

YÜKSELTİLMİŞ YER DÖŞEMESİ OLARAK KULLANILAN AĞAÇ ESASLI PANELLERİN YÜK TAŞIMA ÖZELLİKLERİNİN BELİRLENMESİ

Abdullah Cemil İLÇE

Abant İzzet Baysal Üniversitesi, Mühendislik-Mimarlık Fakültesi, Endüstri Mühendisliği
Bölümü, 14120, Bolu, TÜRKİYE
cemil.ilce@gmail.com

Özet- Yükseltilmiş döşeme sistemleri sıklıkla genel ofis alanları ve sistem odalarında kullanılırlar. İlk kullanımlarda yükseltilmiş döşeme sadece yoğun veri tesisatı gerektiren bilgisayar odalarında kullanılırken, günümüzde sağladığı teknik kolaylıklar nedeniyle birçok mekanda uygulanmaktadır. Yükseltilmiş döşeme sistemleri, başlangıç masrafı yüksek olmasına karşın esnek tasarım ve kolay değişim avantajları nedeniyle tercih edilir. Bu sistem sayesinde günümüz ofis ortamları için önemli bir unsur olan değişime uygunluk kolaylıkla sağlanabilir. Sistemin yapısını oluşturan temel parça, laminant ile yüzeyi kaplanmış yonga levha panellerdir. Ülkemizde yerli ve yabancı pek çok yükseltilmiş yer döşemesi kullanılmaktadır. Bu panelleri üreten firmalar, sadece kendi ürünlerinin teknik özelliklerini inceleyerek katalog verisi hazırlamışlardır. Bununla birlikte, literatürde kompozit bir ahşap olan yükseltilmiş döşeme panelleri bir araştırma konusu olmamıştır.

Bu çalışmada piyasada farklı firmalar tarafından sunulan yükseltilmiş döşeme panellerinin kullanım yerlerindeki mekanik şartlara uygunluklarının tespit edilmesi amaçlanmıştır. Bu amaçla üçü yerli, üçü yabancı altı firmadan yükseltilmiş döşeme paneli temin edilmiş ve TS EN 12825 (2003) standardına göre deneyleri yapılmıştır. Deneylerde, noktasal ve yayılı yük uygulanması halinde panellerde meydana gelebilecek sehim miktarları belirlenmiştir. Elde edilen sonuçlara göre; yerli üretimli panellerde oluşan kalıcı ve geçici sehim miktarı yabancı üretimli olanlara göre daha yüksektir ancak standartta belirtilen koşulları sağlamaktadır.

Anahtar Kelimeler- Yükseltilmiş döşeme paneli, noktasal yük, yayılı yük, sehim.

DETERMINATION OF LOAD CARRYING PROPERTIES OF WOOD-BASED PANELS USED AS THE RAISED FLOOR

Abstract- Raised floor systems are often used in general office areas and system rooms. In the beginning, the raised floor is preferred only for data-intensive computer room installations. However nowadays, the fields of usage for the raised floor have widened and they are adapted to several application fields due to their technical facilities provided. This system with the maximum flexibility and advantages against the subsequent changes is preferred despite the high initial costs. In this respect, change compatibility which is a very important element for contemporary office environments can easily be achieved with Raised Floor Systems. The chipboard coated with laminated

Bu makale, 4. Uluslararası Mobilya ve Dekorasyon Kongresi'nde sunulmuş ve İleri Teknoloji Bilimleri Dergisi'nde yayınlanmak üzere seçilmiştir.

being of the basic component of system structure is the raised floor panel. Although it can easily be produced in our country, many foreign systems are frequently used in practice. The companies producing these systems have prepared the catalog data by conducting the test work for their products. However, the raised floor panels, which are composite wood, have not directly thought to be a research matter in literature. The purpose of this study is to detect the suitability of raised floor panels for the mechanical conditions at the usage areas. For this purpose, the raised floor panels have been provided from totally 6 companies containing 3 domestic and 3 foreign companies and the experiments have been carried out by TSE EN 12825 (2003). In case of both the concentrated and distributed loads, the amounts of deflections on the raised floor panels have been determined thoroughly. According to the results, permanent and temporary deflection take place in the domestic panels is higher than that of foreign panels, but complies with the requirements in TSE Standard.

Key Words-Raised floor board, concentrated load, distributed load, deflection.

1. GİRİŞ (INTRODUCTION)

Çalışma ortamı gereksinimlere cevap verecek şekilde esnek düzenlemeler yapmak, çağdaş büro sistemlerini oluşturabilmenin en önemli koşullarından biridir. Çalışma ortamının örgütsel niceliği dolayısıyla çağdaş büro mobilyalarının tasarımında, teknolojinin tüm gereksinimini karşılayabilecek sistemleri kullanmak artık zorunlu hale gelmiştir. Bu amacı gerçekleştirmek üzere gerekli dayanıklılığa sahip uygun malzemelerin seçilmesi, esnek ve değiştirilebilir modüler iç mekan düzenlemelerinin sağlanması, yüzey yansımalarına yol açmayacak üst yüzey malzemelerinin seçimi, elektronik cihazlardan yayılan her türlü gürültüyü önleyecek akustik düzenlemelerin yapılması, malzeme renk ve desenlerinin çalışma ortamına uygun düşecek optimal bir nitelik taşıması ve ideal temizlik koşullarının sağlanması gibi hususların etkin ve yeterli düzeyde irdelenmesi gerekmektedir. Bu kapsamda, ergonomik ve işlevsel değerler göz önüne alınarak tasarlanan ürünler artık sadece bir koltuk, masa, raf, yer veya duvar kaplaması ya da paravan olmaktan çıkıp gerekli birçok fonksiyonu içeren endüstriyel büro donanımları haline gelmiştir [1].

Bu aşamada unutulmaması gereken şey, ofis mekanlarında esnekliğin sadece mobilya ve bölücü elemanlar ile sağlanamayacağı gerçeğidir. Her ne kadar mekan insanların hareketlerine uygun hale getirilse de esas kısıtlamalar enerji ve veri bağlantıları yüzünden oluşmaktadır [2]. Yükseltilmiş döşeme sistemlerinin kullanılması, betonarme ile zemin arasındaki boşlukları her türlü tesisat geçişi için uygun hale getirir. Bu sayede mimarların bugüne kadar karşılaştıkları birçok sıkıntı ortadan kalkar ve tasarımları esneklik kazanır [3-4].

Teknolojideki hızlı ilerleyiş mobilya ve donatılarda bazı uyumsuzluk ve sorunları da beraberinde getirmiştir [5]. Tesisat yoğunluğunun yaşandığı ve zaman faktörünün çok önemli olduğu binalarda, esneklik ve hızlı çözümleri oluşturan yükseltilmiş döşeme sistemleri sıklıkla tercih edilmektedir [6].

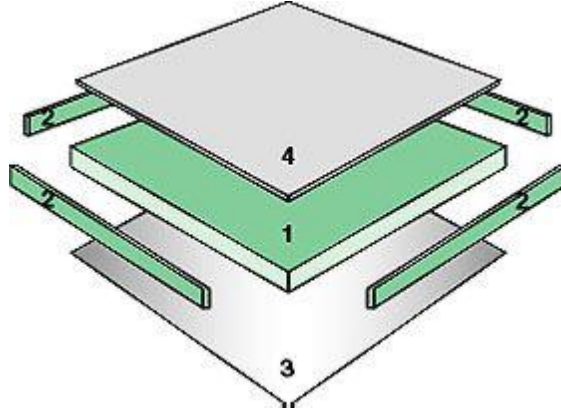
Yükseltilmiş döşemeler, mekanik ve elektriksel erişebilirlik sağladıkları gibi masaları, telefon santrallerini ve genel ofis ekipmanlarını yerleştirmede de esneklik getirirler (Şekil 1). Bu sistemde, genel olarak tüm dünyada kabul görmüş 60x60 cm'lik standart paneller kullanılır. Tüm yükseltilmiş döşeme sistemleri, yangına karşı dayanıklı, anti-statik özellikli, mekanik etkilere karşı dayanımlı ve akustik özellikli tasarlanmalıdır.



Şekil 1. Yükseltilmiş döşeme sisteminin bir büro mekanında kullanımı (Use of raised floor system in an office space) [7].

Yükseltilmiş döşemeler, aslında ana bilgisayarların konulduğu yerler için geliştirilmiştir, Fakat günümüzde hem yenilenmek istenilen hem de yeni yapılan binalarda, giderek artan bir kullanım alanı vardır. Modüler panelli yükseltilmiş döşeme sistemi, yüksek başlangıç masrafı olmasına karşın maksimum esneklik ve daha sonraki değişimler için sağladığı avantajlar nedeniyle tercih edilir [8]. Bu sistemler, dünyada ilk olarak II. Dünya Savaşı'ndan sonra İtalya'da kullanılmıştır [9].

Yükseltilmiş döşeme panellerinin katmanları şu malzemelerden oluşmaktadır (Şekil 2):



Şekil 2. Yükseltilmiş döşeme paneli (Raised floor panel) [10].

1. Orta Katman (Middle Layer), 2. Kenar Kaplaması (Edge Coating) 3. Alt Kaplaması (Bottom Coating), 4. Üst Kaplaması (Top coating)

1) Yükseltilmiş Döşeme Orta Katmanı: Endüstriyel standart ölçü 600x600 mm olup kullanılacak üst kaplama cinsine göre, çeşitli kalınlıklarda veya özel ebatlarda üretilebilir. Panel, yüksek yoğunlukta reçine emdirilmiş yonga levha, MDF, CRS (Fiber takviyeli kalsiyum silikat), suya dayanıklı kompozit ahşap levha, PVC levha veya galvanize çelik malzemeden elde edilebilmektedir.

- 2) Kenar Kaplaması: Panel kenarları sert-iletken neopren veya PVC bantla kaplanarak darbelere ve neme karşı korunmaktadır.
- 3) Alt Kaplaması: Astar HPL, alüminyum folyo-levha, galvanize çelik gibi malzemeler arasından seçilmektedir. Alüminyum folyo elektronik iletkenliği geliştirir ve neme karşı bariyer oluşturur. Galvanize çelik kaplama ise, taşıma kapasitesini artırır.
- 4) Üst Kaplaması: HPL, PVC, linolyum, halı, granit, seramik, parke gibi malzemelerden, isteğe ve ihtiyaca göre, farklı çeşit ve renklerde seçilebilmektedir.

Son yıllarda, yükseltilmiş döşeme paneli olarak farklı malzemelerde araştırılmaktadır. Cam lifi ile güçlendirilmiş polimer sandviç paneller, karbon lifi ile güçlendirilmiş polimer zemin sistemleri bunlardan bir kaçıdır ve mekanik dayanım bakımından olumlu sonuçlar alınmıştır [11-12].

Yükseltilmiş döşeme panelleri, modüler koordinasyon ilkeleriyle uyumlu olarak 600 x 600 mm (6M x 6M) ebadında üretilmektedir. Literatürde yükseltilmiş döşeme panelleri ile ilgili yapılmış akademik çalışmalar, çoğunlukla ısı ve sesin kontrolü üzerine yapılmıştır. Ortamda oluşan ısı etkisi ile ahşap esaslı zemin levhalardan çıkan formaldehit ve organik uçucu gazların oluşumunun azaltılması ile ilgili etkili sonuçlar ortaya konmuştur. En yüksek termal iletkenliğin yüksek yoğunluklu ve ince tabakalı laminantlı ahşap zeminlerde otaya çıktığı tespit edilmiştir [13-14-15-16]. Genelde üretim yapan firmalar, kendi ürünlerine yönelik test çalışması yapmışlardır. Bu çalışmada; akademik bir araştırma konusu olmamış kompozit bir ahşap olan yükseltilmiş döşeme panellerinin kullanım yerindeki mekanik şartlara uygunluğunun tespit edilmesi amaçlanmıştır.

2. MALZEME ve YÖNTEM (MATERIAL and METHOD)

Deneylerde yükseltilmiş döşeme paneli olarak aynı şartlarda üretilen; üst kaplaması laminat, orta katmanı yüksek yoğunluklu yonga levha ve alt kaplaması 0,5 mm galvanize çelik plaka olan paneller kullanılmıştır. Paneller, üçü Türkiye’den, diğer üçü Fransa, Belçika ve İtalya’dan olmak üzere 6 farklı firmadan temin edilmiştir. Panellerin teknik özellikleri Tablo 1’de verilmiştir.

Tablo 1. Panellerin teknik özellikleri (Technical specifications of panels) [17].

	A	B	C	D	E	F
Üretim Yeri	Türkiye	Türkiye	Türkiye	Fransa	İtalya	Belçika
Kalınlık (mm)	38					
Üst Kaplama Malzemesi	1 mm HPL Laminant					
Orta Katman Malzemesi	Orta Yoğunluklu Yonga Levha					
Alt Kaplama Malzemesi	0,5 mm Galvanize Çelik Plaka					
Yangına Dayanım (dk)	30 dk.					
Özgül Ağırlığı (kg/m ³)	0,862	0,842	0,832	0,914	0,906	0,887
Rutubet Miktarı (%)	5,36	5,80	4,47	6,41	7,03	6,72
Kalınlığına Şişme – 24 Saat (%)	16,12	13,91	7,58	4,07	4,60	5,02
Su Alma Miktarı – 24 Saat (%)	56,85	39,90	39,37	10,24	9,30	4,51

Deney numuneleri, gerçekleştirilmesi öngörülen testler için numune ölçülerine getirilmiş ve gerekli numunelerin kenarları kaplandıktan sonra iklimlendirme odasında klimatize edilmiştir.

2.1 Yayılı Yük Taşıma Özelliklerinin Belirlenmesi (Determination of Uniform Load Performance)

Yayılı yük taşıma özellikleri için BS EN 12825 (2001) [18] standartları esas alınmıştır. Deneylerde noktasal yük taşıma deneylerinde olduğu gibi kare biçimli bir kenar uzunluğu 600 ±

1 mm olan yükseltilmiş döşeme panelinden her bir grup için 5 adet olmak üzere toplam 30 adet panel kullanılmıştır.

Deney numuneleri klimatize edildikten sonra son kullanımına uygun bir şekilde ayaklar üzerine monte edilmiştir. Ayaklar elverişli oldukları en yüksek seviyeye ayarlanmış ve alt döşemeye kilitlenerek sabitlenmiştir. Panel yatay hareketini engelleyecek biçimde sabitlenmiştir.

Panellerin üzerine uygulanacak yükü dağıtabilmek amacıyla panel üzerine eşit aralıklarla ve tüm panel yüzeyini kaplayacak şekilde bloklar yerleştirilmiştir (Şekil 3). Bu amaçla panel yüzeyine önce 12 adet blok yerleştirilmiş, 12 bloğun üzerine yine eşit aralıklarla 4 blok yerleştirilmiş ve son olarak 4 bloğun üzerine tek blok yerleştirilerek deney yükü uygulanacak hale gelmiştir. Deney, deney yükü başlığının en üstteki bloğun orta noktasına panel 5 ± 1 dakika süre ile konumlandırılmasıyla yapılmıştır. Düzenli yük artırımı $120 \pm \%10$ N/s hız ile elemanın herhangi bir parçasında hata oluşana kadar uygulanmış, panelin altındaki sehim deneyin başlangıcından hata oluşumuna kadar sürekli kaydedilmiştir.

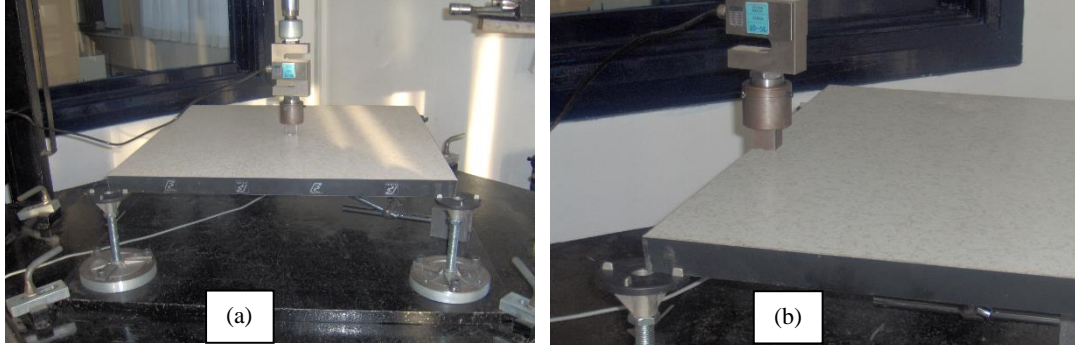


Şekil 3. Yayılı yük deney düzeneği (Uniform load test setup)

2.2 Noktasal Yük Taşıma Özelliklerinin Belirlenmesi (Determination of Concentrated Load Performance)

Döşeme üzerindeki noktasal ve yayılı yükler, statik yük etkilerini oluşturur. Noktasal yük taşıma özellikleri için TS EN 12825 (2003) [19] standartları esas alınmıştır.

Deneylerde kare biçimli bir kenar uzunluğu 600 ± 1 mm olan yükseltilmiş döşeme paneli kullanılmıştır. Panel kenar ve merkezine noktasal yük uygulamak amacıyla, her bir grup için 5 adet olmak üzere toplam 60 adet panel hazırlanmıştır. Deney numuneleri klimatize edildikten sonra son kullanımına uygun bir şekilde ayaklar üzerine monte edilmiştir. Ayaklar elverişli oldukları en yüksek seviyeye ayarlanmış ve alt döşemeye kilitlenerek sabitlenmiştir. Panel yatay hareketini engelleyecek biçimde sabitlenmiştir. Noktasal yük taşıma deneyi, deney yükü başlığının, panel merkezine ve bir kenar merkezine 5 ± 1 dakika süre ile konumlandırılmasıyla yapılmıştır (Şekil 4). Düzenli yük artırımı $120 \pm \%10$ N/s hız ile elemanın herhangi bir parçasında hata oluşana kadar uygulanmış, panelin altındaki sehim deneyin başlangıcından hata oluşumuna kadar sürekli kaydedilmiştir.



Şekil 4. Noktasal yük deney düzeneği (Concentrated load setup)
a) Panel Merkezinde (Full panel center) , b) Panel Kenar Merkezinde (Center of quarter panel)

2.3. Verilerin Değerlendirilmesi (Data Analysis)

Veriler SPSS (Statistical Programme for Social Sciences) 11.0 paket programında kodlanarak değerlendirilmiştir. Verilerin normal dağılım gösterdiği saptandıktan sonra istatistiksel analizler yapılmıştır. Bu analizlerde, yerli ve yabancı üretim karşılaştırmalarında t testi, firmalar arasında fark olup olmadığının tespitinde varyans analizi (ANOVA) kullanılmıştır. Gruplar arası farkın % 95 güven düzeyinde çıkması halinde, Duncan ve Tamhane testleriyle ortalama değerler arasındaki farklar karşılaştırılmıştır.

3. BULGULAR (FINDINGS)

3.1 Yayılı Yük Taşıma Özellikleri (Features of Uniform Load Performance)

Yükseltilmiş döşeme panellerinin yayılı yük taşıması durumunda oluşan sehim ve kalıcı sehim ortalamaları yerli-yabancı üretim tipine göre karşılaştırılmıştır (Tablo 2). Yerli üretim panellerinin her iki durumda da yabancı üretim panellere göre daha fazla sehim oluşturduğu belirlenmiştir. Yerli ve yabancı üretimli panellerin yayılı yük sehim ve kalıcı sehim ortalamaları arasındaki fark önemli bulunmuştur ($P < 0.005$).

Tablo 2. Yayılı yükde oluşan sehim ortalamalarının karşılaştırılması (Comparing the average of the deflection due to uniform load)

Yayılı yük ile oluşan sehim	Üretim tipi	N	Ortalama (mm)	Standart Sapma	En az (mm)	En çok (mm)	t	P
Sehim	Yerli Üretim	15	0.10	0.005	0.09	0.10	7,483	0,000
	Yabancı Üretim	15	0.08	0.005	0.08	0.09		
Kalıcı sehim	Yerli Üretim	15	0.06	0.005	0.06	0.07	5,612	0,000
	Yabancı Üretim	15	0.05	0.005	0.05	0.06		

Yükseltilmiş döşeme panellerinin yayılı yük taşıması durumunda oluşan sehim ortalamaları firmalar açısından karşılaştırıldığında; en büyük sehimin yerli üretim B ve C panellerinde en düşük sehimin yabancı üretim F panellerinde olduğu belirlenmiştir. ANOVA sonuçlarına göre panellerinin yayılı yük sehim ortalamaları arasındaki fark anlamlıdır ($P < 0.000$) (Tablo 3). Sehim ortalamaları arasındaki farkın hangi firmadan kaynaklandığının belirlenmesi amacıyla yapılan Duncan testi sonuçları Tablo 4'de gösterilmiştir. Buna göre yabancı üretim F, D

panelleri en düşük sehimi göstermekte, yabancı üretim E ve yerli üretim A panelleri ikinci homojenlik grubunda yer almakta, yerli üretim C ve B, panelleri ise en yüksek sehimi göstermektedir.

Tablo 3. Yayılı yükde oluşan sehim için ANOVA testi sonuçları (ANOVA results for the deflection due to uniform load)

Firmalar	N	Ortalama (mm)	Standart Sapma	En az (mm)	En çok (mm)	F	P
A	5	0.09	0.004	0.09	0.10	44.855	0.000
B	5	0.11	0.007	0.10	0.12		
C	5	0.11	0.001	0.11	0.11		
D	5	0.09	0.003	0.08	0.09		
E	5	0.09	0.002	0.09	0.10		
F	5	0.08	0.002	0.08	0.09		

Tablo 4. Yayılı yükde oluşan sehim için Duncan testi sonuçları (Duncan results for deflection due to uniform load)

Firmalar	N	Homojenlik Grupları		
		1	2	3
F	5	0.0846		
D	5	0.0862		
E	5		0.0938	
A	5		0.0942	
C	5			0.1094
B	5			0.1096

Yükseltilmiş döşeme panellerinin yayılı yük taşıması durumunda oluşan kalıcı sehim ortalamaları firmalar açısından karşılaştırıldığında ise büyük sehimin yerli üretim B panellerinde, en düşük sehimin yabancı üretim D panellerinde olduğu belirlenmiştir (Tablo 5). ANOVA sonuçlarına göre panellerinin yayılı yük sehim ortalamaları arasındaki fark anlamlıdır ($P < 0.000$). Sehim ortalamaları arasındaki farkın hangi firmadan kaynaklandığının belirlenmesi amacıyla yapılan Tamhane testi sonuçları Tablo 6'da gösterilmiştir. Buna göre yerli – yabancı bütün firma panellerinin oluşturduğu sehim ortalamaları birbirinden farklıdır.

Tablo 5. Yayılı yükde oluşan kalıcı sehim için ANOVA testi sonuçları (ANOVA results for the permanent deflection due to uniform load)

Firmalar	N	Ortalama (mm)	Standart Sapma	En az (mm)	En çok (mm)	F	P
A	5	0.97	0.002	0.97	0.98	22079.843	0.000
B	5	1.12	0.002	1.12	1.12		
C	5	0.99	0.001	0.99	0.99		
D	5	0.86	0.001	0.86	0.87		
E	5	0.88	0.001	0.87	0.88		
F	5	0.88	0.001	0.88	0.87		

Tablo 6. Yayılı yükde oluşan kalıcı sehim için Duncan testi sonuçları (Duncan results for permanent deflection due to uniform load)

Firmalar (I)	İstatistik değerler	Firmalar (J)					
		A	B	C	D	E	F
A	I-J		-0.145	-0.020	0.109	0.098	0.089
	P		0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
B	I-J	0.145		0.125	0.254	0.243	0.234
	P	0.000		0.000	0.000	0.000	0.000
C	I-J	0.020	-0.125		0.128	0.118	0.108
	P	0.000	0.000		0.000	0.000	0.000
D	I-J	-0.109	-0.254	-0.128		-0.011	-0.020
	P	0.000	0.000	0.000		0.000	0.000
E	I-J	-0.098	-0.243	-0.118	0.011		-0.009
	P	0.000	0.000	0.000	0.000		0.000
F	I-J	-0.089	-0.234	-0.108	0.020	0.009	
	P	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	

(I-J) : Ortalamalar arası fark, P: İstatiksel anlamlılık değeri

3.2. Noktasal Yük Taşıma Özellikleri (Features of Concentrated Load Performance)

3.2.1 Panel Merkezinde (Full Panel Center)

Yükseltilmiş döşeme panellerinin merkezine noktasal yük uygulanması durumunda oluşan sehim ve kalıcı sehim ortalamaları yerli-yabancı üretim türüne göre karşılaştırılmıştır (Tablo 7) . Yerli üretim yükseltilmiş döşeme panellerinin her iki durumda da yabancı üretim panellere göre daha fazla sehim oluşturduğu belirlenmiştir. Yerli ve yabancı üretimli panellerin kenar merkezi sehim ve kalıcı sehim ortalamaları arasındaki fark önemli bulunmuştur ($P < 0.005$).

Tablo 7. Panel merkezindeki noktasal yükde oluşan sehim ortalamalarının karşılaştırılması (Comparing the average of the deflection due to concentrated load at full panel center)

Noktasal yük ile oluşan sehim	Üretim tipi	N	Ortalama (mm)	Standart sapma	En az (mm)	En çok (mm)	t	P
Sehim	Yerli Üretim	15	1.25	0.021	1.23	1.28	7.838	0.000
	Yabancı Üretim	15	1.18	0.028	1.14	1.21		
Kalıcı sehim	Yerli Üretim	15	0.06	0.005	0.05	0.06	1.871	0.072
	Yabancı Üretim	15	0.05	0.005	0.05	0.06		

Panel merkezine noktasal yük uygulanması ile oluşan sehim ortalamaları firmalar açısından karşılaştırıldığında; en büyük sehimin yerli üretim B panellerinde en düşük sehimin yabancı üretim D panellerinde olduğu belirlenmiştir. (Tablo 8). ANOVA sonuçlarına göre panel merkezine noktasal yük uygulanması ile oluşan sehim ortalamaları arasındaki fark anlamlıdır ($P < 0.000$). Sehim ortalamaları arasındaki farkın hangi firmadan kaynaklandığının belirlenmesi amacıyla yapılan Tamhane testi sonuçları Tablo 9'da gösterilmiştir. Tamhane testi sonuçlarına göre kenar merkezi sehim ortalamaları bakımından;

- Yerli üretim A panelleri ile yerli üretim C panelleri hariç bütün paneller arasındaki farkın önemli,
- Yerli üretim B panelleri ile diğer bütün paneller arasındaki farkın önemli,

- Yerli üretim C panelleri ile yerli üretim A panelleri hariç bütün paneller arasındaki farkın önemli,
- Yabancı üretim paneller ile diğer bütün paneller arasındaki farkın önemli olduğu tespit edilmiştir.

Tablo 8. Panel merkezindeki noktasal yükde oluşan sehim ortalamaları için ANOVA testi sonuçları (ANOVA results for average of the deflection due to concentrated load at full panel center)

Firmalar	N	Ortalama (mm)	Standart Sapma	En az (mm)	En çok (mm)	F	P
A	5	1.23	0.005	1.23	1.24	1243.926	0.000
B	5	1.28	0.005	1.27	1.28		
C	5	1.24	0.001	1.24	1.25		
D	5	1.15	0.001	1.14	1.15		
E	5	1.21	0.002	1.21	1.21		
F	5	1.19	0.001	1.18	1.19		

Tablo 9. Panel merkezindeki noktasal yükde oluşan sehim ortalamalarının Tamhane testi sonuçları (Tamhane results for average of the deflection due to concentrated load at full panel center)

Firmalar (I)	İstatistik değerler	Firmalar (J)					
		A	B	C	D	E	F
A	I-J		-0.047		0.086	0.020	0.046
	P		0.000		0.000	0.006	0.000
B	I-J	0.046		0.034	0.132	0.067	0.093
	P	0.000		0.000	0.000	0.000	0.000
C	I-J		-0.034		0.098	0.033	0.059
	P		0.000		0.000	0.000	0.000
D	I-J	-0.086	-0.132	-0.098		-0.066	-0.040
	P	0.000	0.000	0.000		0.000	0.000
E	I-J	-0.020	-0.067	-0.033	0.066		0.026
	P	0.006	0.000	0.000	0.000		0.000
F	I-J	-0.046	-0.093	-0.059	0.040	-0.026	
	P	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	

(I-J) : Ortalamalar arası fark, P: İstatiksel anlamlılık değeri

Panel merkezine noktasal yük uygulanması ile oluşan kalıcı sehim ortalamaları firmalar açısından karşılaştırıldığında ise en büyük sehimin yerli üretim B, C ve yabancı üretim E panellerinde, en düşük sehimin yabancı üretim D, F ve yerli üretim A panellerinde olduğu belirlenmiştir (Tablo 10). ANOVA sonuçlarına göre yerli- yabancı üretim tipine göre panel merkezine noktasal yük uygulanması ile oluşan kalıcı sehim ortalamaları arasındaki fark anlamlıdır ($P < 0.000$). Kalıcı sehim ortalamaları arasındaki farkın hangi firmadan kaynaklandığının belirlenmesi amacıyla yapılan Duncan testi sonuçları Tablo 11’de gösterilmiştir. Buna göre yabancı üretim D, F ve yerli üretim A panelleri en düşük kalıcı sehimi göstermekte, yerli üretim B, C ve yabancı üretim E panelleri ise en yüksek sehimi göstermektedir.

Tablo 10. Panel merkezindeki noktasal yükde oluşan kalıcı sehim ortalamaları için ANOVA testi sonuçları (ANOVA results for average of the permanent deflection due to concentrated load at full panel center)

Firmalar	N	Ortalama (mm)	Standart Sapma	En az (mm)	En çok (mm)	F	P
A	5	0.06	0.003	0.05	0.06	11.204	0.000
B	5	0.06	0.004	0.06	0.07		
C	5	0.06	0.002	0.06	0.07		
D	5	0.05	0.002	0.05	0.06		
E	5	0.06	0.003	0.06	0.07		
F	5	0.06	0.002	0.05	0.06		

Tablo 11. Panel merkezindeki noktasal yükde oluşan kalıcı sehim ortalamaları için Duncan testi sonuçları (Duncan results for average of the permanent deflection due to concentrated load at full panel center)

Firmalar	N	Homojenlik Grupları	
		1	2
D	5	0.0542	
A	5	0.0566	
F	5	0.0570	
B	5		0.0628
C	5		0.0628
E	5		0.0634

3.2.2 Kenar Merkezinde (Center of quarter panel)

Yükseltilmiş döşeme panellerinin bir kenarına yük uygulanması ile oluşan sehim ve kalıcı sehim ortalamaları yerli-yabancı üretim türüne göre karşılaştırılmış, yerli üretim yükseltilmiş döşeme panellerinin her iki durumda da yabancı üretim panellere göre daha fazla sehim oluşturduğu belirlenmiştir (Tablo 12). Yerli ve yabancı üretimli panellerin kenar merkezi sehim ve kalıcı sehim ortalamaları arasındaki fark önemli bulunmuştur ($P < 0.005$). Kenar merkezine noktasal yük uygulanması ile oluşan sehim ortalamaları firmalar açısından karşılaştırıldığında; en büyük sehimin yerli üretim B panellerinde en düşük sehimin yabancı üretim D panellerinde olduğu belirlenmiştir (Tablo 13). Sehim ortalamaları arasındaki farkın hangi firmadan kaynaklandığının belirlenmesi amacıyla yapılan Tamhane testi sonuçları Tablo 14'de gösterilmiştir. Tamhane testi sonuçlarına göre kenar merkezi sehim ortalamaları bakımından;

- Yerli üretim A panelleri ile yerli üretim C panelleri hariç bütün paneller arasındaki farkın önemli,
- Yerli üretim B panelleri ile diğer bütün paneller arasındaki farkın önemli,
- Yerli üretim C panelleri ile yerli üretim A panelleri hariç bütün paneller arasındaki farkın önemli,
- Yabancı üretim paneller ile diğer bütün paneller arasındaki farkın önemli olduğu tespit edilmiştir.

Tablo 12. Kenar merkezindeki noktasal yükde oluşan sehîm ortalamalarının karşılaştırılması (Comparing the average of the deflection due to concentrated load at center of quarter panel)

Noktasal yük ile oluşan sehîm	Üretim tipi	N	Ortalama (mm)	Standart sapma	En az (mm)	En çok (mm)	t	P
Sehîm	Yerli Üretim	15	2.20	0.072	2.10	2.30	11.618	0.000
	Yabancı Üretim	15	1.95	0.040	1.91	2.01		
Kalıcı sehîm	Yerli Üretim	15	0.10	0.005	0.09	0.10	7.483	0.000
	Yabancı Üretim	15	0.08	0.005	0.08	0.09		

Tablo 13. Kenar merkezindeki noktasal yükde oluşan sehîm ortalamalarının ANOVA testi sonuçları (ANOVA results for average of the deflection due to concentrated load at center of quarter panel)

Firmalar	N	Ortalama (mm)	Standart sapma	En az (mm)	En çok (mm)	F	P
A	5	2.13	0.045	2.10	2.21	315.560	0.000
B	5	2.29	0.005	2.28	2.30		
C	5	2.18	0.001	2.18	2.19		
D	5	1.91	0.002	1.91	1.91		
E	5	2.01	0.001	2.01	2.01		
F	5	1.94	0.001	1.94	1.95		

Tablo 14. Kenar merkezindeki noktasal yükde oluşan sehîm ortalamalarının Tamhane testi sonuçları (Tamhane results for average of the deflection due to concentrated load at center of quarter panel)

Firmalar (I)	İstatistik değerler	Firmalar (J)					
		A	B	C	D	E	F
A	I-J		-0.158		0.221	0.127	0.188
	P		0.020		0.006	0.049	0.011
B	I-J	0.158		0.107	0.379	0.285	0.346
	P	0.020		0.000	0.000	0.000	0.000
C	I-J		-0.107		0.272	0.178	0.239
	P		0.000		0.000	0.000	0.000
D	I-J	-0.221	-0.379	-0.272		-0.094	-0.032
	P	0.006	0.000	0.000		0.000	0.000
E	I-J	-0.127	-0.285	-0.178	0.094		0.061
	P	0.049	0.000	0.000	0.000		0.000
F	I-J	-0.188	-0.346	-0.239	0.032	-0.061	
	P	0.011	0.000	0.000	0.000	0.000	

(I-J) : Ortalamalar arası fark, P: İstatiksel anlamlılık değeri

Kenar merkezine noktasal yük uygulanması ile oluşan kalıcı sehîm ortalamaları firmalar açısından karşılaştırıldığında ise en büyük sehîmin yerli üretim B ve C panellerinde, en düşük sehîmin yabancı üretim D ve F panellerinde olduğu belirlenmiştir (Tablo 15). ANOVA sonuçlarına göre kenar merkezine noktasal yük uygulanması ile oluşan kalıcı sehîm ortalamaları arasındaki fark anlamlıdır ($P < 0.000$). Kalıcı sehîm ortalamaları arasındaki farkın hangi firmadan kaynaklandığının belirlenmesi amacıyla yapılan Duncan testi sonuçları Tablo 16'da gösterilmiştir. Buna göre yabancı üretim F, D ve yerli üretim A panelleri en düşük kalıcı sehîmi

göstermekte, ikinci homojenlik grubunda yabancı üretim E panelleri bulunmakta, yerli üretim B ve C panelleri ise en yüksek sehimi göstermektedir.

Tablo 15. Kenar merkezindeki noktasal yükde oluşan kalıcı sehim ortalamalarının ANOVA testi sonuçları (ANOVA results for average of the permanent deflection due to concentrated load at the center of quarter panel)

Firmalar	N	Ortalama (mm)	Standart sapma	En az (mm)	En çok (mm)	F	P
A	5	0.05	0.002	0.05	0.06	87.274	0.000
B	5	0.07	0.002	0.07	0.07		
C	5	0.07	0.002	0.07	0.07		
D	5	0.05	0.001	0.05	0.06		
E	5	0.06	0.001	0.06	0.07		
F	5	0.05	0.002	0.05	0.06		

Tablo 16. Kenar merkezindeki noktasal yükde oluşan kalıcı sehim ortalamalarının Duncan testi sonuçları (Duncan results for average of the permanent deflection due to concentrated load at the center of quarter panel)

Firmalar	N	Homojenlik Grupları		
		1	2	3
F	5	0.0534	0.0638	0.0666
D	5	0.0538		
A	5	0.0546		
E	5		0.0638	
C	5			0.0666
B	5			0.0676

4. SONUÇ VE TARTIŞMA (CONCLUSION and DISCUSSION)

Yükseltilmiş döşeme panellerine noktasal yük uygulanması durumunda kenar merkezinden ve panel merkezinden oluşan sehim en fazla sehim yerli üretim B panellerinde görülmüş bunu sırasıyla yerli üretim A, C, yabancı üretim E, F ve D panelleri izlemiştir. Yayılı yük uygulanması durumunda da benzer sonuçlar elde edilmiştir.

Yerli ve yabancı üretimli panellerin kenar ve panel merkezinden noktasal yük uygulanması ile oluşan sehim ortalamaları arasındaki fark istatistiksel açıdan anlamlı bulunmuştur. Aynı şekilde yayılı yük uygulanması durumunda oluşan sehim ortalamaları arasındaki fark da istatistiksel açıdan anlamlıdır. Yük uygulanması ile yerli üretimli panellerde yabancı üretimli olanlara göre daha fazla sehim oluşmaktadır. Bunun sebebi panellerin üretimi sırasında yerli üretim yonga levhaların dış tabakalarındaki talaş oranının yabancı üretimli olanlara göre az olması olabilir. Aynı şekilde pres basıncının, süresinin, ve sıcaklığının az olması da oluşan sehimin fazla olmasının bir sebebi olabilir.

Ancak oluşan sehim miktarları standartlara uygundur. Panellerin daha az sehim vermesinin, kullanım yeri için iyi bir özellik olduğundan hareketle, özgül kütle miktarı ile benzer şekilde; özellikle ağır yük taşıyan ticari yapılarda yabancı üretimli panellerin

kullanılması önerilebilir. Normal yük taşıyan ticari yapılarda, hafif yük taşıyan ticari yapılarda ve konut iç mekanlarında ise yerli üretimli panellerin kullanılması önerilebilir.

5. KAYNAKLAR (REFERENCES)

- [1]. Sakallı, E., (1997). Sakallı, E., 1997, Büro Yapılarında İç Mekan Organizasyonu Faktörleri, *Yüksek Lisans Tezi, Trakya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Edirne.
- [2]. Hoke, J.R., (1994). Architectural Graphic Standards, *Publisher: John Wiley and Sons Inc.*
- [3]. Mutlu, Ö., (1998). Büro Binalarında Hazır Bölücü Elemanlarla Mekan Tasarımında Planlama Sorunları, *Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, İstanbul.
- [4]. Zhang, G., Yang, J., Sidwell, A.C., (2002). Raised Floor System: A Paradigm Of Future Office Building Fitout? *Advances in Building Technology*, Vol.2: 1577 – 1584.
- [5]. Asiltürk E.N., (2002). Bilgisayar Destekli Tasarım Bürolarının İç Mekan Düzenlemeleri ve Ülkemizdeki İlk Örnekleri, *Sanatta Yeterlik Tezi, Hacettepe Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü*, Ankara.
- [6]. Eker, M., (2002). Ofis Mobilyasında Değişen Tasarım Kriterleri, *Yüksek Lisans Tezi, Marmara Üniversitesi Güzel Sanatlar Enstitüsü*, İstanbul.
- [7]. Raised Floor Environments., (2004). Raised Floor Environments for Offices, Schools and Data Centers, *HPAC Engineering*, s. 22-33.
- [8]. Galitz, W.O., (1984). The Office Environment: Automation's Impact On Tomorrow's Workplace, *Administrative Management Society Willow Grove Publication*.
- [9]. Aspen Zemin., (2002). *Ürün Katalogu*, İstanbul.
- [10]. Gasparini Sysytem., (2006). *Gasparini Sysytem, Panels: Type GT, Erişim Tarihi: 21.12.2006, http://www.gasparinisystem.com/uk_pavimH.htm*
- [11]. Awad, Z.K., Aravinthan, T., Zhuge, Y., (2012). Experimental And Numerical Analysis Of An innovative GFRP Sandwich Floor Panel Under Point Load. *Engineering Structures*, 41: 126 – 135.
- [12]. Gao, Y., Chen, J., Zhang, Z., Fox, D., (2013). An Advanced FRP Floor Panel System In Buildings, *Composite Structures*, 96: 683 – 690.
- [13]. Chung, C.M., Chiang, C.M., (2012). A Prediction Model For The Raised Floor Coping With The Floor Impact Sound, *Advances in Biomedical Engineering*, 7: 1 – 6.
- [14]. An, J.Y., Kim, S., Kim, H.J., Seo, J., (2010). Emission Behavior of Formaldehyde And TVOC From Engineered Flooring In Under Heating And Air Circulation Systems, *Building and Environment*, 45: 1826 – 1833.
- [15]. Seo, J., Jeon, J., Lee, J.H., Kim, S., (2011). Thermal Performance Analysis According To Wood Flooring Structure For Energy Conservation In Radiant Floor Heating Systems. *Energy and Buildings*, 43: 2039 – 2042.
- [16]. Kim, S., (2009). Environment – Friendly Adhesives For Surfaces Bonding Of Wood-Based Flooring Using Natural Tannin to Reduce Formaldehyde And TVOC Emission, *Bioresource Technology*, 100: 744 – 748.
- [17]. İlce, A.C., (2007). Bilgisayarlı Ortamlarda Kullanılan Yükseltmiş Döşeme Malzemelerinin Fiziksel-Mekaniksel Özelliklerinin Araştırılması ve Mekan Tasarımına Etkilerinin Belirlenmesi, *Sanatta Yeterlik Tezi. Hacettepe Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü*, 124 s.
- [18]. BS EN 12825., (2001). Raised Access Floors, *British Standards Institution*, London.
- [19]. TS EN 12825., (2003). Yükseltmiş Döşeme Sistemleri, *TSE Standardı*, Ankara.