

SOĞUK TESİSAT YALITIMLARINA HER ZAMAN BUHAR KESİCİ GEREKLİ MİDİR?

Ecvet BİNYILDIZ

ÖZET

Soğuk boru hatlarında ve soğutmayla ilgili cihazlarda karşımıza çıkabilecek en önemli iki problem, ısı yalıtım malzemesinin ıslanması ve yoğuşma olmasıdır.

Bilindiği üzere yoğuşma olmaması için ısı yalıtım kalınlığının “doğru” seçilmesi yeterlidir. Yalıtım malzemesinin ıslanmaması için ise en dış tarafa “uygun” bir buhar kesici kaplanması ve bu kaplamanın ek ve bini yerlerinin de buhar geçirimsiz olarak sızdırmazlığın sağlanması gerekmektedir.

Bu problemlerin önlenmesi için gerekli olan “doğruluk” ve “uygunluk” kriterlerinin esasları nelerdir? Isı yalıtım malzemesinin kalınlığı ne olmalıdır? Buhar kesici niçin gereklidir?

Öte yandan son yıllarda buhar geçirimsizlik faktörü yüksek olan kapalı gözenekli, sentetik esaslı birçok modern ısı yalıtım malzemesi tekniğin hizmetine girmiş bulunmaktadır. Bu modern malzemelerin kullanılması halinde dahi ayrıca buhar kesici kullanmaya gerek var mıdır?

Bu çalışmada bu soruların cevaplarını verebilmek için yoğuşmanın nasıl meydana geldiği, o mekandaki iklim şartlarının yoğuşmaya nasıl etki yaptığı, ısı yalıtım malzemesinin hangi teknik özelliklerinin bu konu için önemli olduğu ve buhar kesici malzemelerin en önemli teknik özelliğinin ne olduğu açıklanmaya çalışılacaktır.

Ayrıca Yapı Fiziği konularındaki çalışmalarıyla tüm dünyada otorite sayılan Münih'teki FIW Enstitüsünde (Forschungsinstitut für waermeschutz) son yıllarda yapılan soğuk boru yalıtım deneylerinin sonuçlarından bahsedilerek konuya açıklık getirilecektir.

GİRİŞ

Soğuk Tesisatta Yoğuşma

Yoğuşma, havanın içindeki gaz halindeki buharın o mekandaki ortam sıcaklığından daha düşük bir sıcaklıkta olan yüzeylere temas etmesi sonucu, nemin gaz halinden sıvı haline geçmesi demektir.

Oysa hava içinde bulunan nem miktarı sabit olmayıp değişkendir. Sıcaklık arttıkça birim havanın taşıyabileceği nem miktarı da artar. Havanın nemi % ile ifade edilir ve bağıl nem olarak tanımlanır

Tablo 1. Hava sıcaklıklarına göre havanın bünyesine alabileceği maksimum su buharı miktarları.[1]

t°C	f [g/m ³]	t°C	f [g/m ³]	t°C	f [g/m ³]	t°C	f [g/m ³]	t°C	f [g/m ³]
-20	0,90	+6	7,28	+32	33,85	+58	119,6	+84	340,4
-19	0,99	+7	7,76	+33	35,7	+59	124,9	+85	353,4
-18	1,08	+8	8,27	+34	37,65	+60	130,2	+86	366,8
-17	1,18	+9	8,82	+35	39,6	+61	135,9	+87	380,5
-16	1,29	+10	9,4	+36	41,7	+62	141,9	+88	394,5
-15	1,405	+11	10,0	+37	43,9	+63	148,1	+89	408,8
-14	1,53	+12	10,65	+38	46,2	+64	154,5	+90	423,5
-13	1,67	+13	11,35	+39	48,6	+65	161,5	+91	438,8
-12	1,82	+14	12,1	+40	51,15	+66	167,9	+92	454,6
-11	1,98	+15	12,85	+41	53,8	+67	175,0	+93	470,8
-10	2,15	+16	13,65	+42	56,7	+68	182,4	+94	487,4
-9	2,34	+17	14,5	+43	59,3	+69	190,1	+95	504,5
-8	2,55	+18	15,4	+44	62,5	+70	198,1	+96	522,1
-7	2,77	+19	16,3	+45	65,4	+71	206,3	+97	540,2
-6	3,005	+20	17,3	+46	68,5	+72	214,8	+98	558,8
-5	3,26	+21	18,35	+47	71,8	+73	223,6	+99	578,0
-4	3,53	+22	19,4	+48	75,3	+74	232,6	+100	597,7
-3	3,82	+23	20,55	+49	79,0	+75	241,8		
-2	4,14	+24	21,8	+50	83,0	+76	251,5		
-1	4,475	+25	23,05	+51	87,0	+77	261,5		
0	4,84	+26	24,35	+52	91,0	+78	271,8		
+1	5,205	+27	25,75	+53	95,2	+79	282,4		
+2	5,59	+28	27,2	+54	99,6	+80	293,3		
+3	5,985	+29	28,7	+55	104,3	+81	304,4		
+4	6,395	+30	30,35	+56	109,3	+82	315,8		
+5	6,825	+31	32,05	+57	114,4	+83	327,9		
+6	7,28	+32	33,85	+58	119,6	+84	340,4		

Bağıl nem % 30 – 40 olursa kuru hava,

% 40 – 60 olursa normal hava,

% 60 dan büyük olursa nemli hava olarak algılanır.

Her sıcaklığa ve her bağıl nem oranına göre, havadaki buharın sıvı haline dönüştüğü yoğuşma dereceleri de değişkendir (Tablo 2.) [1]

Tablo 2. Sıcaklığa ve bağıl nem oranına göre değişen yoğuşma sıcaklıkları

Hava sic.	Bağıl Nemliliğe Göre Çiğlenme Sıcaklığı %										
	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
-10	-17,6	-16,6	-15,7	-14,7	-13,9	-13,2	-12,5	-11,8	-11,2	-11,5	-10
-5	-12,9	-11,8	-10,8	-9,9	-9,1	-8,3	-7,6	-6,9	-6,2	-5,60	-5
0	-8,1	-6,6	-5,6	-4,7	-3,8	-3,1	-2,3	-1,6	-0,9	-0,3	0
+2	-6,5	-5,3	-4,3	-3,4	-2,5	-1,6	-0,8	-0,1	+0,6	+1,3	+2
+4	-4,8	-3,7	-2,7	-1,8	-0,9	-0,1	+0,8	+1,6	+2,4	+3,2	+4
+6	-3,2	-2,1	-1,0	-0,1	+0,9	1,9	2,8	3,6	4,4	5,2	6
+8	-1,6	-0,4	+0,7	1,8	2,9	3,9	4,8	5,6	6,4	7,2	8
+10	+0,1	+1,4	2,6	3,7	4,8	5,8	6,7	7,6	8,4	9,2	10
+12	+1,9	3,2	4,3	5,5	6,6	7,6	8,5	9,5	10,3	11,2	12
+14	3,8	5,1	6,4	7,5	8,6	9,6	10,6	11,5	12,5	13,2	14
+16	5,6	7,0	8,2	9,4	10,5	11,5	12,5	13,4	14,3	15,2	16
+18	7,4	8,8	10,1	11,3	12,4	13,5	14,5	15,4	16,3	17,2	18
+20	9,3	10,7	12,0	13,2	14,3	15,4	16,5	17,4	18,3	19,2	20
+22	11,1	12,5	13,9	15,2	16,3	17,4	18,4	19,4	20,3	21,2	22
+25	13,8	15,3	16,7	17,9	19,1	20,2	21,3	22,3	23,2	24,1	25
+30	18,5	19,9	21,2	22,8	24,2	25,3	26,4	27,5	28,5	29,2	30
+35	23,0	24,5	26,0	27,4	28,7	29,9	31,0	32,6	33,1	34,1	35
+40	27,6	29,2	30,7	32,1	33,5	34,7	35,9	37,0	38,0	39,0	40
+45	32,2	33,8	35,4	36,8	38,2	39,5	40,7	41,8	42,9	44,0	45
+50	36,7	37,4	40,1	41,6	43,0	44,3	45,6	46,8	47,9	49,0	50

Örnek :

Sıcaklığı 22°C, bağıl nem oranı % 65 olan bir mekanda yoğuşma sıcaklığı 15,2°C dir. Böyle bir ortamda yoğuşma olmaması için o mekandaki tüm cisimlerin yüzeyindeki sıcaklık mutlak surette 15,2°C den büyük olmalıdır.

Soğuk tesisatta ise yoğuşma olmaması için boruların (veya cihazların) en dış yüzeyindeki sıcaklık yoğuşma sıcaklığından fazla olmalıdır. Bir mekanda yoğuşma olmaması için alınacak önlemlerden önce şu bilgilere gerek vardır:

- Mekanın sıcaklığı (t = C°)
- Mekanın bağıl nem oranı, (φ = %)
- Medium sıcaklığı (boru içindeki sıcaklık (t = °C))
- Yalıtım malzemesinin yapısı, ısı iletkenliği (λ)
- Yalıtım malzemesinin buhar geçirimsizlik faktörü (μ)
- Boru yalıtım yüzeyindeki yüzeysel hava taşınım katsayısı (α)

Bu bilgilere dayanarak yapılacak yalıtım hesaplamasında yüzey sıcaklığı yoğuşma sıcaklığından büyük çıkıyorsa yoğuşma olmaz. Burada yüzey sıcaklığına etki yapan en önemli faktör yalıtım malzemesinin ısı iletkenlik katsıyısıdır (λ). Bu katsayı o yalıtım malzemesinin bina yalıtımları için geçerli olan λ değeri değildir. Ortam sıcaklığı ile boru sıcaklığının aritmetik ortalamasına göre bulunacak tm ortalama sıcaklığa tekabül eden ve soğuk uygulamalar için üretici tarafından belirtilmesi gereken λ değeridir.

$$t_m = \frac{t_{boru} + t_{ortam}}{2}$$

Yüzeysel hava taşınım katsayısı (α) ise yüzey sıcaklığına önemli etki yapan diğer bir faktör olup, yüzeyin düz veya pürüzlü oluşuna ve bazı diğer etkenlerden etkilenir. α değerinin hesaplanması VDI 2055 de detaylı olarak gösterilmekte ise de, genellikle literatürden tahmini olarak alınabilir.

Öte yandan yoğuşma olmaması için ısı yalıtım malzemesinin içine dolaylı veya dolaysız yollardan asla su gitmemelidir, klima şartları ne olursa olsun daima kuru kalmalıdır. Çünkü suyun ısı iletkenliği 10°C deki havadan 25 kez daha büyüktür, yani ısıyı havadan daha kolay iletir.

Eğer ısı yalıtım malzemesi ıslanır ise ısı yalıtım görevi zedelenir ve daha az yalıtım yaparak yüzey sıcaklığının azalmasına neden olur. Bu azalma yoğuşma sıcaklığının altında gerçekleşirse o takdirde yoğuşma olacak demektir.

Isı yalıtım malzemesinin ıslanması sadece direkt yollardan olmayıp, özellikle soğuk tesisatta difüzyon yolu ile de olabilir. Bu durum fizik kanunlarının bir sonucu olup, aynen ısı gibi havadaki buhar da sıcak taraftan (mekandan) soğuk tarafa (boru) doğru belirli bir basınçla geçer. Mekan ile boru arasındaki sıcaklık farkı ne kadar çok olursa basınç da o kadar artar. Havadaki buharın basınçla ısı yalıtımına girerek orada soğuk bölgeye rastlaması sonucu yoğuşma olur, hatta yalıtım malzemesi tamamen ıslanabilir. Eğer yalıtım malzemesi açık gözenekli ise (lifli malzemeler) ıslanma çok olur, kapalı gözenekli ise (sentetik malzemeler) nemlenme az olur. Ayrıca açık gözenekli lifli malzemelerin μ-faktörü çok küçük olup (μ= 1,2) buharı çok kolay geçirirler. Kapalı gözenekliler ise daha yüksek μ – değerine sahip olduklarından (μ = 3000 – 15000) buharı zor geçirirler. Bu nedenle kullanılacak ısı yalıtım malzemesinin ısı iletkenliğinin yanında μ değeri çok önemlidir.

μ = 1 Buharı tamamen geçiriyor.

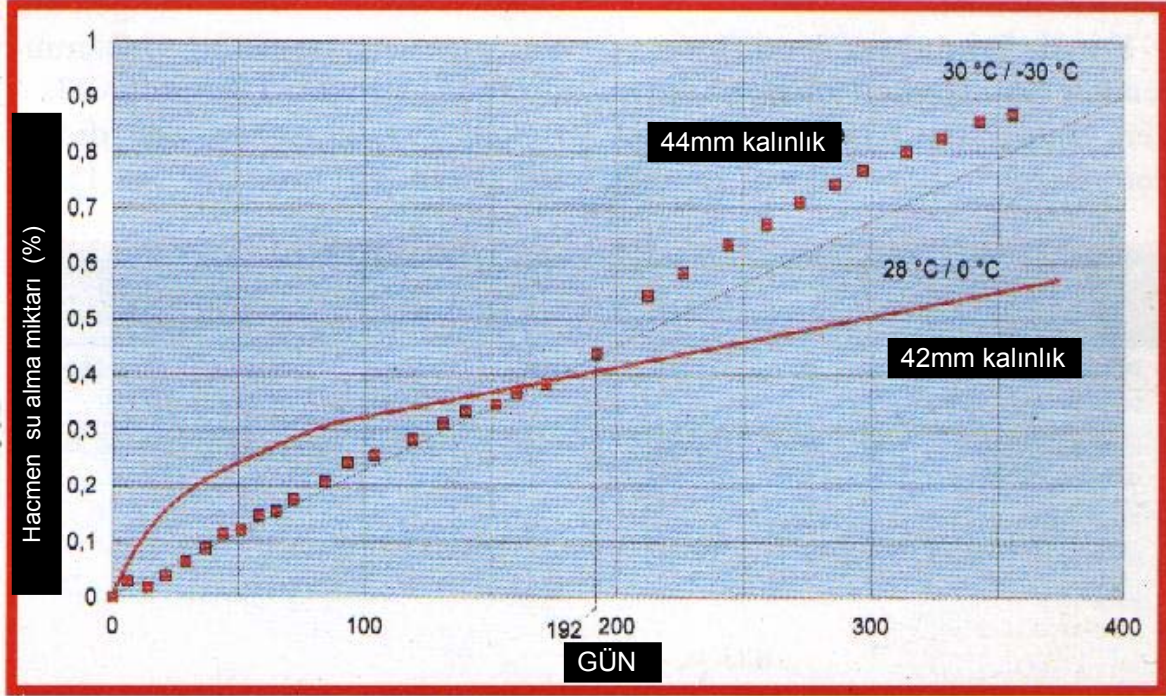
μ = ∞ Buharı hiç geçirmiyor anlamına gelir.

Buna göre 10.000'li, 100.000'li μ faktörüne sahip olan malzemeler buhar zor geçiren, buhar frenleyici, buhar kesici gibi ifadelerle tanımlanır. Alüminyum gibi bazı malzemelerin μ değeri sonsuzdur. Burada hemen şunu belirtmekte yarar var: Buhar geçirmeyen bir malzeme ile kaplanmış dahi olsa, kaplamanın ek ve bini yerleri kritik noktalardır. Bu noktaların buharı hiç geçirmeyecek şekilde uygun malzemelerle (bazı mastikler, kitler v.s.) sızdırmazlığı sağlanmalıdır.

Havadaki buharın ve ısı yalıtım malzemesinin bu özelliklerinden bahsettikten sonra şu sonuç çıkarılabilir : Isı yalıtım malzemesi doğru seçilmeli, kalınlığı doğru hesaplanmalı, μ değeri yüksek olmalı ve asla ıslanmamalıdır.

O halde μ değeri yüksek, λ değeri küçük olan kapalı gözenekli sentetik esaslı modern ısı yalıtım malzemesi kullanılırsa buhar kesici yine gerekli midir ?

Bilindiği gibi buhar difüzyon hesaplarında malzemenin μ değerinin yüksek olması çok iyi bir faktördür ama tek başına yeterli değildir. Önemli olan ($\mu \cdot d$) ifadesidir (d =kalınlık). Yani malzemenin kalınlığı da önemlidir. Bu nedenle su alma özelliği düşük, μ değeri yüksek, kapalı gözenekli sentetik bir yalıtım malzemesi yüksek bir buhar geçirimsizlik direnci sağlar.[2]



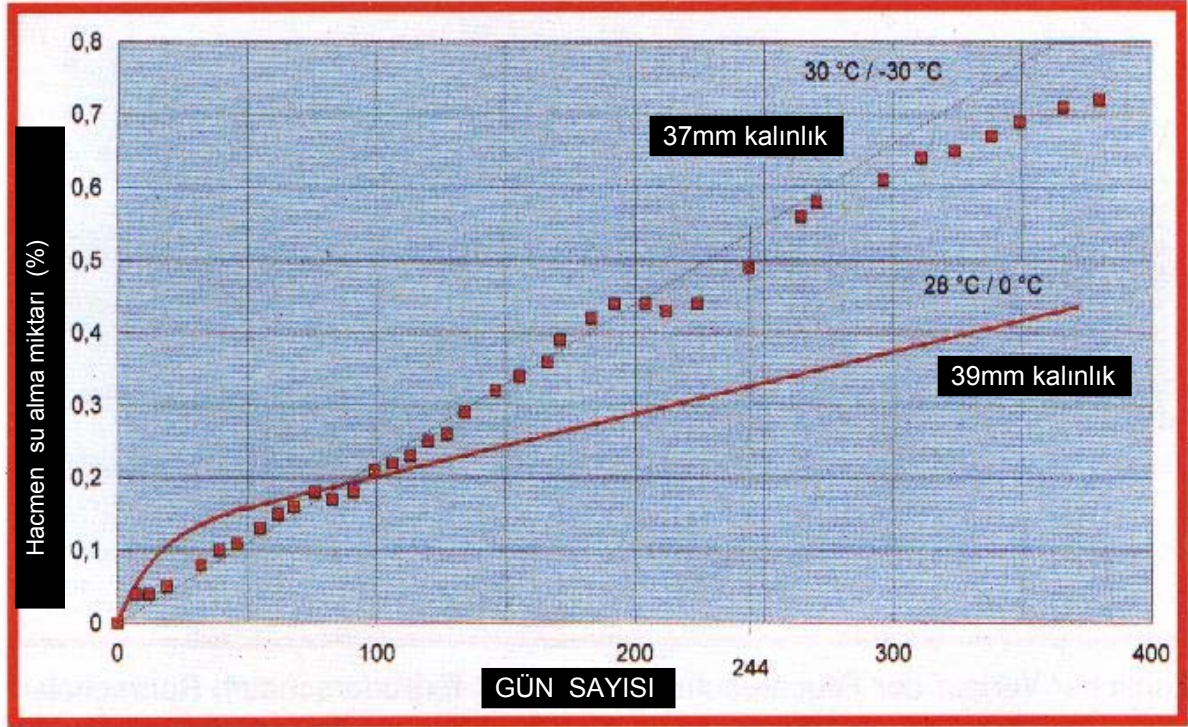
Resim 1. Elastomer kokillerin ($\mu = 3500$) zamana bağlı olarak nem alması.
Boru çapı 50 mm, boru sıcaklığı 0°C ile -30°C arası, ortam sıcaklığı 30°C, bağıl nem $\phi = \% 85$

Yalıtım malzemesinin içine buhar difüzyon yolu ile nüfuz eden nem miktarının hesaplanmasında ünlü Glaser Metodundan yararlanılır.

Bu metod faydalı olmakla beraber FIW Enstitüsünde yapılan geniş deneylerde oldukça önemli pratik farklılıklar ortaya çıkmıştır.

Yapılan deneylerin çok geniş açıklaması 1/99 tarihli İSOLİERTECHNİK Dergisinde yayınlanmıştır. Bu açıklamanın kısa bir özeti şöyledir : Deneylerde Poliüretan (PUR), Expanded Polistren (XPS), Polietilen (PE) ve Elastomer Kokiller kullanılmış, 30°C ortam sıcaklığında, -30°C medium sıcaklığında, % 85 bağıl nem ortamında 192 – 840 gün arasında bir süreyle çok sayıda deneye tabi tutulmuştur.

Yargılama kriterlerinin tespitinde malzemelerin nem almasının yanında nemin malzeme içindeki dağılımı da dikkate alınmıştır.[2]



Resim 4.

Tablo 3.

SOĞUK YALITIM	μ 23-0/50	GÜN	Hacmen Su alma Dağılımı (%)			
			TOPLAM	DIŞ	ORTA	İÇ
PS- EXTRUDER KÖPÜK (ÇIPLAK)	280	244	4,7	0,3 (0,2-0,5)	8,0 (6,9-9,0)	8,4 (8,2-8,7)
ELASTOMER YALITIM KOKİLİ	3800	192	0,42	0,25 (0,23-0,26)	0,9 (0,89-0,96)	0,35 (0,28-0,41)
PE YALITIM KOKİLİ (FOLYO KAPLI)	4300	244	0,5	0,03 (0,01-0,05)	0,53 (0,43-0,63)	0,13 (0,12-0,13)

Tablo 4.

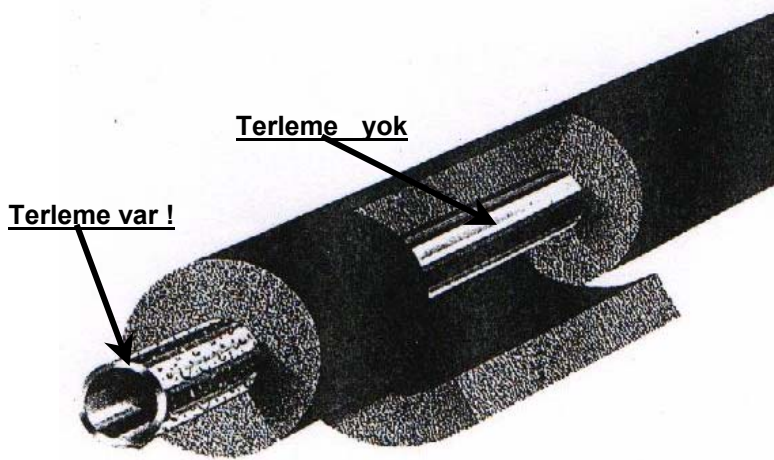
SOĞUK YALITIM	μ 23-0/50	GÜN	Hacmen Su alma Dağılımı (%)			
			TOPLAM	DIŞ	ORTA	İÇ
PUR- POLİÜRETAN SERT KÖPÜK (ÇIPLAK)	45	210	11	1,7	19,4	14,3
PUR- POLİÜRETAN SERT KÖPÜK (PVC KAPLI)	45 Sd=40m	365	1,3	0,05	0,07	0,38
PS- EXTRUDER KÖPÜK (ÇIPLAK)	180	840	5	0,2	1,2	16,9
ELASTOMER YALITIM KOKİLİ	3500	380	0,55	0,14	0,23	0,31
PE YALITIM KOKİLİ (FOLYO KAPLI)	4200	365	0,44	0,03	0,08	1,26

SONUÇ

Bu deneyler sonucunda nemin ısı iletkenliğine etkisinin şimdiye kadar kabul edilen değerlerin çok üzerinde olduğu görülmüştür.

Yapılan çok sayıda deneyler sonucunda μ değeri küçük olan ısı yalıtım malzemeleriyle yapılan soğuk yalıtımlarında buhar kesici kullanılması mutlaka gerekmektedir. Buna karşılık μ değeri yüksek olan kapalı gözenekli ısı yalıtım malzemeleriyle yapılan soğuk tesisat yalıtımlarında ise buhar kesici malzeme kullanılmayabilir. Şu şartla ki, difüzyon yolu ile malzemenin nemlenmesi tesisatın çalışmasını olumsuz yönde etkilemesin ve hasar vermesin. Ayrıca yalıtım malzemesinin ısı iletkenliği gereksiz yere yükselmesin.

Bununla beraber kuşku durumlarda buhar kesici bir malzemenin kusursuz uygulanmasının rahat uyumamızı sağlayacağı unutulmamalıdır.



KAYNAKLAR

- [1] ZEHENDER, H., Kalteisolierungen, Isoliertechnik, 1/99,
- [2] KARAKOÇ H., BİNYILDIZ E., TURAN O., "Binalarda ve Tesisatta Isı Yalıtımı" ,Ode Teknik Yayınları, 1999

ÖZGEÇMİŞ

Ecvet BİNYILDIZ

1937 yılında İstanbul'da doğdu. G.S.A. Y.Mimarlık Bölümünden 1961 yılında mezun oldu. Beş yıl Almanya'da mimar olarak çalıştıktan sonra Yd.Subaylık görevi için yurda dönüp, 1967 yılında askerliğini tamamladı. 1967 – 1990 arasında yalıtım malzemeleri üreten İzocam, Fepor gibi firmalarda üst düzey yöneticiliği yaptı. Çok sayıda konferans, makale, çeviri, panel, sempozyum vs. çalışmaları bulunan Binyıldız, bu çalışmaları ile Türkiye'de Enerji Tasarrufu, ısı ve ses yalıtımı kavramlarının gelişmesine büyük katkıda bulundu. Sektöre birçok kıymetli eleman yetiştirdi. Üç adet Styropor ve akustik alçı levha fabrikasının kurulmasına öncülük etti. Yalıtım sektörünü bir çatı altında toplayan İZODER Derneğinin kurucularından ve ilk başkan olan Binyıldız, halen ODE Firmasının Teknik Koordinatörlüğünü ve Danışmanlığını yapmaktadır. Almanca ve İngilizce bilen Binyıldız evli ve iki çocuk babasıdır