

**SÜLEYMAN DEMİREL ÜNİVERSİTESİ**  
**DOĞAL ve ENDÜSTRİYEL YAPI MALZEMELERİ UYGULAMA ve ARAŞTIRMA**  
**MERKEZİ**

Artuğ Tuğla A.Ş. talebi üzerine, boşluklarında EPS içeren 3 adet düşey delikli tuğla (Artuğ Yalıtımlı İzo Tuğla, Artuğ İzo 505 Tuğla ve Artuğ İzo 506 Tuğla) numunelerinin;  
“TS EN ISO 12572 - Binalarda kullanılan malzemelerin ve mamullerin ısı ve rutubet ilişkisine ait performansı - Su buharı iletim özelliklerinin tayini”  
standardına uygun olarak yürütülen deney sonuçlarını içeren rapordur.

**Analizi Talep Eden Şahıs / Firma**

Artuğ Tuğla A.Ş.  
Kışla Mah. Kışla Cad. No:6  
Arsuz-HATAY

**Hazırlayan**

Prof. Dr. Metin DAVRAZ

SDÜ Doğal ve Endüstriyel Yapı Malzemeleri Uygulama ve Araştırma Merkezi

**28.12.2017 – ISPARTA**



TC.  
SÜLEYMAN DEMİREL ÜNİVERSİTESİ  
DOĞAL ve ENDÜSTRİYEL YAPI MALZEMELERİ  
UYGULAMA ve ARAŞTIRMA MERKEZİ



Süleyman Demirel Üniversitesi  
Doğal ve Endüstriyel Yapı Malzemeleri  
Uygulama ve Araştırma Merkezi  
Batı Kampüsü, 32260, İSPARTA  
Tel : 0.246.2111740  
E-Mail : deymam@sdu.edu.tr

TS EN ISO 12572  
Binalarda kullanılan malzemelerin ve mamullerin ısı ve rutubet ilişkisine ait performansı - Su buharı iletim özelliklerinin tayini  
Hygrothermal performance of building materials and products –  
Determination of water vapour transmission properties

<b>Deney Tarihi</b>	: 28.12.2017	<b>Form No</b>	: N-05
<b>Numune Kaynağı</b>	: Artuğ Tuğla A.Ş.	<b>Rapor No</b>	: 67/2017
<b>Numune Tanımı</b>	: Sytraporlu Tuğla (EPS 5 cm)	<b>Rapor Sayfa No</b>	: 1/3
<b>Markası</b>	: Yalıtımlı İzo Tuğla		
<b>İmalatçı Kuruluş</b>	: Artuğ Tuğla A.Ş.		
<b>Adres</b>	: Kışla Mah. Kışla Cad. No:6	<b>Cihazlar</b>	: E. terazi, e. kumpas, kuru kap, iklim kabini, barometre
<b>Orijinal N. Boyutu</b>	: 290x190x235 mm		
<b>N. Boyutu ve Adedi</b>	: 150 x150 x180 mm, 3 Adet		
<b>Brüt N. Kuru Yoğunluğu</b>	: 635 kg/m <sup>3</sup>	<b>Eşdeğer Hava Tabakası (S<sub>d</sub>)</b>	: 1.98 m
<b>Deney Koşulları</b>	: 23±0.5 °C ve RH %50±3	<b>Su Buh. Dif. Direnç Fak. (μ<sub>ort</sub>)</b>	: 10.89

**Deneğin Yapılışı**

Artuğ Tuğla A.Ş. yetkilisi tarafından kuru kap ebadında kesilmiş 3 adet EPS içeren Yalıtımlı İzo Tuğla numunesi merkezimize teslim edilmiştir. Deney numuneleri boyutları elektronik kumpasla ölçülmüş ve değerler kaydedilmiştir. Deney numuneleri, ilk önce hava dolaşimli etüvde 50°C'de değişmez kütleye kadar kurutulmuş, sonrasında deneyden önce (23 ± 0.5) °C sıcaklıkta, % (50 ± 5) bağıl nemde kütleleri kararlı hale ulaşıncaya kadar iklim kabininde bekletilmiştir. Deneyde kuru kap yöntemi uygulanmıştır (TS EN ISO 12572 standardı Şart A). Kap tabanına nem tutucu uygun kimyasal madde olarak tane boyutu < 3mm olan 15 mm yüksekliğinde kalsiyum klorür konulmuş, numune kimyasal madde yüzeyleri arasında 15 mm hava boşluğu bırakılmış ve kap-numune temas noktaları parafinle sızdırmaz hale getirilmiştir. Deney kapları, sıcaklığı (23 ± 0.5) °C ve bağıl nemi %50 ± 3 olan yeterli hava dolaşimli iklim kabini içerisine yerleştirilmiştir. Deney kapları kütleleri uygun aralıklar ile 10 mg hassasiyetinde elektronik terazi ile tartılmış ve tartım işlemleri kap kütleleri yaklaşık kararlı hale gelinceye kadar devam ettirilmiştir. Su buharı (ΔG/Δt) akımı Şekil 1'de verilen grafikten belirlenmiştir. ΔP<sub>s</sub> değeri Eşitlik 1 ve Eşitlik 2'de verilen bağıntılar kullanılarak hesaplanmıştır:

$$\Delta P_s = (P_{s1} \times \phi_1) - (P_{s2} \times \phi_2) \quad (1)$$

Burada; ΔP<sub>s</sub>; su buharı basınç farkı, Pa, P<sub>s1</sub>; deney hücresindeki su buharı doymuluk basıncı, Pa, φ<sub>1</sub>; deney hücresi içerisindeki bağıl nem, %, P<sub>s2</sub>; nem çekici madde üzerindeki su buharı doymuluk basıncı, Pa, φ<sub>2</sub>; nem çekici madde üzerindeki bağıl nem, % dir. Nem çekici madde üzerindeki doymuluk basıncı "0" kabul edilmiştir.

$$P_{s1} = ax \left( b + \frac{T - T_0}{100} \right)^n \quad (2)$$

Burada; a; sabit bir sayı (288.68 Pa), b; sabit bir sayı (1.098), n; sabit bir sayı (8.02) ve T; sıcaklık, K'dir.

Sonraki aşamada, TS EN ISO 12572 ve TS EN 12086 standartlarında belirtilen ilke ve eşitliklere (Eşitlik 3-9) uygun olarak, su buharı akış hızı (G), su buharı iletim debisi (g), su buharı geçişi (W), su buharı direnci (Z), malzemenin su buharı geçirgenliği (δ), havanın su buharı geçirgenliği (δ<sub>hava</sub>) ve su buharı difüzyon direnç faktörü (μ) hesaplanmıştır.

$$G_{1,2} = \frac{m_1 - m_2}{t_1 - t_2} \quad (3)$$

Burada; G; deney numunesi kütesindeki değişim, mg/h, m<sub>1</sub>; deney düzeneğinin (yada numunesinin t<sub>1</sub> anındaki kütesi, mg, m<sub>2</sub>; deney düzeneğinin t<sub>2</sub> anındaki kütesi, t<sub>1</sub> ve t<sub>2</sub> ardışık tartım süreleri, saat'dir.

$$g = \frac{G}{A} \quad (4)$$

Burada; g; su buharı iletim debisi, mg/m<sup>2</sup>.h, A; deney numunesinin etkiye maruz kalan (alt ve üst) alanların aritmetik ortalaması, m<sup>2</sup> dir.

$$W = \frac{G}{A \times \Delta P} \quad (5)$$

Burada; W; su buharı geçişi, mg/m<sup>2</sup>.h.Pa'dır.

$$Z = \frac{1}{W} \quad (6)$$

Burada; Z; su buharı direnci, m<sup>2</sup>.h.Pa/mg dir.

$$\delta = W \times d \quad (7)$$

Burada; δ; su buharı geçirgenliği, mg/m<sup>2</sup>.h.Pa, d; deney numunesinin kalınlığı, m dir.

$$\mu = \frac{\delta_{hava}}{\delta} \quad (8)$$

Burada; μ; su buharı difüzyon direnç faktörü, δ<sub>a</sub>; havanın su buharı geçirgenliği, mg/m<sup>2</sup>.h.Pa dir.

$$\mu = \frac{0.001}{0.001} \times \frac{P_a}{P_s} \times \left( \frac{T}{T_0} \right)^{1.25} \quad (9)$$

**DENEYİ YAPAN**  
Prof. Dr. Metin DAVRAZ

Süleyman Demirel Üniversitesi  
Doğal ve Endüstriyel Yapı Malzemeleri  
Uygulama ve Araştırma Merkezi

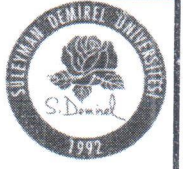
**ONAYLAYAN**  
Prof. Dr. Şemsettin KILINÇARSLAN

Merkez Müdürü

Not : Deney raporu merkezimizin yazılı izni alınmadan kısmen yada tamamen çoğaltılamaz. Raporda sunulan veriler sadece deneyi yapılan numune için geçerlidir. Onaysız deney raporu geçerli değildir.



TC.  
SÜLEYMAN DEMİREL ÜNİVERSİTESİ  
DOĞAL ve ENDÜSTRİYEL YAPI MALZEMELERİ  
UYGULAMA ve ARAŞTIRMA MERKEZİ



Süleyman Demirel Üniversitesi  
Doğal ve Endüstriyel Yapı Malzemeleri  
Uygulama ve Araştırma Merkezi  
Batı Kampüsü, 32260, ISPARTA  
Tel : 0.246.2111740  
E-Mail : deydam@sdu.edu.tr

TS EN ISO 12572  
Binalarda kullanılan malzemelerin ve mamullerin ısı ve rutubet ilişkisine ait performansı - Su buharı iletim özelliklerinin tayini  
Hygrothermal performance of building materials and products –  
Determination of water vapour transmission properties

Deney Tarihi	: 28.12.2017	Form No	: N-05
Numune Kaynağı	: Artuğ Tuğla A.Ş.	Rapor No	: 67/2017
Numune Tanımı	: Sytraporlu Tuğla (EPS 5 cm)	Rapor Sayfa No	: 2/3
Markası	: Yalıtımlı İzo Tuğla		
İmalatçı Kuruluş	: Artuğ Tuğla A.Ş.	Cihazlar	: E. terazi, e. kumpas, kuru kap, iklim kabini, barometre
Adres	: Kışla Mah. Kışla Cad. No:6		
Orijinal N. Boyutu	: 290x190x235 mm	Eşdeğer Hava Tabakası (S <sub>d</sub> )	: 1.98 m
N. Boyutu ve Adedi	: 150 x150 x180 mm, 3 Adet	Su Buharı Dif. Direnç Fak. (μ <sub>ort</sub> )	: 10.89
Brüt N. Kuru Yoğunluğu	: 635 kg/m <sup>3</sup>		
Deney Koşulları	: 23±0.5 °C ve RH %50±3		

Burada; R<sub>v</sub>; su buharının gaz sabiti (462 x 10<sup>-6</sup>), J/mg.K, T; deney sıcaklığı, K, P<sub>0</sub>; deney sırasındaki ortalama barometrik basınç, hPa, P; normal barometrik basınç (1013.25), hPa'dır. δ<sub>v</sub> değeri TS EN 12086 standardı Şekil 1'de verilen grafikte 900 mbar için 0.79, 950 mbar için 0.75 olarak verilmiştir.

Ayrıca su buharı difüzyonu eşdeğer hava tabakası Eşitlik 10 da verilen bağıntı ile hesaplanmıştır:

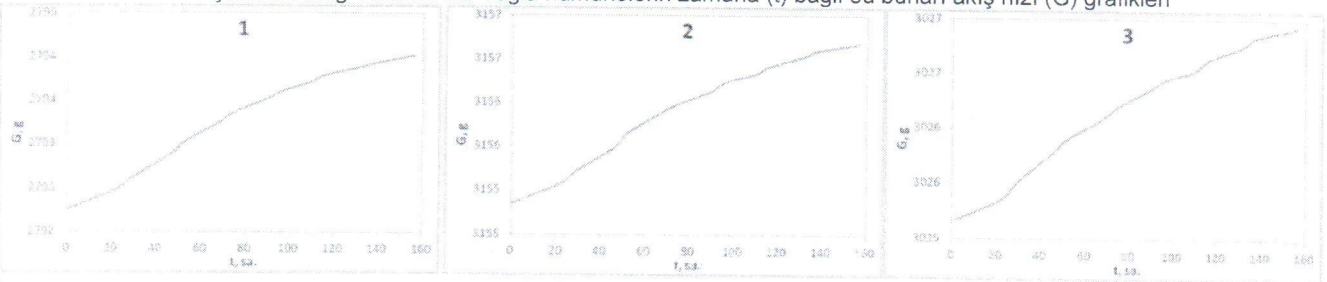
$$S_d = \mu \cdot d$$

(10)

Çizelge 1. Deney ortamı nem, sıcaklık ve atmosfer basıncı verileri, Artuğ Yalıtımlı İzo Tuğla numunelerinin su buharı akımı (ΔG/Δt) değerleri (mg/h)

Numune No				1	2	3
t (sa)	RH (%)	T (°C)	P (hPa)	m (g)	m (g)	m (mg)
0.00	50.5	21.2	903	2792.25	3154.84	3025.15
22.10	51.8	20.7		2792.48	3155.07	3025.35
29.20	50.3	22.4		2792.61	3155.21	3025.50
46.50	52.6	21.5		2792.88	3155.48	3025.79
52.30	50.1	22.0		2793.01	3155.64	3025.90
67.00	52.3	20.8		2793.22	3155.87	3026.07
75.20	51.6	21.3		2793.36	3155.98	3026.20
89.50	52.4	20.6		2793.51	3156.12	3026.36
96.20	50.3	22.5		2793.60	3156.23	3026.45
109.50	52.2	20.1		2793.71	3156.32	3026.53
116.20	50.0	22.3		2793.79	3156.41	3026.64
131.80	52.7	21.7		2793.88	3156.53	3026.76
137.10	50.1	22.5		2793.92	3156.59	3026.84
156.20	52.5	21.1		2794.02	3156.67	3026.93
Ort.	51.4	21.5		ΔG/Δt	0.01133	0.01172

Şekil 1. Artuğ Yalıtımlı İzo Tuğla numunelerin zamana (t) bağlı su buharı akış hızı (G) grafikleri



DENEYİ YAPAN  
Prof. Dr. Metin DAVRAZ

Süleyman Demirel Üniversitesi  
Doğal ve Endüstriyel Yapı Malzemeleri  
Uygulama ve Araştırma Merkezi

ONAYLAYAN  
Prof. Dr. Şemsettin KILINÇARSLAN  
Merkez Müdürü

Not : Deney raporu merkezimizin yazılı izni olmadan kısmen yada tamamen çoğaltılamaz. Raporda sunulan veriler sadece deneyi yapılan numune için geçerlidir. Onaysız deney raporu geçerli değildir.



TC.  
SÜLEYMAN DEMİREL ÜNİVERSİTESİ  
DOĞAL ve ENDÜSTRİYEL YAPI MALZEMELERİ  
UYGULAMA ve ARAŞTIRMA MERKEZİ



Süleyman Demirel Üniversitesi  
Doğal ve Endüstriyel Yapı Malzemeleri  
Uygulama ve Araştırma Merkezi  
Batı Kampüsü, 32260, ISPARTA  
Tel : 0.246.2111740  
E-Mail : deymam@sdu.edu.tr

TS EN ISO 12572  
Binalarda kullanılan malzemelerin ve mamullerin ısı ve rutubet  
ilişkinine ait performansı - Su buharı iletim özelliklerinin tayini  
Hygrothermal performance of building materials and products –  
Determination of water vapour transmission properties

**Deney Tarihi** : 28.12.2017 **Form No** : N-05  
**Numune Kaynağı** : Artuğ Tuğla A.Ş. **Rapor No** : 67/2017  
**Numune Tanımı** : Sytraporlu Tuğla (EPS 5 cm) **Rapor Sayfa No** : 3/3  
**Markası** : Yalıtımlı İzo Tuğla  
**İmalatçı Kuruluş** : Artuğ Tuğla A.Ş. **Cihazlar** : E. terazi, e. kumpas, iklim kabini, barometre  
**Adres** : Kışla Mah. Kışla Cad. No:6 **Eşdeğer Hava Tabakası (S<sub>d</sub>)** : 1.98 m  
Arsuz-HATAY **Su Buharı Dif. Direnç Fak. (μ<sub>ort</sub>)** : 10.89  
**Orijinal N. Boyutu** : 290x190x235 mm  
**N. Boyutu ve Adedi** : 150 x150 x180 mm, 3 Adet  
**Brüt N. Kuru Yoğunluğu** : 635 kg/m<sup>3</sup>  
**Deney Koşulları** : 23±0.5 °C ve RH %50±3

Çizelge 2. Artuğ Yalıtımlı İzo Tuğla numunelerine ait alan, su buharı akımı, su buharı basınç farkı ve deney hücresindeki su buharı doyumluk basıncı

Numune No	A (m <sup>2</sup> )	ΔG/t (mg/h)	ΔP (Pa)	P <sub>s1</sub> (Pa)	P <sub>s2</sub> (Pa)
1	0.0216	0.0113	1306	2750	0
2	0.0222	0.0117			0
3	0.0227	0.0114			0

Çizelge 3. Artuğ Yalıtımlı İzo Tuğla numunelerine ait su buharı difüzyon direnç faktörü (μ) değerleri ve ortalama değer

N. No	A (m <sup>2</sup> )	d (m)	G (mg/h)	g (mg/m <sup>2</sup> h)	W (mg/m <sup>2</sup> hPa)	Z (m <sup>2</sup> hPa/mg)	δ <sub>s</sub> (mg/m <sup>2</sup> hPa)	δ (mg/m <sup>2</sup> hPa)	S <sub>d</sub> (m)	μ
1	0.0216	0.1810	11.40	528	0.40	2.47	0.79	0.07	1.943	10.73
2	0.0222	0.1820	11.72	528	0.40	2.47	0.79	0.07	1.942	10.67
3	0.0227	0.1820	11.33	500	0.38	2.61	0.79	0.07	2.050	11.26
Ort.	0.0222	0.1817	11.48	519	0.40	2.52	0.79	0.07	1.978	10.89

DENEYİ YAPAN  
Prof. Dr. Metin DAVRAZ

ONAYLAYAN  
Prof. Dr. Şemsettin KILINÇARSLAN  
Merkez Müdürü

Süleyman Demirel Üniversitesi  
Doğal ve Endüstriyel Yapı Malzemeleri  
Uygulama ve Araştırma Merkezi