıları kullanılmayanların yerine geçmiş, bazıları ise eskisi ile beraber yürürlükte tutulmuştur. Ekli listede bugüne değin çıkarılmış olan 48 adet yönetmeliğin bazılarının adları verilmektedir (Çizelge 1). İş Sağlığı ve Güvenliği Yönetmeliği, bu konuda klavuz olabilecek nitelikte, risklerin araştırılması ile kazaların önlenmesinde uygulanması zorunlu olan kapsamlı bir belgedir. Yönetmeliklerin tümü İş Sağlığı ve Güvenliği ile ilgili siteden bilgisayar aracılığı ile elde edilebilir. Buradan ilk yönetmeliğin bazı önemli yükümlülüklerine değinilecektir.

Çizelge 1

4857 Sayılı İş Kanunu Uyarınca Hazırlanan Yönetmelikler

- İş Sağlığı ve Güvenliği Yönetmeliği
- Gürültü Yönetmeliği
- Yapı İşlerinde Sağlık ve Güvenlik Yönetmeliği
- Güvenlik ve Sağlık İşaretleri Yönetmeliği
- Patlayıcı Ortamların Tehlikelerinden Çalışanların Korunması Hakkındaki Yönetmelik
- İş Güvenliği ile Görevli Mühendis veya Teknik Eleman Görev, Yetki ve Sorumlulukları ile Çalışma usul ve Esasları Hakkında Yönetmelik
- İş Ekipmanlarının Kullanımında Sağlık ve Güvenlik Şartları Yönetmeliği
- İşyeri Bina ve Eklentilerinde Alınacak Sağlık ve Güvenlik Önlemlerine İlişkin Yönetmelik
- Kişisel Koruyucu Donanım Yönetmeliği
- Yeraltı ve Yerüstü Maden İşletmelerinde Sağlık ve Güvenlik Şartları Yönetmeliği
- Konut Kapıcıları Yönetmeliği
- Özürlü, Eski Hükümlü ve Terör Mağduru İstihdamı Hakkında Yönetmelik
- Çalışanların İş Sağlığı ve Güvenliği Eğitimlerinin Usul ve Esasları Hakkında Yönetmelik
- İş Sağlığı ve Güvenliği Kurulları Hakkında Yönetmelik
- İş Kanununa İlişkin Çalışma Süreleri Yönetmeliği
- Ağır ve Tehlikeli İşler Yönetmeliği ve Formu (4.maddesi değişti.)
- İşyeri Kurma İzni ve İşletme Belgesi Alınması Hakkında Yönetmelik

İŞ SAĞLIĞI VE GÜVENLİĞİ YÖNETMELİĞİ (İSGY)

(Özet)

- Madde 1'de, yönetmeliğin amacının iş yerlerinde sağlık ve güvenlik koşullarının iyileştirilmesi için alınması gerekli önlemlerin belirlenmesi olduğu, mesleki risklerin önlenmesi, risk ve kaza etmenlerinin ortadan kaldırılması, işçi ve temsilcilerinin eğitilmesi, bilinçlendirilmesinin gerekliliği belirtilmektedir.
- Madde 5'de, işverenin yükümlülükleri sıralanmakta özetle; mesleki risklerin önlenmesi, eğitim ve bilgi verilmesi, işin kişilere uygun duruma getirilmesi, üretim yöntemlerinin, süreçlerin seçiminde, işin tasarımında sağlık ve güvenliğe uygun olduklarından güven duyulması, teknik gelişmelere uyum sağlanması, tehlikeleri daha az olanlarla değiştirilmesinin işverenin sorumluluğunda olduğu belirtilmektedir.
- Madde 7'de de, işverenin iş yerinde sağlık ve güvenlik risklerini önlemek ve koruyucu görevleri yerine getirmek üzere iş yerinde en az bir veya daha fazla kişiyi görevlendirmesi yükümlülüğü getirilmektedir. Bu kişilerin gerekli nitelik, bilgi ve beceriye sahip olmaları gerekli görülmektedir.
- Madde 11'de bu konularda işverenin, işçilerinin görüşlerini almaları, onların da girişimlerde katkılarını sağlamaları beklenmektedir.
- Madde 12 işçilerin eğitimleri ile ilgili olup işe başlamadan önce, iş veya çalışma yeri değiştirilirse, araç-makina değişirse, yeni teknoloji uygulandığında, değişen yada yeni ortaya çıkan risklere uygun olarak eğitim verilmesi, gerektiğinde periyodik olarak tekrarlanması istenmektedir.
- Madde 13 işçilerin yükümlülükleri ile ilgilidir. Öncelikle, işçiler davranış ve kusurlarından dolayı kendilerinin ve diğer kişilerin sağlık ve güvenliğini olumsuz etkilememesi için gerekli dikkati göstermeli görevlerini, kendisine işveren tarafından verilen eğitim ve talimatlar doğrultusunda yapmalıdırlar. İşçiler kendisine verilen koruyucuyu öğretildiği gibi kullanmalı, makinadaki koruyucuları çıkarmamalı, makinaları doğru kullanmalı, göreceklere tehlikeli durumu veya eksikliği işverene yada güvenlik işçi temsilcisine bildirmelidirler.
- Madde 14 ile de işveren, işçilerin maruz kalacakları sağlık ve güvenlik risklerine uygun

olarak onları sağlık gözetiminde tutmalıdır. İşe girişte ve işin devamı süresinde bu denetimler düzenli aralıkla sürdürülmelidir.

BSI-OHSAS 18001 (1999) (TS 18001) + AMD.1 (2002) (OCCUPATIONAL HEALTH AND SAFETY MANAGEMENT SYSTEMS) İNGİLİZ STANDARTI ESAS ALINARAK HAZIRLANAN STANDARD

TSE Teknik Kurulunun 24 Şubat 2004 tarihli toplantısında İş Sağlığı ve Güvenliği Yönetim Sistemleri-Sartlar başlığı ile Türk Standardı olarak onanmış ve yayınlanmıştır. Bu standardın uygulama klavuzu olan BSI-OHSAS 18002 da TS 18002 olarak kabul edilmiştir. Aşağıda TS 18001 standartlarından özet alıntılar verilmektedir.

- TS 18001, bir yönetim sisteminin tasarımı için ayrıntılı koşulları sağlamadığı gibi İSG performans kriterlerinin durumunu da belirlemiz. Amacı, bir kuruluşun İSG risklerini denetim altına almasını ve bu yöndeki çabalarını iyileştirmesini sağlamada gerekliliği duyulabilecek yönetim sisteminde bulunması gerekli koşulları ortaya koymaktır.
- TS 18001, ürün ve hizmet güvenliğinin sağlanmasından çok, ürün ve hizmet veren kuruluşlardaki çalışmalarda iş sağlığı ve güvenliğinin gerçekleşmesini amaçlamaktadır. Bu amaçla kurulacak örgütün sistemli biçimde nasıl düzenleneceğini belirtmektedir.
- TS 18001, aşağıdakileri amaçlayan her kuruluşa uygulanabilir.
 1. Riskleri yok etme, azaltma
 2. İSG yönetim sistemi kurma
 3. İSG politikasına uyum konusunda kendine güvence sağlama
 4. Bu uyumu başkalarına gösterebilme
 5. Sisteminin belgelendirilmesinde

Tanımlamalar

- Tehlike: Kişilerin, malın, gerecin, iş ortamının zarar görmesine neden olabilecek kaynak yada durum.
- Risk: Tehlikeli bir olayın oluşma olasılığı ile sonuçların bileşimi

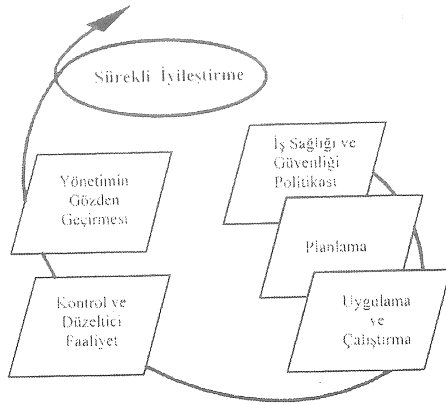
İSG Politikası

Kuruluşa, üst yönetimce benimsenmiş, bu konuda hedefleri ve çabaları belli eden, aşağıdaki karakterde bir politika bulunmalıdır.

- Risklerin karakter ve önemine uygun olan
- Sürekli iyileştirmeyi hedefleyen
- İSG kural ve yönetmeliklerine uygun olan
- Belgelere, kayıtlara dayanan
- Tüm çalışanlara duyurulan

- Kolaylıkla ilgililerce ulaşılabilen
- Sürekli gözden geçirilebilen

İSG Yönetim Sistemi



Şekil 1. İSG yönetim sistemi

Planlama

Kuruluştaki tehlike ve risklerin saptanması ve denetimi için planlama yapılmış olmalıdır.

- Yapılacak veya zaman zaman yapılan işler için
- Taşeron ve ziyaretçiler ve işyerine gelen diğer kişiler için
- İşyerindeki diğer kolaylıklar için

Yasal ve Diğer Koşullar

İşyeri kendisine uygulanma olasılığı olan yasal ve diğer İSG koşullarını belirlemeli, bunları gerçekleştirmek için yapılması gerekenleri saptamalıdır.

Ulaşılması İstenilenler

İşyeri, kayıtlara geçirilerek İSG hedeflerini oluşturmalıdır. Bu işi yaparken sistem, tehlikelerin, risklerin, teknolojik seçeneklerin, parasal ve işlevsel koşulların ilgililerce danışılarak gözönüne alınmasını sağlamalıdır.

İSG Yönetiminde Programlama

Aşağıdakileri içermelidir:

- verilen sorumluluklar, yetkiler
- kullanılacak araçlar
- zamanlama
- parasal boyutlar

Uygulama ve İşleme Koyma

Planlamadan, incelemelerden ve uygulamanın sonucundan gelen geri besleme ile yapılacak işlemler sonucu denetim ve düzeltmeler yapılır duruma getirilmelidir.

Yetki ve Sorumlulukların Saptanması

İSG yönetim sisteminde, İSG risklerini etkileyen girişimleri ve süreçleri uygulayan ve

yöneten kişilerin sorumlulukları ve yetkileri ile görevleri tanımlanmalı ve belgelenmelidir. Üst düzeyde bir yönetici, sistemin etkin çalışması için özel bir sorumlulukla görevlendirilmiş olmalıdır.

Eğitim, Bilinçlendirme

Gereksinim duyulan İSG bilinci tanımlanmış olmalıdır. Bu amaçla gerekli tüm eğitimler zamanında ve düzenli olarak verilmelidir. Kişilerin gerekli bilgileri aldığı, bilinci kazandıkları ve bu kazancı sürdürdüklerini kanıtlayıcı değerlendirmeler yapılmalı, kayıtlar tutulmalıdır. Bu eğitimler;

- Bireysel rol ve sorumlulukların tanımlanması için
- Tehlikeler, riskler, İSG düzenlemeleri, uyarılar için
- Yapılacak sıralanmış işlemlerin anlaşılması için
- Yöneticilere yönelik olarak sorumluluklar için
- Taşeronlar, ziyaretçilerin bilinçlendirilmesi için yapılmalıdır.

Danışma ve İletişim

İşletme, çalışanlarına ve diğer ilgililere İSG bilgilerinin iletildiğinden emin olmalıdır. Çalışanların katılımı ve işbirliği sağlanmalı ve belgelenmeli, ilgililer bilgilendirilmelidir. Risk ve tehlikelerin tanımlamaları, politikanın ve hedeflerin gözden geçirilmesi, İSG de yeni teknolojiler, yeni araç ve gereçler, çalışma yöntemleri için çalışanlara danışılmalıdır.

Dökümantasyon

İSG sisteminin yapısı ve uygulaması için işlem sıralamaları, talimatlar, çizelgeler, formlar vb. dökümantasyonu içeren güncelleştirilebilen uygun bir el kitabı hazırlanmalı ve kullanılmalıdır.

Döküman ve Veri Kontrolü

- Dökümanların yeri belli olmalı
- Sistemli biçimde gözden geçirilip düzeltilmeli, yeterliliği ilgilice onaylanmalı
- Yürürlükten kaldırılanlar ilgili tüm yerlere duyurulmalı

İşletme Denetimi

- İşyeri denetim önlemlerinin uygulanacağı yerlerdeki riskler ile ilgili girişim ve işlemler tanımlanmalıdır.
- Döküman olmuş girişimlerin gerçekleşmemiş olma durumunda gerekiyorsa bunları sağlamak için planlama yapılmalıdır.
- Satın alınan mallar, tezgahlar vb. için tanımlanmış İSG riskleri ile işleme konulma yollarının oluşturulması, bunların

sağlayıcı ve yükleniciye iletilmesi sağlanmalıdır.

- İSG risklerinin kaynaklarında giderilmesi için işyeri tasarımı, süreç, makina, iş organizasyonu ile bunların insan yetenekleri ile uyumunu içerecek yollar oluşturulmalıdır.

Acil Duruma Hazırlık

- İşletme beklenmedik ve hızla önlem alınmasını gerektirecek durumlarda yapılması gerekenleri belirlemeli, bunlardan kaynaklanacak kaza ve hastalıkları önlemek için planlar hazırlamış olmalıdır. Bu çalışmalar sistemli ve uygun biçimde denetlenmelidir.

Denetim ve Düzeltme

- İncelemelerden, performans ölçümlerinden, uygulama ve işletmeden gelecek bilgilerle denetim ve düzeltmeler yapılarak yönetim gözden geçirilir.

Performans Ölçümü

- İşletme, İSG'de gösterilen uğraşmayı (performansı) düzenli izlemeli, ölçmeli, bunu sağlamak için de yöntemler geliştirilmelidir. Bu yolla, kuruluş, gereksinimlere en uygun nicel ve nitel önlemler alınabilmeli, amaçlara ulaşma derecesi izlenebilmeli, yasal duruma uyumu görülmeli, kazalar ve hastalıkların yetersiz İSG uygulaması ile ilintilerini saptamalı, böylece düzenleyici önlemler alınabilmelidir. Bu çabalar kayıtlara geçilmelidir. Ölçüm için aygıt kullanılacaksa kalibre edilmelidir.

Kazalar, Olaylar, Uygunsuzluklar, Düzeltici ve Önleyici Çabalar

- İşletmede oluşabilecek kaza, olay, uygunsuzluklar ve yaratacağı sonuçları hafifletecek önlemler alınmalı
- Bu etkinliklerin doğruluğu izlenmeli, gerekiyorsa düzeltilmeli, kayıtlara geçirilmelidir.

Kayıtlar ve Yönetimi

- İSG ile ilgili tüm girişimler, sonuçlar, değerlendirmeler uygun biçimde kayıt altına alınmalıdır.
- Kayıtlar okunaklı, ulaşılabilir ve izlenebilir olmalı, korunmalıdır.

Denetim

İşletmede İSG ile ilgili girişimler için kurulu sistem denetim ve inceleme altında bulundurulmalıdır. Amacı,

- İSG yönetim sisteminin planlandığı gibi yürütülmesi
- Düzenli biçimde sürdürülmesi

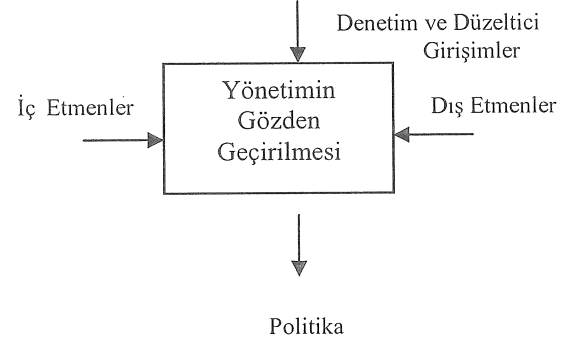
- Kuruluşun politikası ve hedeflerine uygunluğu

- Önceki denetimle elde edilenlerle karşılaştırılması

- Yönetime bilgi sağlanması

Denetim, olanaklı ve gerekli ise, İSG'den sorumlu olanların dışında, bağımsız olanlar tarafından yapılmalıdır.

Yönetimin Gözden Geçirilmesi



Şekil 2. Yönetimin gözden geçirilmesi

İşletmenin üst yönetimi, İSG yönetim sisteminin sürekli uygunluğu, yeterliliği ve etkinliğini sağlamak için sistemi aralıklarla gözden geçirmelidir. Bu inceleme kayıtsal olmalı, sonuçta, değişen durumlara göre sistemde değişim gereksinimi duyulursa ilgililer uyarılmalıdır.

Daha ayrıntılı bilgiler için TS 18001 ile, uygulama kalavuzu olan TS 18002'ye başvurulmalıdır.

SONUÇ:

İş kazaları ve meslek hastalıkları ulusal, toplumsal ve ekonomik sorunlarımız içinde önemli olan konuların başında gelmektedir. İşverenlerimizi ve işçilerimizi çok yakından ilgilendiren, iş hayatımızı sağlıklı ve güvenli kılmayı amaçlayan sözkonusu yasa, yönetmelik ve standartları yakından tanımak, tanıtmak ve uygulanmasını sağlamak hepimizin görevidir. Üniversitelerimiz bu konularda düzenleyeceği kurs ve derslerle, vereceği araştırma tezleri, konferans ve seminerlerle katkıları arttırmalıdır.

KAYNAKLAR

1. Karabay, Macit; İş Sağlığı ve Güvenliği Seminer Notları, SATTEM 29-30 Kasım 2007.
2. Karabay, Macit; Ülkemizde İşçi Sağlığı ve İş Güvenliği Sorunları, Mühendis ve Makina Dergisi, Sayı 484, Mayıs 2000.
3. TSE 18001

Teknik Bilirkişi Gözü ile Ülkemizdeki İş Kazalarının Değerlendirilmesi

Macit KARABAY

Mak.Y.Müh.Dr.

ÖNSÖZ

İşçi Sağlığı ve İş Güvenliği her ülkede olduğu gibi ülkemizde de üzerinde sürekli durulması beklenen ve gereken konulardandır. Ülkemizde zenginlik ve refahı arttırmak istiyorsak öncelikle gelişmiş, becerikli insanlarımızın iş kazaları nedeniyle yitirilmesini durdurmalıyız.

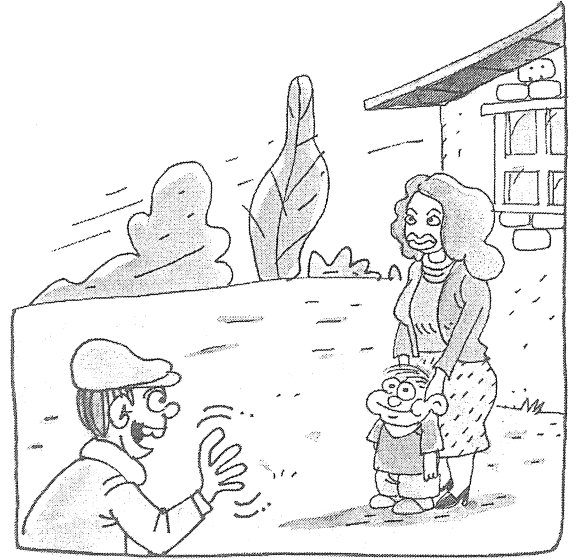
Ülkemiz, birçok iş kolunda, iş kazaları açısından birinci sıralarda görülmektedir. Böyle olmasına karşın işçi sağlığı ve iş güvenliği konusunda yapılanlar, yazılanlar ve konuşulanlar yeterli etkin, öğretici ve uygulayıcı olamamaktadır. Kazalar süregelmekte, arkasında üzüntüler, iş kayıpları, ekonomik sıkıntılar ve ızdırıp bırakmaktadır. Ülkemizde de yetişmiş insan gücümüzü iş kazalarına karşı korumak ulusal bir görevdir.

İş hayatında olagelen kazaların, kazaya uğrayan, işveren ve kamu (SGK, Yargı Organları, vb.) üzerinde ne boyutlarda maddi ve manevi açıdan yük oluşturduğu konusunda kırk yılı aşan bir süredir yargı organlarına hizmet verip "Teknik Bilirkişi" lik yapan bir uzmanın bakış açısı ile durulacaktır. Ülkemizde pek çok (yüzlerce) küçük, orta ve büyük işletmelerde inceleme yapan, danışmanlık hizmeti veren, binlerce iş kazasında teknik bilirkişilik yapan bir teknik eleman ve öğretim üyesi olarak pek çok olaya tanık olunmuştur. Birbirine benzer olduğu kadar, inanılmaz, olamaz, nasıl olur diye hayret ettiren ve de üzüntü veren değişik pek çok kazayı bir yazıda, her yönü ile irdelemek olanaksızdır.

Amaç kuşkusuz, işçi-işveren-devlet kesimlerinin, daha sağlıklı uygulamalar, daha güvenli çalışma ortamları yaratmaları, eşgüdümle çalışabilmelerinde yardımcı olmak, işyerinde güvenliği yuvada mutluluğu artırmaktır.

Önceki 1475 sayılı İş Yasası'nın 74'ncü maddesi gereğince düzenlenen ve halen yürürlükte olan İşçi Sağlığı ve İş Güvenliği Tüzüğü'nün (İSİGT) 3. Maddesi işverene, işçilerine işlerinde uymaları gereken sağlık ve güvenlik önlemlerini öğretmek zorunluluğunu yüklemiştir. Kazalar göstermektedir

ki, ne işçilerimiz ne de işverenlerimiz İş Sağlığı ve Güvenliği bakımından yeterli ve etkin bilgi edinmiş değillerdir.



KAZALARIN GENEL NEDENLERİ

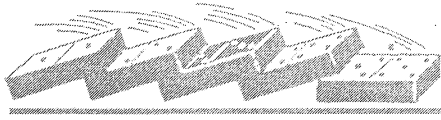
İş kazalarının, işyerlerindeki işe hazırlık ve işlem yürütme düzenlemelerinin ya başlangıçta gereğince yapılmadığı ya da etkin ve denetimli yürütülmediğinden kaynaklandığı kesin bir gerçektir. Üretimi yönetenlerin bir kısmı hala kazalara karşı alınacak koruyucu önlemlerin üretim hızını düşüreceğini, kazaların önlenmesinin işçinin kişisel sorumluluğunda olduğunu, tüm zamanı işçilerin incinmemeleri için kullanamayacaklarını, aksi halde işler yürüyemeyeceğinden işçilere de gereksinim kalmayacağı inancını taşımaktadırlar.

Bir kısım işçiler de koruyucu araçları ya rahatsız edici bulduklarından ya da kendilerine aşırı güvenip, kendilerinin kazaya uğramayacağına inandıklarından kullanmak istememektelerdir. Bazı yöneticiler de bu durumu hoşgörü ile karşılamaktadırlar. Oysa teknoloji üreten gelişmiş ülkelerdeki uygulamalar göstermiştir ki, kazalara

karşı güvenlik ile üretim gücünü artırma çalışmaları beraberce yürütülürse hem iş daha kolay yapılabilirmekte, hem de üretim verimliliği artırılmakta ve iş daha güvenli olduğu için kaza sayıları azaltılabilmektedir.



a. İş Kazası Nedenleri



b. İş Kazasının Oluşumu



c. İş Kazasının Önlenmesi

İş Kazalarının Nedenleri ve Önlenmesi

Bir iş yerinde günlük çalışmalar sırasında karşılaşılan en yaygın güvensiz eylemler ve koşullar aşağıda belirtilmiştir.

Güvensiz Davranış ve Eylemler:

1. Yanlış araç seçimi
2. Araçların uygun kişilerce kullanılmaması
3. Arızalı olan araçların kullanılması
4. Güvenlik araçlarının çalışmaması
5. Uyarı ve işaretlere uyulmaması
6. Kişisel koruyucuların kullanılmaması
7. Kusurlu çalışma durumu
8. Alkol ve uyuşturucu kullanımı
9. İş disiplinine uyulmaması

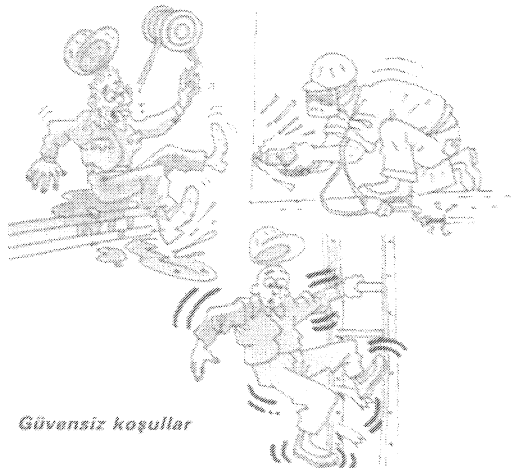
Güvensiz Koşullar:

1. Koruyucuların yetersizliği, etkinsizliği
2. Araçların arızası
3. Çalışma yerinin uygunsuzluğu
4. Uyarı sisteminin yetersizliği
5. Yangın ve patlayıcı riski

6. Yetersiz denetim
7. Tehlikeli atmosferik koşullar (gaz, toz, buhar vs.)
8. Aşırı gürültü
9. Yetersiz havalandırma
10. Yetersiz aydınlatma
11. Radyasyon yayılımı

İŞ SAĞLIĞI VE GÜVENLİĞİ BAŞLI BAŞINA BİR SORUMLULUK VE GÖREVDİR

İşçi Sağlığı ve Güvenliği konusunda daha etkin teknikler uygulayan ülkeler daha güvenli çalışma için harcadıkları paranın, artan güvenli üretim gücü, azalan kaza sayıları nedeni ile fazlasıyla karşılığını almaktadırlar. Salt ekonomik açıdan bakılsa bile güvenlik önlemlerini gereğince uygulayan her işveren kazancını da artırır. Kaldı ki, sorun salt ekonomik bir sorun olmaktan çok ötede insancıl, toplumsal ve duygusaldır da. Konu, yasa, tüzük ve yönetmeliklere bütün boyutları ile girmiştir.



İş güvenliği, işverenler, mühendisler, ustabaşılar için ancak zaman bulursa üzerinde durabilecekleri bir konu değildir. İş güvenliği konusu başlı başına bir iştir, uğraştır. Kendine özgü yaklaşımları, bilgi ve deneyimleri ve yaklaşımları vardır. Kazaların olmaması yalnızca işçilerin dikkatine bırakılmış bir işyerinde, duvarlara asılı ikaz yazıları ile, bu konudaki tüm görev ve sorumluluğun yerine getirildiğini savunmak çağdaş değildir.

İŞ YASASI, İŞÇİ SAĞLIĞI VE İŞ GÜVENLİĞİ, TÜZÜKLERİ VE EĞİTİM GEREKLİLİĞİ

İş Yasası'nın 77. maddesi işvereni, işyerlerinde işçilerin sağlığını ve iş güvenliğini sağlamak için gerekeni yapmak ve bu husustaki şartları noksansız gerçekleştirmek, güvenlik, araç ve gereçlerini sürekli bulundurmakla; işçileri de bu yoldaki yöntem ve koşullara uymakla yükümlü kılmıştır.

İş Yasası gereğince düzenlenen ve yürürlükte bulunan İşçi Sağlığı ve İş Güvenliği Tüzüğü (İSİGT) 520 maddesi ile genelde, çağdaş uygulamaları içeren bir yapı ve kapsamdadır. Ayrıcalık göstermeden tüm işyerlerine uygulanabilen ana tüzük durumundadır.

İSİGT Madde 2 gereğince, işveren, işyerinde, işçilerin sağlığını ve iş güvenliğini sağlamak için bu tüzükte belirtilen koşulları yerine getirmek, araçları noksansız bulundurmak ve gerekli olanı yapmakla yükümlüdür. Madde 3, işverene, işçilerine yapmakta oldukları işlerinde uymaları gereken sağlık ve güvenlik önlemlerini öğretmek ve iş değiştirecek işçilerine yenisinin gerektirdiği bilgileri vermek zorunluluğunu da yüklemiştir.

Madde 4'e göre ise işverenin işyerinde, özetle, teknik ilerlemelerin getirdiği daha uygun koşulları sağlaması, tehlikeli olan makina ve hammaddeleri, tehlikeleri daha az olanlarla değiştirmesi, bu konulardaki önlemleri sürekli izlemesi esastır.

Tüzük Madde 2 ve 499 ile işçileri, alınan güvenlik önlemlerine uyma, güvenlik araç ve gereçlerini kullanma, göreceklere tehlikeli durumu üstlerine bildirmekle yükümlü kalmıştır.

AB'ye uyum amacı ile onun normlarına uygun hazırlanmış 48 adet yönetmelikle, Yapı işlerinde İSİGT, Ağır ve Tehlikeli İşler Tüzüğü, Patlayıcı, Parlayıcı, Tehlikeli ve Zararlı Maddelerle Çalışan İşyerleri Tüzüğü, İşçi Sağlığı ve İş Güvenliği Kurulları Kurulması hakkındaki Tüzük, Belediyelerin, Odaların, Sağlık ve Tarım Bakanlıkları tarafından hazırlanan diğer ilgili Tüzüklerle işçi sağlığı ve iş güvenliği konusunda önemli hacim ve önemde "Mevzuat" bulunmaktadır. İşveren bunları bilmek, yorumlamak, izlemek ve uygulamak, işçilerine ilgili olanları duyurmakla da yükümlüdür.

NEDEN BU KADAR ÇOK İŞ KAZASI?

Bu satırların yazarınca ISO 9000'i tanıtım amaçlı, 200'ü aşkın KOBİ'lerde yapılan incelemeler, küçük ve orta boy işletmelerin ancak bazılarında yasa ve tüzüğün varlığının bilindiğini göstermiştir. İşçi sağlığının tehlikeye düşmesinde, iş kazalarının artmasında kuşkusuz birinci etken bu bilinçsizliktir. İşçisi ile işvereni ile çalışma hayatı içinde olan herkesin çağdaş uygulamaları tam anlamı ile bilmesi ve gerekeni yapması beklenir.

Yasa, yönetmelikler ve tüzüklerle kazaların olmaması için işverene ve işçiye getirilen yükümlülükler bulunmasına karşın, ülkemizde sayısız kazalar olmaktadır. Nedeni özetle, gereken yapılmamakta, işçiler eğitilmemekte, süreçler riskli tasarlanmakta, koruyucular yeterli sağlanmamaktadır.

TEKNİK BİLİRKİŞİ OLARAK BAZI İZLENİMLER

1. Çalışma Bakanlığı müfettişlerinin etkinlikleri, küçük işletmelere ya hiç ulaşmamakta ya da uyarılara sürüncemede bırakılmaktadır. Oysa bilindiği gibi bir iş kazası olunca bu küçük işyerleri tazminat davaları sonunda yaşamlarını sürdüremez hale düşmektedirler.
2. Gözlenen bir husus da, lisans, Know-how ile çalışan, yani dış, hazır teknolojiye göre üretim yapan yerlerde kazaların, kendi kendine teknoloji üretme çabasında olan küçük ölçekli işyerlerine göre daha az oluşudur. Bu gelişmiş üretim teknolojisi içinde sağlık ve güvenliğin daha özenle gözetildiğini, yerli teknoloji üretiminde ise gerekli önemin verilmediğini göstermektedir. Çağdaş yöntemle bir iş düzenlenirken önce analizi yapılmalı, içindeki tehlikeler araştırılmalı, gerekli önlemler alınmalı ve öncelikle çalışanlar eğitilmelidir. İş kazalarının oluşumunda, çalışanların işin tehlikeleri hakkında eğitilmemeleri ve işin tehlikesinin giderilmesi için gereken önlemlerin alınmamış olması çok önemli etmenlerdendir.
3. Bir önemli izlenim de, bir kaza olunca tutulan tutanakların, sonradan yapılacak inceleme, muhakeme vb. faaliyetler için yeterli, sağlıklı bilgileri vermekten uzak olduğudur. İşyerince, kolluk güçlerince, SSK müfettişlerince ve hatta Çalışma Bakanlığı müfettişlerince alınan ifadelerde birçok olayda en can alıcı ve gerekli bilgilerin bulunmadığı, araştırılmadığı saptanmıştır. Bir başka nokta da, İSİGT bakımından güvenilir, derli toplu ve araştırmacıların kolaylıkla erişebileceği, bilgi ve verileri içeren istatistiklerden yoksun oluşumuzdur.

4. Birbaşa izlenim de sistemli bir biçimde ve çağdaş ölçütlere bağlı kalarak, ülke içindeki durumumuzu gelişmiş ülkelerle karşılaştıran gerekli araştırmaların ve buna dayalı olarak kurulmuş bir uyarı sisteminin bulunmayışıdır.

TEKNİK BİLİRKİŞİ GÖREV VE SORUMLULUĞU

Önemli bir kaza olduğunda bilindiği gibi ifadeler alınır, savcılık soruşturması yapılır, gerekiyorsa ve varsa sanıklar yargılanır; kazaya uğrayan ya da varisleri ya da işverence başkaları aleyhine, SSK tarafından da gerekli görülüyorsa yaptığı giderlerin, bağladığı aylıkların geri ödenmesi için kazada kusurlu görülen (kazaya uğrayan işçi dışında) kişiler hakkında davalar açılır. Teknik bilirkişiler savcı ve hakimlerce görevlendirilerek kazaya ilişkin "görüşlerini tarafsız bir biçimde" rapor ederler. Gerek görülüyorsa yerinde incelemede yapılıır. Tüzükteki maddelere atıfta bulunularak kazanın nedenleri açığa çıkarılmaya çalışılır.

Bilirkişilerin öncelikle olaya yönelik makina-araç-gereç ve uygulamaları içine sindirmiş olması, tüzükleri olumlu ve yansız biçimde olaya yönelik yorumlayabilmesi, yemin ve dürüstlük gereğidir. Bilirkişinin olayda adı geçenleri tanımaması gerekli ve zorunludur. Kaza her yönüyle istenmeyen bir olay olmakla beraber, olduğunda, kusurlu olanların ortaya çıkarılması kadar, yalnızca o iş yerinde değil diğer benzer yerlerde de tekrarlanmaması için yapılması gerekenlerin saptanması ulusal bir görevdir.

GENEL HÜKÜMLER ÇERÇEVESİNDE BAZI YARGITAY KARARLARI

- Çalışanların iş güvenliğine aykırı eylem ve davranışlarını önleyici tedbir almayan işveren iş kazasından sorumludur. (10 HD. 20/6/1974)
- İşçinin iş güvenliği araçlarını kullanıp kullanmadığını denetlemeyen işveren iş kazasından sorumludur. (9 HD. 7/11/1979)
- Herhalde çalışan kimsenin iş güvenliği, işçinin kendi dikkatine bırakılamaz. (10 HD. 17/4/1984)
- İşveren, işyerinde geniş anlamda doğmuş ve doğabilecek tüm tehlikeleri önlemek zorundadır. (10 HD. 31/10/1978)
- İşverenler iş yerlerinde tüm önlemleri almak ve koruyucu malzemeyi kullandırmakla yükümlüdür. (10 HD. 6/4/1982)
- İşveren önlemlere uyulmasını temin etmekle, geniş bir kontrol mekanizması kurmakla da yükümlüdür. (10 HD. 31/10/1978)
- İşveren mevzuatın kendisine yüklediği tedbirleri, işçinin tecrübeli oluşu veya dikkatli çalıştığı takdirde gerekmeceği gibi bir

düşünce ile almaktan çekinmeyecektir. (10 HD. 9/7/1975)

- Kötü rastlantı denilebilecek olguların arkasında insan yanılğı ve savsaklamaların bulunduğu asıldır. (10 HD. 21/10/1985)

Değerlendirme

Yukarıdaki Yargıtay kararlarından çıkarılabilecek özet, işverenin İSİGT madde 2, 3 ve 4'ünde belirtilen hususlarda yükümlü, sorumlu ve görevli olduğudur. İşveren bu bilinç ve yükümlülük duygusu içinde işyerinde doğmuş ve doğabilecek tüm tehlikeleri şahsen yada görevlendireceği kişiler aracılığı ile düzenli biçimde inceleyip, kazalara karşı önlemleri aldirmekle sorumludur. İşçinin kazalanmaması kişisel önlemine ve dikkatine bırakılmamalı, işveren geniş bir denetim mekanizması kurarak işyerinin gerçek hakimi ve sorumlusu olmalıdır.

ÜLKEMİZDE OLMUŞ OLAN BAZI İŞ KAZALARI VE BİLİRKİŞİ ÖZET YORUMLARI

1. Baharat öğütme makinasında kaza geçirmiş, kazalı üç parmağını kaybetmiştir. Bilirkişi İSİGT maddeleri 2, 3, 4, 158 ile, makine koruyucuları yönetmeliği 3, 4, 13 maddelerine ve Yargıtay bazı kararlarına atıfta bulunarak işverende %85, kazalıda %5 ve ustabaşı da %10 kusur olduğu görüşündedir.
2. Kağıt fabrikasında olan bir kazada, sıkışan tomruğu kurtarmak isteyen kazalı, kendisini göremeyen diğer çalışan işçi, butona basıp sistemi çalıştırınca ayağını kaptırmış ve malul kalmıştır. Bilirkişi heyeti tüzük 2, 3, 4 ile 157/6, 443 maddeleri ile Yargıtay karar gerekçelerine atıfta bulunup tazminat davasında işverende %80; sistemi çalıştıranda %10; kazalıda %10 kusur öngörmektedir.
3. Tütün sıkıştırma pres makinasında olan iş kazasında çalışan işçinin parmağı arada kalarak sakatlanmıştır. Bilirkişilerce 2, 3, 4 ile 158 ve 180/6 maddeleri ele alınarak işçinin yaşı ve deneyimi de gözönünde tutularak işverende %60; kazalıda %40 kusur olduğu ileri sürülmüştür.
4. Taşaron şirket işçisi, büyük bir kimya tesisinde, eşanjör temizliğini yüksek basınçlı su jeti ile yaparken, jetin, bilinmeyen bir nedenle karn bölgesine gelmesi ile vefat etmiştir. Ast işveren alt işveren ilişkisi ile, tesisin gözcü elemanının bulundurulması gereği ile su fişkırtan tabancanın güncel ve emniyetli olmadığı gerekçesi ile bilirkişiler üst ve alt işverenlerde %50'şer kusur öngörmüşlerdir.
5. Bir tekstil fabrikasında çalışan anne adayını bir hanım, merdivenden inerken, bir anlık yaslandığı merdiven korkuluğun kırılması ile düşüp vefat etmiştir. Bilirkişiler İSİGT madde

- 2, 14 gereğini yerine getirmeyen işverende %100 kusur olduğunu ileri sürmüşlerdir.
6. Bir torna-freze atelyesinde o gün işe alınan yaşı küçük bir işçi, tornanın fener milinden dışarı taşmış dönen çubuk malzeme altında parça temizleme görevi verildiğinde, bir nedenle başını kaldırdığında dönen parça bedenini sarıp duvara çarpması ile ölümüne neden olmuştur. Savcıya bilirkişilik yapan komşu tornacı kazalıda %100 kusur görmüş, tazminat davasında ise bilirkişilik yapan heyet işverende madde 2, 3, 4 ile 170 gereğince %100 kusur ileri sürmüşlerdir.
7. Et kıyma makinasında olan bir kazada kazalı parmaklarını helezona kaptırmıştır. Bilirkişi 2, 3, 4, 142, 158 ile 177/5'in kaza ile ilgili olduğunu ileri sürerek işverende %90, kişisel güvencesini almada tedbirsizlik eden kazalı %10 kusurlu bulunmuştur.
8. Bir kepçenin kaporta sacını, tamirhane sökmekte olan servis elemanı, takoz kayınca düşen sac 2, 3, 4, parmaklarını kesmiştir. İlkel yöntemle yapılan desteklemeyi denetlemeyen işverende ve kazalının da yetişkinliği belli olmadığı için %75; tedbirsizlik eden ve takozu emniyetli yerleştirmeyen kazalıda %25 kusur görülmüştür.
9. Bir enjeksiyon presinde aniden kapanan kalıp işçinin parmaklarını ezmiş %51 işgörememizlik oluşmuştur. Emniyet svicinin iple iptal edildiği görülmüştür. Kazalı bakım amiri olup deneyimlidir. Ancak İSİGT madde 2, 3 ile Yargıtay kararlarından "Çalışanların denetimi ve gözetiminin sağlanması" bakımından işverende %50; kazalıda da %50 kusur görülmektedir.
10. Yine başka bir eksantrik preste basınçlı hava birden gelince inen üst kalıp işçinin parmaklarının sakat kalmasına neden olmuştur. Çalışma Bakanlığı müfettişi parçayı uzun saplı bir tutanak ile almadığı için %100 kusur bulurken, tüzük 2, 3, 4 gereğince makinenin kusurlu olduğu da ileri sürülerek %70 kusur işverende; ellerini araya tedbirsizce sokan kazalıda %30 kusur görülmüştür.
11. Yükleme-İndirme işinde çalışan bir işçi, çelik malzeme dengesini kaybedince eli ile düzeltmek istemiş arada kalan parmağı nedeniyle sakatlanmıştır. 2, 3, 378, 379, 383 maddeleri ile Yargıtayın, işverenin ciddi denetim ve sorumluluğu bulunduğu ile, işveren eğitiminin esas olduğunu belirttiğine dayanarak kusur %60 işverende, %40 kazalıda görülmüştür.
12. Bir mermer ocağında fazla mesaide kazalı, 3 kenarı kesilmiş olan bir mermer bloğun yanından geçerken devrilen blok altında kalarak vefat etmiştir. Başlarında bir sorumlu bulundurmeyen işverende nezaret ve denetimdeki kusuru nedeniyle %60; deneyimli olan kazalıda, tedbirsizliği nedeniyle %40 kusur görülmüştür.
13. Kazalı kendisine iş güvenliği ile ilgili bilgi verilmediğini, kamyon üzerindeki morset'i döndüren motorun kızak yerlerinin kırılması ile morsetin üzerine düştüğünü söylemekte, işverense kazalının deneyimli bir sondör olduğunu ileri sürmektedir. Kızak yerinin uygunsuzluğu ve kazalının bilinçlendirilmediğini ileri süren bilirkişi heyeti, kusuru %100 işverene vermiştir.
14. Bir kimya tesisinde, bir platform ile enjeksiyon presi üzerine çıkan kazalı düşerek vefat etmiştir. Platformdaki uygunsuzluk nedeniyle işverene %60, tedbirsizlik ve işine uygun bir araç gereğini söylemeyen (İSİGT 499), kişisel güvencesini almayan kazalıda %40 kusur bulunmuştur.
15. İzolasyon maddesi üreten bir fabrikada, makinaya kaynakla bağlanan 1.5 ton ağırlığındaki kalıp, kaynak dikişinden kopunca operatörünün üzerine düşerek vefatına neden olmuştur. Yargıtay kararlarından "işveren geniş anlamda doğmuş ve doğabilecek tüm tehlikeleri önlemek zorundadır" (10 HD. 31/10/1978) ve İSİGT madde 2 gereğince bilirkişiler işveren tarafında %100 kusur bulmuşlardır.
16. Bir tekstil fabrikasında eğitim almadan hallaç makinasında çalıştırılan işçi, o gün kaza geçirmiş elini koruyucusu uygun olmayan gözetleme deliğine sokup bir pamuk tıkanıklığını gidermek isterken parmaklarını kaybetmiştir. Bilirkişiler kazalıda yaşı uygun olduğu ve bu gibi işlerde çalıştığı halde tedbirsizliği nedeniyle %25; kayar gözlem kapağını kilitli tutmayan işverende %75 kusur bulmuşlardır.
17. Bir işçimiz meslek hastalığı olan Pnomokonyoz'a yakalanarak %32.2 oranında malul kalmıştır. Çırak olarak, daha öncede kaçak çocuk işçi olarak çalıştığı yerlerde zımpara tozuna maruz kalmıştır. Bilirkişiler İSİGT ile Yargıtay'ın gerekçelerine atıfta bulunup işverende %80; kişisel önlemlerini almayıp zaman zaman maske kullanmadığı için %20 kusurlu görülmüştür.

**İSİG Konusunda Birkaç İstatistiksel Bulgular
(SSK Verilerine Göre)**

ÜLKEMİZDE:

2000 Yılında
75000 kaza, 1173 yaşam yitirme, 1818
daimi iş görememezliği

2000 yılında SSK 5.254.000 kişiye
hizmet veriyor, 20 milyon çalışıyor, %26'sı
sigortalı

Ülkemizde hergün 4 kişi kazalar
sonucu vefat ediyor. 10 kişi sakat kalıyor.

1999 yılında Ülkemizde kaza ve
meslek hastalıkları sonucu 2,5 katrilyon lira zarar
var.

Son verilere göre ortalama Ülkemizde
yılıda 1500 yaşam yitirme, 3000 iş göremezlik

DÜNYADA:

Yılıda 125 milyon iş kazası, 220 bin
ölüm, 10 milyon sakat kalıyor.

İSİG Sisteminin Uygulanması:

Sistem uygulayan Japonya'da
kazalarda %30 azalma sağlandı.

SONUÇ

Yıllardır sürdürülegelen teknik bilirkişilik
incelemeleri ile oluşan, ülkemizdeki iş kazalarına
yönelik görüşlerin ad-yer belirtmeden, yansız ve
tutarlı bir biçimde aktarılması, yetişmiş ve yetişmekte
olan çalışanlarımızın korunmasına önemli oranda
katkı sağlayacaktır ümidi ile.

Kaynak

1. Karabay, Macit; Bir Teknik Bilirkişi'nin Bakış
Açısı İle İş Kazaları, Makina Magazin, Sayı 5,
Eylül 1996.

YAKIN GELECEKTEKİ KONGRE VE BİLİMSEL ETKİNLİKLER

<u>KONGRE ADI</u>	<u>TARİH</u>	<u>YAZIŞMA ADRESİ</u>
ICHSF 2008 3 rd International Conference on High Speed Forming	11- 12 Mart 2008 Dortmund, Germany	e-mail: ichsf@iul.uni-dortmund.de Info.: www.ichsf.iul.uni-dortmund.de
LCE 2008, 15th CIRP International Conference on Life Cycle Engineering	17-19 Mart 2008 The University of New South Wales Sydney, Australia	LCE 2008 Conference Managers Address: Level 10, 51 Druitt Street, Sydney NSW 2000, Australia Postal Address: GPO Box 128, Sydney NSW 2001 Australia Ph: +61 2 9265 0700 Fax: +61 2 9267 5443 Email: lce2008@tourhosts.com.au http://www.lce2008.com
Seventh International Symposium on Tools and Methods of Competitive	Engineering - TMCE 21- 25 Nisan 2008, Izmir, Turkey.	info@tmce.org http://www.tmce.org
5 th International Conference on Informatics in Control, Automation and Robotics – Icinco 2008	11-15 Mayıs 2008 Funchal, Madeira Portugal	http://www.icinco.org
“Continuous Optimization and Knowledge-Based Technologies” (EUROPT-2008)	20-23 Mayıs 2008 Neringa, Lithuania	Europt-2008 Institute of Mathematics & Akademijos st 4 Vilnius 08663 Lithuania http://www.mit.lt/europt-2008 e-mail: europt2008@ktl.mit.lt
13 th International Conference on Applied Mechanics and Mechanical Engineering (AMME-13)	27-29 Mayıs 2008 Cairo, Egypt	Tel: +(202) 24037852 – 24037849 Fax: +(202) 24029382 - 22621908 www.mtc.edu.eg amme-13@mtc.edu.eg
7 International Conference on th High Speed Machining	28 – 29 Mayıs, 2008 Darmstadt	Ellen Schulz Institute of Production Management, Technology and Machine Tools Technische Universität Darmstadt Petersenstraße 30 D - 64287 Darmstadt Phone: + 49 (0) 6151 16-3556 Fax: + 49 (0) 6151 16-3356 e-mail: schulz_ellen@ptw.tu-darmstadt.de www.highspeedmachining.org
ACM Solid and Physical Modeling Symposium 2008	2-4 Haziran 2008 New York, USA	Stony Brook University, Stony Brook, New York, USA http://www.cs.sunysb.edu/spmos spmos@cs.sunysb.edu
ASME Turbo expo 2008	09-13 Haziran 2008 Berlin, Germany	http://www.turboexpo.org/
NORDTRIB 2008 – 13 th Nordic symposium on Tribology	10-13 Haziran 2008 Tampere, Finland	NORDTRIB 2008, Machine Design, tampere University of technology, Box 589, 33101 Tampere, Finland. Fax: +358 3 3115 2306; E-mail: nordtrib2008@tutu.fi

KONGRE ADITARİHYAZISMA ADRESİ

6th International Conference on Tribology – BALKANTRIB '08	12-14 Haziran 2008 June, Sozopol, Black Sea Coast, Bulgaria	Tribology Centre, technical University, Sofia, 1756, Bulgaria. Tel: +359 2 851 7622; E-mail: kandeva@tu-sofia.bg or emiass@mail.bg
ASME 3 rd Frontiers in Biomedical Devices	18-20 Haziran 2008 Irvine, California, United States	http://calendar.asme.org/EventDetail.cfm?EventID=6869
Fifth annual IEEE Communications Society Conference on Sensor, Mesh and Ad hoc Communications and Networks (IEEE SECON 2008)	16-20 Haziran 2008 San Francisco, California, USA	http://www.ieee-secon.org
The 6 th International Conference on Education and Information Systems, Technologies and Applications: EISTA2008	20 Haziran – 2 Temmuz 2008 Orlando, Florida, USA	http://www.socioinfocyper.org/eista2008
WMSCI 2008: The 12th World Multi-Conference on Systemics, Cybernetics and Informatics (Orlando,	Florida, USA. June 29th- July 2nd, 2008	wm-sci08@sciiis.org http://www.sciiis.org/wmsci2008
1st Mediterranean Conference on Intelligent Systems and Automation "Cisaos"	30 Haziran – 2 Temmuz 2008 Annaba, Algeria	http://lsc.univ.evry.fr/cisaos/ hichem.arioui@ibisc.fr
9 th Biennial ASME Conference Engineering Systems Design and Analysis – ESDA 2008	7-9 Temmuz 2008 Haifa, Israel	Ms. Donna Bossin Dept. of Mechanical Engineering Technion – Israel Institute of Technology Haifa, ISRAEL 32000 Phone: +972-4-8293155 Fax: +972-4-8295711 email: esda08@technion.ac.il http://www.asmeconferences.org/esda08
IFAC World Congress 2008	6-11 Temmuz 2008 Seoul, Korea	http://www.ifac2008.org/PaperFormat.html?title=fp&id=cfp05
1 st International Conference on Nano Manufacturing (nanoMan2008)	13-16 Temmuz 2008 Singapore	http://nanoMan2008.tju.edu.cn nanoMan2008_@tju.edu.cn
4 th Int'l Conf. on technological Advances of Thin Films & Surface Coatings (Thin Films2008)	13-16 Temmuz 2008, Singapore	http://www.ThinFilms-Singapore.org nanoMan2008@tju.edu.cn
2008 ASME Heat Transfer/Fluids/Solar/nano Conferences	10-14 Ağustos 2008 Jacksonville, Florida, United States	http://calendar.asme.org/EventDetail.cfm?EventID=6001
1 st International Conference on Process Machine Interactions	3-4 Eylül 2008 Hannover, Germany	Hannover Center for Production Engineering (PZH) An der Universitaet 2 30823 Garbsen, Germany info@bullerdieck.de www.bullerdieck.de http://www.intercut-expo.com
13. UMTIK 2008 International Conference on Machine Design and Production	3-5 Eylül 2008 İstanbul, Turkey	http://www.umtik2008.org
9th IFIP Working Conference on VIRTUAL ENTERPRISES	8-10 Eylül 2008 Poznan, POLAND.	picard@kti.ac.poznan.pl http://www.ifip.org

KONGRE ADI**TARİH****YAZIŞMA ADRESİ**

XV International Science and Engineering Conference MACHINE-BUILDING AND TECHNOSPHERE OF THE XXI CENTURY	15-20 Eylül 2008 Sevastopol	http://donmtu.edu.ua/russian/konf/mashinebuild/index.htm tm@mech.dgtu.donetsk.ua
Artificial Intelligence Techniques in Modelling and Simulation	17-19 Eylül 2008 Briatico, Italy	alexalex@chemeng.ntua.gr http://www.msc-les.org/Conf/MAS2008/index_file/ArtificialIntelligenceTechniques.htm
CATS 2008 2 nd CIRP Conference on Assembly Technologies and Systems	21-23 Eylül 2008, Toronto, ON, Canada	Intelligent Manufacturing Systems (IMS) Centre 204 Odette Building, 401 Sunset Avenue University of Windsor, Windsor, Ontario, Canada N9B 3P4 cats2008@uwindsor.ca www.uwindsor.ca/cats2008
Society of Automotive Engineers in Japan (JSAE)	06-09 Ekim 2008	http://www.jsae.or.jp/index_e.php
Otomatik Kontrol Ulusal Toplantısı TOK'08	8-10 Ekim 2008, İstanbul	ege.karavel@itu.edu.tr http://www.tok.itu.edu.tr
IMS'2008 6th INTERNATIONAL SYMPOSIUM on INTELLIGENT and MANUFACTURING SYSTEMS FEATURES, STRATEGIES AND INNOVATION	October 14- 17, 2008, Sakarya, Turkey	Symposium address: ims@sakarya.edu.tr IMS2008 Web Page: http://www.ims.sakarya.edu.tr
imsp '2008 12. Uluslararası Malzeme Sempozyumu	15-17 Ekim 2008, Pamukkale Üniversitesi, Denizli	imsp'2008 Sempozyum Sekreterliği PAÜ Mühendislik Fakültesi Makine Mühendisliği Bölümü 20070 Kınıklı / DENİZLİ Telefon: (0258) 296 31 21 Faks: (0258) 296 32 62 E-Posta: dms@pamukkale.edu.tr URL: http://dms.pamukkale.edu.tr
Dynamic Systems and Control (DSC) Conference	20-22 Ekim 2008	http://clendar.asme.org/EventDetail.cfm?EventID=6345
5th Chemnitz Colloquium on Production Technology Machining on the Cutting Edge High-Performance and -Precision Processes Machines / Components Tool Design / Process Simulation/ Quality Control	21-22 Ekim 2008 in Chemnitz	Fraunhofer-Institut für Werkzeugmaschinen und Umformtechnik IWU Öffentlichkeitsarbeit Reichenhainer Straße 88 09126 Chemnitz Germany www.iwu.fraunhofer.de cpk2008@iwu.fraunhofer.de
INTERCUT 2 nd International Conference "Innovative Cutting Processes and Smart Machining"	22-23 Ekim 2008 Cluny, Burgundy- France	Mrs. Isabelle Bordonnet Secretariat LaBoMaP/SERAM Arts et Métiers ParisTech Cluny Rue Porte de Paris 71250 CLUNY FRANCE Phone: (33) 385 595 339 Fax: (33) 385 595 370 Email: intercut2008@cluny.ensam.fr

<u>KONGRE ADI</u>	<u>TARİH</u>	<u>YAZISMA ADRESİ</u>
KORSEM08 XI. Korozyon Sempozyumu,	22-25 Ekim 2008	korse08@deu.edu.tr http://web.deu.edu.tr/korse08izmir/ >
VIII. Ulusal Üretim Araştırmaları Sempozyumu	24-25 Ekim 2008, İstanbul	webend@istanbul.edu.tr http://uas08.istanbul.edu.tr
Global Conference on Smart Materials, Adaptive Structures and Intelligent Systems	28-30 Ekim 2008	http://calendar.asme.org/EventDetail.cfm?EventID=6345
IEEE SENSORS 2007 Conference	28-31 Ekim 2008 Atlanta, Georgia USA	Conference website: www.ieee-sensors2007.org
Ergonomi 2008 14. Ulusal Ergonomi Kongresi	30-31 Ekim / 1 Kasım 2008, Trabzon	KTÜ Orman Fakültesi Orman Endüstri Mühendisliği Bölümü 61080 Trabzon ergon14@gmail.com http://ergon14.ktu.edu.tr/index.html
ASME 2008 International Mechanical Congress and Exposition (IMECE)	02-06 Kasım 2008 Boston, Massachusetts, United States	http://calendar.asme.org/EventDetail.cfm?EventID=6006
5th Chemnitz Car Body Colloquium Car Body Manufacturing in a Contradictory Context of Globalization, Cost-Efficiency and Emission Protection Local Content Management in Automotive Engineering Materials / Simulation / Process Technologies Quality Control	11-12 Kasım 2008 in Chemnitz	Fraunhofer-Institut für Werkzeugmaschinen und Umformtechnik IWU Öffentlichkeitsarbeit Reichenhainer Straße 88 09126 Chemnitz Germany www.iwu.fraunhofer.de cbc2008@iwu.fraunhofer.de
ISNM-6 6 th INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON NANOMANUFACTURING, <i>Nanomanufacturing Systems, Processes and Simulation</i>	12-14 Kasım 2008 ATHENS, GREECE	INFORMATION Mrs. Angela Sbarouni Laboratory for Manufacturing Systems and Automation Department of Mechanical Engineering and Aeronautics University of Patras, Rio, Patras 26500 - Greece Phone: +30 2610 997262 & 997848 Fax: +30 2610 997744 E-mail: angela@lms.mech.upatras.gr http://www.lms.mech.upatras.gr/ISNM6
CIRP Design Conference - Competitive Design	30-31 Mart 2009 Cranfield University, UK	Professor Rajkumar Roy Chairman, CIRP Design Conference Decision Engineering Centre Cranfield University Cranfield, Bedfordshire, MK43 0AL, UK Tel. +44 (0)1234 750111 ext 5523 Fax +44 (0)1234 754605 r.roy@cranfield.ac.uk www.cranfield.ac.uk/cirp-design
CIRP IPS ² Conference - Industrial Product Service Systems (IPS ²)	1 - 2 Nisan 2009 Cranfield University, UK	Professor Rajkumar Roy Chairman, CIRP IPS ² Conference Decision Engineering Centre Cranfield University Cranfield, Bedfordshire, MK43 0AL, UK Tel. +44 (0)1234 750111 ext 5523 Fax +44 (0)1234 754605 r.roy@cranfield.ac.uk www.cranfield.ac.uk/cirp-IPS2

YAYIN İLKELERİ

Amaç

1. Makina tasarım ve imalatı alanında yerli teknoloji üretimine yönelik kuramsal ve uygulamalı çalışmaları duyurmak.
2. Bu alanda çalışan kişi ve kuruluşlar arasında bilgi alışverişini sağlamak.
3. Yayımlanan çalışmalar üzerinde teknik tartışma ortamı yaratmak.
4. Üniversite – endüstri arasındaki yakınlaşma ve işbirliğinin geliştirilmesine katkıda bulunmak.
5. Türkçe teknik bilgi birikimini arttırmak.

Kapsam

- (a) Dergi amaçları doğrultusunda aşağıda belirtilen konularda veya bunlara yakın konulardaki yazıları yayımlar;

Makina Tasarımı, Mekanik Sistemlerin Tasarımı ve Analizi, Makina Teorisi ve Mekanizma Tekniği, Makina Elemanları, İmalat Yöntemleri, Bilgisayar Yardımı ile tasarım ve İmalat, Robotik ve Esnek İmalat Yöntemleri, Akışkanlar Mekaniği, Malzeme Seçimi ve Malzeme Sorunları, Kalite Kontrolü, Fabrika Organizasyonu ve Üretim Planlaması, Bakım ve Onarım, Derginin amacına uygun diğer konular.

- (b) Dergide yayımlanacak makaleler, bir yeniliği, ilerlemeyi, gelişmeyi, araştırma ya da uygulama sonuçlarını içermek üzere araştırma makaleleri, uygulama makaleleri, derleme makaleleri, çeviri makaleleri ve kısa makaleler olabilir.
- (c) Dergide üyelerimize faydalı olabilecek imalat ve teknoloji ile ilgili araştırma ve çalışmaların sunulduğu veya firma ve kuruluşların tanıtıldığı yazılar yayımlanabilir.

- (d) Derginin kapsamına giren konularda düzenlenen yurtiçi ve yurtdışı konferans, seminer, vb. etkinliklere ve ayrıca bu konulardaki kitap, dergi vb. yayınlara ait duyurular yer alır.

Makalelerin Değerlendirilmesi

Makina Tasarım ve İmalat Dergisi, yayın kalitesi olarak belirli bir düzeyin üstünde kalmayı amaçlamıştır. Türkiye koşullarını da gözönüne alarak, bu kalite düzeyinin sürdürülmesi için gerekli tüm çaba ve titizlik gösterilecektir. Dergi'ye gelen her makale kesinlikle incelemeden geçirecek ve bu amaçla mümkün olduğu kadar Türkiye çapında ya da yurtdışında konunun uzmanı hakemler tarafından değerlendirilmesine özen gösterilecektir. İnceleme ve değerlendirme sonuçları hakkında makale yazarlarına bilgi verilecektir.

YAYIN HAKKI

Dergide yayımlanan makalelerin her türlü yayın hakkı Makina Tasarım ve İmalat Derneği'ne aittir. Dergideki yazılar, yazılı izin almadan başka yerde yayımlanamaz ve çoğaltılamaz.

ÇALIŞMA İLKELERİ

Derginin yasal sahibi, MAKİNA TASARIM VE İMALAT (MATİM) DERNEĞİ'dir.

"Dergi Yayın Kurulu" dergi yönetimi ile ilgili organdır. Dergi Yayın Kurulu, MATİM Derneği Yönetim Kurulu tarafından bir yıl süre ile seçilir. Yayın Kurulu derginin yayın ilkelerine uygun yayımı ile yükümlüdür. Yayın Kurulu faaliyetleri konusunda MATİM Derneği Yönetim Kuruluna bilgi verir ve onayını alır.

Journal of
MECHANICAL
DESIGN
AND
PRODUCTION

Journal of Mechanical Design and Production is a periodical, published by the Turkish Mechanical Design and Production Society, METU, Ankara, Turkey. It is one of the society's aims, to publish qualified research and review papers in Turkish. The published papers are strictly refereed to maintain a high scientific and engineering level at international standard.

MAKALE GÖNDERME KOŞULLARI

Makina Tasarım ve İmalat Dergisi'ne yurt içinden ya da yurt dışından isteyen herkes yayımlanmak üzere makale gönderebilir. Gönderilen makalelerin dergi temel amaçlarına uygun ve dergi kapsamı içinde olması ve aşağıdaki makale kabul ilkelerini sağlaması gerekmektedir. Dergi Yayın Kuruluna gelen her makale en az iki hakem tarafından değerlendirilir ve sonuç olumlu ya da olumsuz olsa da, yazarına bildirilir.

Makina Tasarım ve İmalat Dergisinde aşağıdaki makaleler yayımlanabilir.

- Araştırma Makaleleri.
- Uygulama Makaleleri.
- Derleme Makaleleri: Belirli bir konu üzerinde bilimsel ve teknolojik son gelişmeleri zengin bir kaynakçaya dayanarak aktaran ve bunların değerlendirmesini yapacak nitelikte olmalıdır.
- Çeviri Makaleleri: Yerli teknoloji ve bilgi birikimine önemli bir katkıda bulunacak nitelikte olmalıdır.
- Kısa Makaleler: Yapılan bir çalışmayı zaman geçirmeden duyuran veya bu dergide yayımlanan bir makaleyi tartışan yazılardır.
- Diğer: Yukarıda tanımlanan içerikte olmayan, ancak üyelerimize faydalı olabilecek, imalat ve teknoloji ile ilgili çalışma ve araştırmaların bulunduğu, firma ve kuruluşların teknik özelliklerinin tanıtıldığı yazılardır.

Hakem değerlendirmesi için makaleler, biri orijinal olmak üzere dört basılmış kopya ile birlikte bir de elektronik kopyası Makina Tasarım ve İmalat Derneği Yayın Kurulu'na bir başvuru formu ile gönderilmelidir. Bu başvuru formu <http://www.me.metu.edu.tr/matim> sayfasından bulunabilir.

Yazarlar, yayımlanma kabulünü takiben makalenin en son halini elektronik ve bir basılmış kopya olarak göndermelidir. Elektronik kopya makalenin basılmış halinin aynı olmalıdır. Kelime-işlemci olarak Windows işletim sisteminde çalışan MS Word program paketi kullanılmalıdır. Makalenin kaydedildiği disket/CD veya e-mail kullanılan kelime-işlemci paket programı ve sürümü belirtilerek gönderilmelidir.

MAKALE KABUL İLKELERİ

Makaleler içerik ve şekil olarak aşağıda belirtilen biçimde hazırlanmalıdır.

Yazım Dili

Kullanılan dilin olabildiğince basit, anlaşılır ve kesin olmasına özen gösterilmelidir. İleri düzeyde teknik ya da alışılmamış kavramlar kullanmak gerektiğinde, bunlar uygun bir şekilde tanımlanmalı ve yeterince açıklanmalıdır.

Makalenin Yapısı

Makaleler, aşağıda verilen yapıda olacak şekilde hazırlanmalıdır.

- Makalenin adı
- Yazar(lar) ad(lar)ı, ünvanları, bağlı olduğu kuruluş ve kuruluşun bulunduğu il.
- Özet ve anahtar kelimeler
- Makalenin ana kısmı
- Teşekkür (gerekli ise)
- İngilizce başlık, özet ve anahtar kelimeler
- Kaynakça
- Ek(ler) varsa

Makalenin adı, olabildiğince kısa, gereksiz ayrıntıdan arınmış olmalı, ancak gerekli anahtar sözcükleri içermelidir.

Yazarların ad ve soyadları, ünvanları, bağlı olduğu kuruluş ve bulunduğu il verilmelidir. Ayrıntılı görev ve adres ise ayrı bir kağıtta ve yazarların kısa özgeçmişleri ile birlikte belirtilmelidir.

Özette sadece sonuçlar değil makalenin tümü çok kısa ve öz şekilde açıklanmalıdır. Özet, makalenin konusu, kapsamı ve sonuçları hakkında fikir verebilmeli, ilgili anahtar sözcük ve deyimleri içermelidir. 100 kelimeyi geçmeyen Türkçe özetin ve anahtar sözcüklerin İngilizcesi de konulmalı ve makale başlığının İngilizcesi de mutlaka yazılmalıdır. Bu konuda istenirse dergi Yayın Kurulu yardımcı olabilir.

Makalenin ana kısmında makalenin amacından söz edildikten sonra bir mantık zinciri içinde sorun tanıtılmalı, çözüm yolları ve diğer bilgiler verilerek sonuçlar ve bunların değerlendirilmesi sunulmalıdır.

Teşekkür kısmında gerekiyorsa kişi, kuruluş ya da firmalara teşekkür edilebilir. Özellikle firma adlarının bu bölümünün dışında başka bir yerde verilmemesine özen gösterilmelidir.

Başlıklar

Gerek makalenin yapısını belirlemek, gerekse uzun bölümlerde düzenli bir bilgi aktarımı sağlamak için üç tür başlık kullanılabilir:

- Ana Başlıklar,
- Ara Başlıklar,
- Alt Başlıklar.

Ana Başlıklar: Bunlar, sıra ile, özet, makalenin ana kısmının bölümleri, teşekkür (varsa), kaynakça, ekler (varsa)'den oluşmaktadır. Ana başlıklar büyük harflerle yazılmalıdır.

Ara Başlıklar: Yalnız birinci harfleri büyük harfle yazılmalıdır.

Alt Başlıklar: Yalnız birinci harfleri büyük harflerle yazılmalı ve hemen başlık sonunda iki nokta üstüste konularak yazıya aynı satırdan devam edilmelidir.

Matematiksel Bağıntılar

Matematiksel bağıntılar, daktilo ile veya elle anlaşılır şekilde açık ve seçik olarak yazılmalı, Türkçe alfabenin dışındaki karakterleri sayfanın sol tarafındaki boşlukta ayrıca ne oldukları yazı ile belirtilmelidir. Üst ve alt harf veya rakamlar belirgin bir şekilde yazılmalıdır. Özellikle daktilo kullanımında "l" (le) harfi ile "1" (bir) sayısının, "O" harfi ile "0" (sıfır) sayısının karıştırılmamasına özen gösterilmelidir. Metin içindeki bağıntılar 1 (bir)'den başlayarak sıra ile numaralandırılmalı ve bu numaralar eşitliği bulunduğu satırın sağ kenarına parantez () içinde verilmelidir.

Şekiller, Çizelgeler ve Resimler

Şekiller, küçültme ve basımda sorun yaratmamak için siyah mürekkep ile, düzgün ve yeterli çizgi kalınlığında aydın ve beyaz bir kağıda çizilmelidir. Her şekil A4 boyutunda ayrı bir sayfada olmalıdır. Şekiller 1 (bir)'den başlayarak ayrıca numaralandırılmalı ve her şeklin altına alt yazılarıyla birlikte yazılmalıdır. Çizelgeler de şekiller gibi, 1 (bir)'den başlayarak ayrıca numaralandırılmalı ve her çizelgenin üstüne başlığıyla birlikte yazılmalıdır.

Resimler parlak sert (yüksek kontrastlı) fotoğraf kağıdına basılmalıdır. Ayrıca şekiller için verilen kurallara uyulmalıdır. Özel koşullarda renkli resim baskısı yapılabilecektir.

Çizelge başlıklarının sadece ilk kelimesinin baş harfi büyük harfle, diğer harfleri ve kelimeler küçük harfle yazılmalıdır. Çizelge başlıkları, ayrıca bir sayfada da sıra ile verilmelidir.

Dip Notu

Dip notu gereken yerlerde bu bir üs numarası 1 ile belirtilmelidir. Buna karşılık gelen dip notu aynı sayfanın altında ara metinle bir çizgi ile ayrılmış olarak verilmelidir.

Kaynakça

Makale içinde gönderme yapılan (atıfta bulunulan) her türlü basılı yayın makalede söz edildiği sırada ve köşeli parantez [] içinde verilmelidir. Dergilerde yayımlanan makaleler, kitaplar, raporlar, tezler, kongre ve sempozyumlarda sunulan makaleler aşağıdaki örneklerde verilen şekilde yazılmalıdır.

1. Dergi Makalesi
Richie, G.S., Nonlinear Dynamic Characteristics of Finite Journal Bearings, *ASME, J. of Lub. Technology*, 105 (1983) 3, 375-376.
2. Kitap
Shigley, J.E. ve Mitchell, L.P., *Mechanical Engineering Design*, McGraw-Hill Book Company, New York, 1983.
3. Rapor
Arslan, A.V. ve Novoseletsky, L.A., *Mathematical Model to Predict the Dynamic Vertical Wheel/Rail Forces Associated with Low Rail Joint*, AAR Technical Center, Technical Report, No.R-462, October 1980.
4. Kongre Makalesi
Adalı, E. ve Tunali, F., Bilgisayar Denetimli Tezgaha Geçiş, *1. Ulusal Makina Tasarım ve İmalat Kongresi Bildiri Kitabı*, 287-293, ODTÜ, 1984.

Makalenin Uzunluğu ve Yazımı

Dergide yayımlanacak makaleler 13 makale sayfasını geçmemelidir. Makaleler daktilo ile A4 kağıdının tek yüzüne, iki aralıklı olarak yazılmalı ve sayfa kenarlarında yeteri kadar boşluk bırakılmalıdır. Şekillerin orjinalleri de dahil olmak üzere makale üç kopya gönderilmelidir.

Kabul edilen makaleler dergi için yapılan dizgi ve şekilsel düzenlemeden sonra kontrol için basımdan önce yazarına gönderilir.

Yayımlansın veya yayımlanmasın gönderilen makaleler yazarına geri gönderilmez. Yazılardaki fikir ve görüşler yazarına, çeviriden doğacak sorumluluk ise çevirene aittir.

YAZIŞMALAR

Belirtilmemesi durumunda konuyla ilgili yazışmalar birinci yazarın adresine gönderilir.