



**Bu bir MMO
yayıdır**

MMO bu yayındaki ifadelerden, fikirlerden, toplantıda çıkan sonuçlardan, teknik bilgi ve basım hatalarından sorumlu değildir.

KAPALI YÜZME HAVUZLARININ KLİMA DİZAYNI

VELİ DOĞAN
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ

CEMRE DOĞAN İLHAN
VEMEK S MÜHENDİSLİK

KAPALI YÜZME HAVUZLARININ KLİMA DİZAYNI

Air Conditioning Design of Indoor Pools

Veli DOĞAN
Cemre DOĞAN İLHAN

ÖZET

Ülkemizdeki ekonomik gelişmeye ve turizm sektöründeki ilerlemeye paralel olarak kapalı yüzme havuzu sayısı hızla artmıştır. Büyük kapasiteli otellerin yüzde doksanında kapalı havuz mevcuttur. Ayrıca ülkemizin jeolojik yapısı itibarıyla termal tesislerde hızla yaygınlaşmaktadır. Bu termal tesislerde farklı havuz suyu sıcaklığına sahip birçok açık ve kapalı havuz mevcuttur. Bu kapalı havuzların su sıcaklığına ve ortam sıcaklığına bağlı olarak klima edilmesi gerekir. Buharlaştırmanın, dolayısı ile gizli ısının fazla olduğu hacimlerde nemi ve kuru termometre sıcaklığını istenilen seviyede tutmak oldukça zordur. Buharlaştırılan su miktarını hesaplamak birçok fiziksel parametreye bağlıdır. Ortam sıcaklığı, su sıcaklığı, su yüzeyindeki hava akış hızı, havuz ölçüleri hesaplarda temel verileri oluşturmaktadır. Bu makalede kapalı yüzme havuzlarında nem kontrolü ve klima yöntemleri analiz edilecektir.

Anahtar Kelimeler: Kapalı havuz, Konfor şartları, Nem kontrolü, Hava dağıtımı.

ABSTRACT

Caused by speedy grow up of tourism sector, raised the investments of tourist type hotels. Also economic situation of our people had improved and parallels of these improvements increase the business type meeting and journeys. This increases the need for more hotels. At the recent years buildings of hundreds of hotels, open and closed type swimming pool, which play now major role. Especially wintertime closed type swimming pools have become an important fun center. In this paper I will discuss that how to arrange control of humidity ratio, feasibility of precaution for building components and the comfort condition at the closed type swimming pools.

Key Words: Close type pool area, Comfort condition, humidity ratio, air distribution.

1. GİRİŞ

Kapalı havuzlardaki klima sistemlerinde yapılacak olan hatalar konfor şartlarını bozacağı gibi, duvar ve asma tavanların zarar görmesine yol açacaktır. Tatlı su havuz yüzeyinde buharlaşan su kapalı olan havuz mekânından atılmalı ve içeriğin bağıl nemin %60'ın altında tutulmalıdır. Aksi takdirde havuz iç yüzey inşaatında özel malzemeler kullanılmalıdır. Bilinçsiz bir inşaat sonucunda özellikle cam yüzeyleri ve sırasıyla tavan ve duvarlarda buharlaşan su yoğunlaşacak ve yapıyı tahrip edecektir. Ancak kapalı termal havuzlarda havuz yüzeyleri yüksek neme dayanıklı özel seramik, mermer veya benzeri malzemeler ile kaplanmalıdır. Bu tür termal havuzlarda %60 bağıl nem değeri (çoğunlukla havuz türüne bağlı olarak) aşılmaktadır.

Tatlı su havuzlarında temel amaç, havuz dinlenme alanlarında ve havuz yüzeyinde, rahatsız edici hava akımları yaratmadan, havuz suyu yüzeyinden ve çevreden buharlaşan suyu ortamdan

uzaklaştırılmasıdır. Mimar ve makine mühendisi beraber çalışmalı ve sonuçta aşağıdaki şartları sağlamalıdır.[1]

- Havuzda yüzme için gerekli konforu sağlamalı.
- Havuz duvar ve cam yüzeylerinde yoğuşmayı önlemeli.
- Buharlaşan su miktarını minimuma indirmeli.
- Gereksiz ısı kayıplarını önlemeli

Termal havuzlarda

- Havuzda bulunan insanlara yeterli miktarda oksijeni sağlamalı.
- Havuz ortam sıcaklığını istenilen değerde tutmalı
- Termal havuz duvar ve cam yüzeylerinde aşırı yoğuşmayı önlemeli.
- Gereksiz ısı kayıplarını önlemeli.

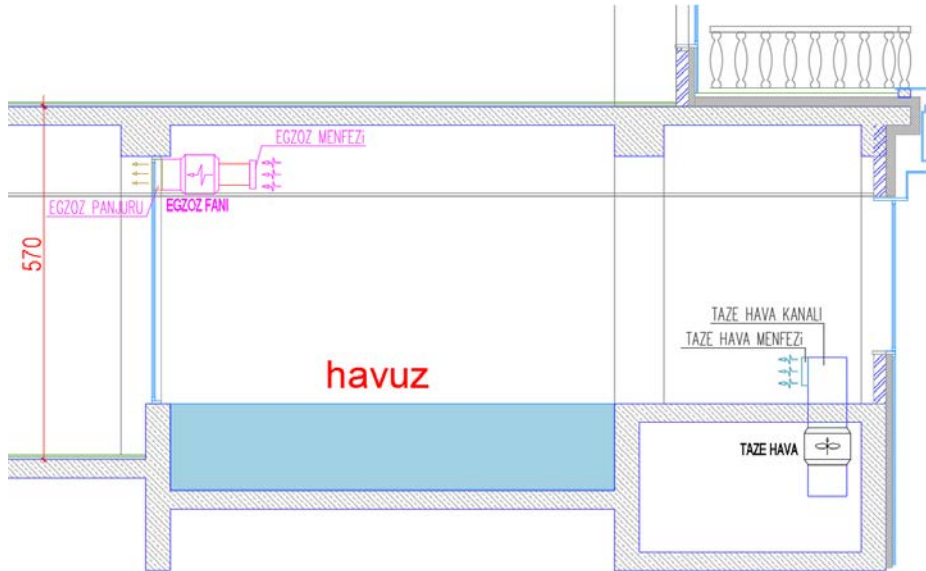
Yüksek su sıcaklığına sahip (32°C den fazla) termal havuzların hacmi genelde küçüktür, nem kontrolü çok zordur ve genel olarak nem kontrolü istenmez. Düşük sıcaklıkta (32°C 'nin altında) su bulunduran ve büyük hacme sahip havuzlarda nem kontrolü yapılabilir.

Bu yazıda genel olarak termal olmayan ısıtılan tatlı su havuzları dikkate alınacaktır.

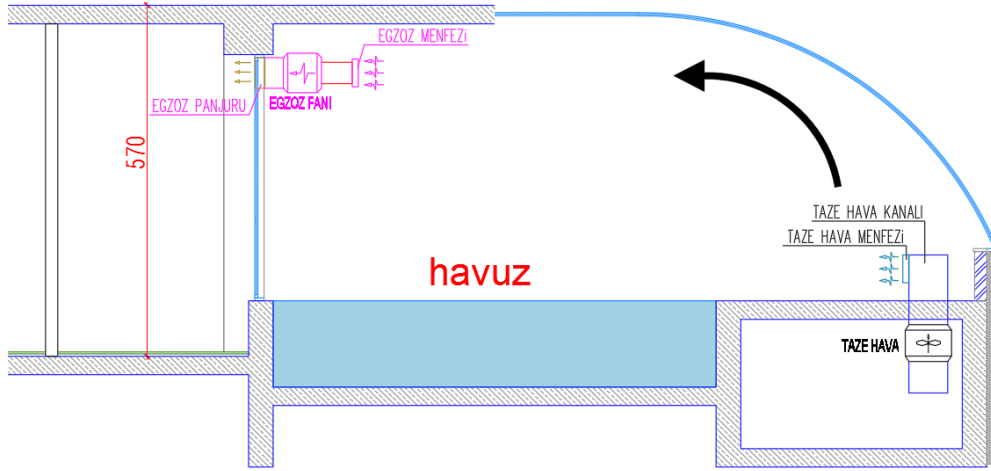
2. HAVUZ İÇERİSİNDE HAVA DAĞILIMI

Cam yüzeylerine kuru ve ılık hava üfleyerek yoğuşma önlenir. Ancak skylights (havuz üstü cam kaplı) gibi camlara hava üflemek kolay değildir. Bu nedenle havuzu oluşturan yapı elemanlarının ısı köprüsü oluşturmamasına ve yapı malzemelerinin nemden etkilenmeyecek şekilde dizayn edilmesine dikkat edilmelidir. Ayrıca havuz yüzeyinde oluşturulacak hızlı bir hava akımının buharlaşmayı hızlandıracağı unutulmamalıdır.

Eğer yüksek tavana haiz bir yüzme havuzunda tavan seviyesinde hava durağan kalırsa kaçınılmaz olarak bu bölümlerde, yoğuşma olacaktır. Bu nedenle dönüş havası olduğunca en yüksek noktalardan alınmalı, havuz su yüzeyine doğrudan hava üflemekten kaçınılmalıdır.

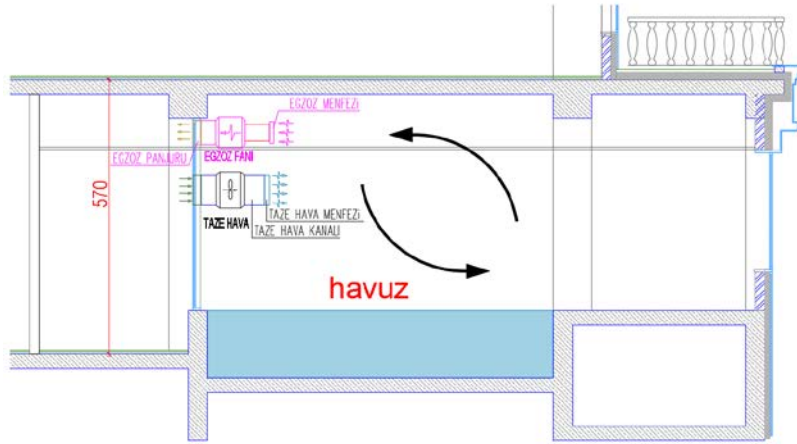


Şekil 1a. Tavsiye edilen hava sirkülasyonu 1.



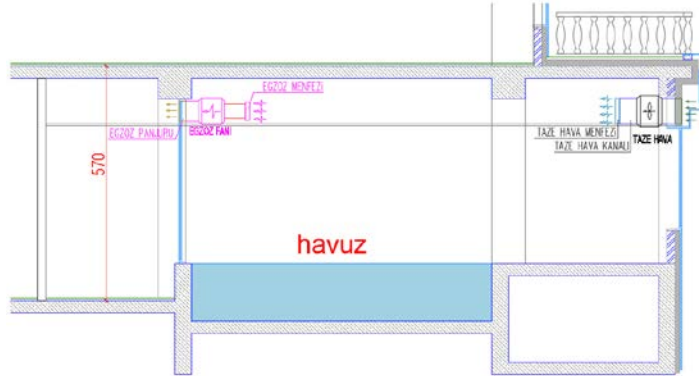
Şekil 1b. Tavsiye edilen hava sirkülasyonu 2.

Şekil 1a/b. Havanın su yüzeyindeki sirkülasyonu büyük oranda engellenmiştir ve buharlaşan suyun dönüşü kanalı ile en yüksek noktadan uzaklaştırılması sağlanmıştır.



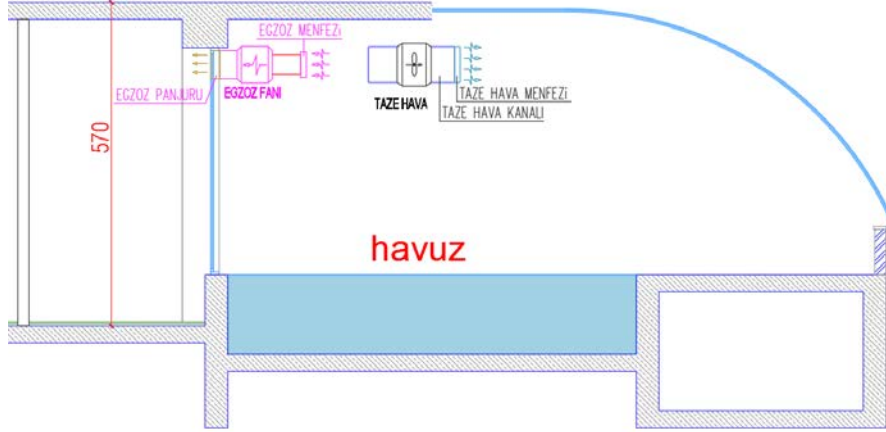
Şekil 2. Tavsiye edilmeyen hava sirkülasyonu.

Şekil 2.'de ise havanın karşı taraftaki cam yüzeyine kadar ulaşması ve kısa devre yapmaması için hızlı üflenmesi gerekir. Bu ise havuz yüzeyindeki buharlaşmayı hızlandıracaktır.



Şekil 3a. Yaygın kullanım şekli1

Şekil 1a ve 1b 'deki durumu sağlamak her zaman kolay değildir. Kapalı yüzme havuzlarının büyük bir çoğunluğunda yaz aylarında camlar açılır. Bu nedenle üfleme kanallarını yer seviyesinde döşemek çoğunlukla mümkün olmaz. Bu durumda yaygın olarak Şekil 3a. ve b.'de tanımlanan hava dağılımı geçerli olur.

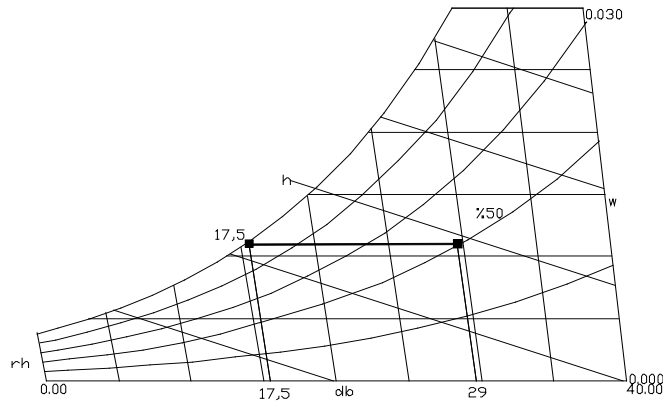


Şekil 3b. Yaygın kullanım şekli 2

3. NEM KONTROLÜ VE KLİMA SİSTEMİ SEÇİMİ

Ortam sıcaklığı 29°C ve bağıl nem oranı %50 olan bir havuzda çiy noktası psikrometrik diyagramda görüleceği gibi $17,5^{\circ}\text{C}$ 'dir (Şekil 4.).

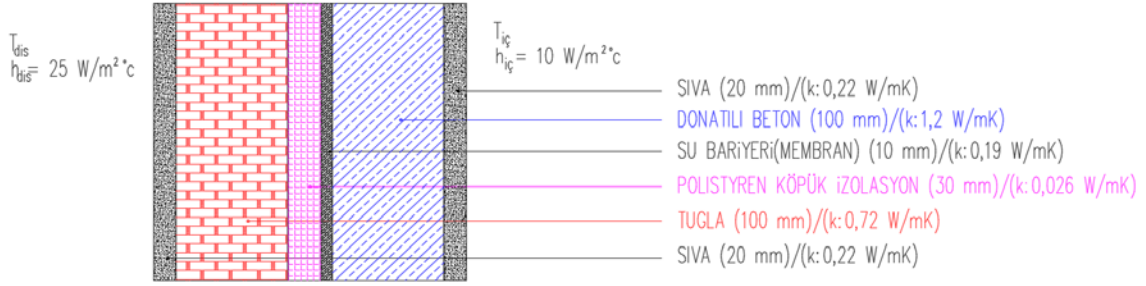
Havuz içerisinde her hangi bir yüzeydeki sıcaklığın bu değerin altına düşmesi durumunda, o yüzeyde yoğuşma başlayacaktır.



Şekil 4. Çiy noktası

Yapılarda büyük zararların çoğu genellikle yoğuşmanın hangi noktada veya duvar katmanının hangi yüzeyinde oluşacağı hesaplanmadığı için oluşmaktadır.

Şimdi bir havuz duvarının aşağıdaki yapı malzemelerinden oluştuğunu varsayalım. Yukarıdaki örneğe göre $17,5^{\circ}\text{C}$ 'nin altında bir sıcaklığa sahip olan yapı elemanı yüzeyinde yoğuşma başlayacaktır.



Şekil 5. Havuz duvar kesiti

$$q = \frac{T_i - T_d}{\Sigma R} = U \cdot A(T_i - T_d) \quad (1)$$

$$\frac{1}{U} = \frac{1}{25} + \frac{0,02}{0,22} + \frac{0,10}{0,72} + \frac{0,03}{0,026} + \frac{0,01}{0,19} + \frac{0,1}{1,2} + \frac{0,02}{0,22} + \frac{1}{10}$$

$$U = 0,58 \text{ W/m}^2 \cdot ^\circ\text{C}$$

$$q = 0,58 \times 1 \times [20 - (-10)] = 17,41 \text{ W}$$

$T_1 \longrightarrow$ yüzeyindeki sıcaklığı kontrol edelim.

$$q = \frac{T_1 - (-10)}{\frac{1}{25} + \frac{0,02}{0,22} + \frac{0,1}{0,72} + \frac{0,03}{0,026}} = 17,41 \text{ W}$$

$$T_1 = 14,78 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Bu durumda yoğuşma bariyerin iç kısmında kalan beton içerisinde oluşacaktır. Yapılması gereken izolasyon kalınlığını artırmaktır. Su yalıtımını sağlayan membranın soğuk tarafını 18°C olarak düşünecek olursak.

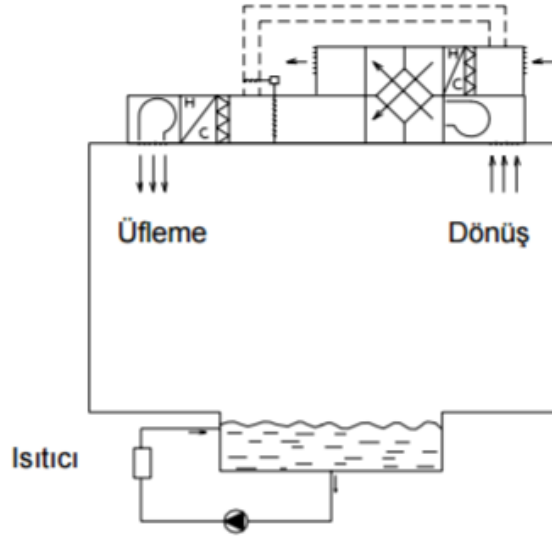
$$q = \frac{18 - (-10)}{R} \Rightarrow R = 1,60 \text{ } ^\circ\text{C/W}$$

$$R = \frac{1}{25} + \frac{0,02}{0,22} + \frac{0,1}{0,72} + \frac{izole}{0,026} = 1,60$$

$L_{izoler} = 3,34 \sim 3,5$ cm kalınlığında izolasyon yapılması durumunda yoğuşma membranın soğuk tarafında kalacaktır.

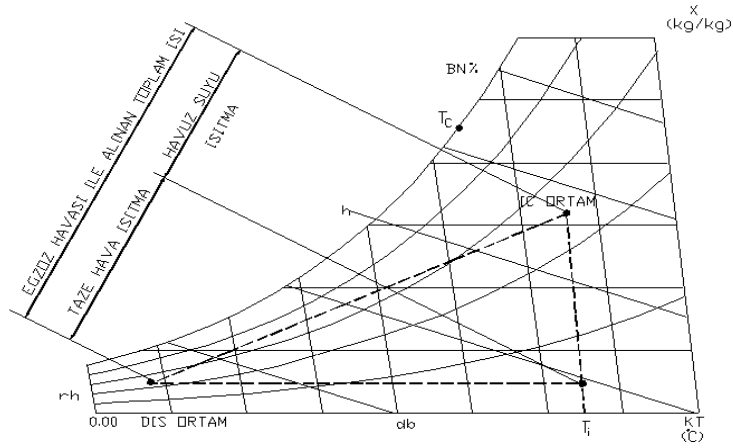
Havuz ortamından klima santrali ile nemi almanın iki yöntemi vardır. Birincisi klima santralinin karışımı seçilerek insanlar için gerekli taze havanın resirkülasyon havasına ilave edildikten sonra belirli sıcaklığa kadar soğutulması ile hava içindeki nemin alınması ve tekrar ısıtılmasıdır.

İkinci ve daha pratik yöntem ise klima santralinin %100 taze havalı seçilerek dış ortamdan alınan taze havanın iç ortam bağımlı nemini gerekli değerde tutacak ve iç ortam ısı kayıplarını yenecek şekilde ısıtılmasıdır.

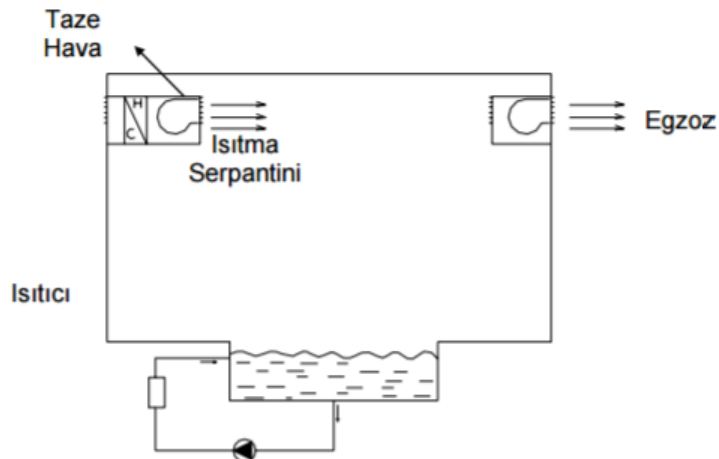


Şekil 6. %100 Taze havalı sistem

Nemi çok düşük olan ısıtılmış ve yeterli debideki taze havanın iç ortamda dolaştırılıp tekrar dışarıya atılması ile ortamdaki nem alınarak yapıdan uzaklaştırılır. Şekil 7.

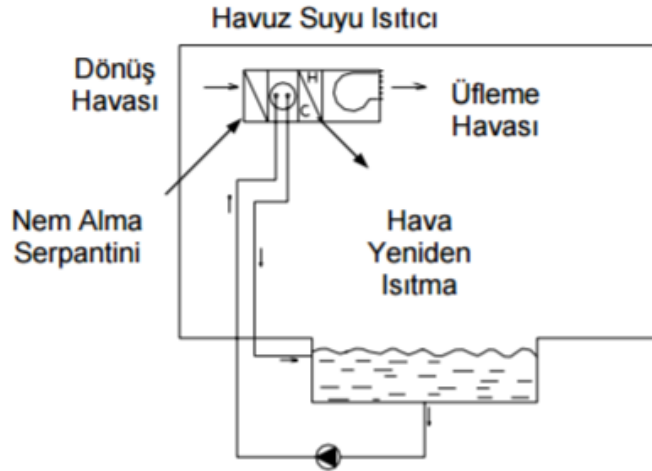


Şekil 7. %100 Taze Havalı Sistem psikrometrik diyagramı.



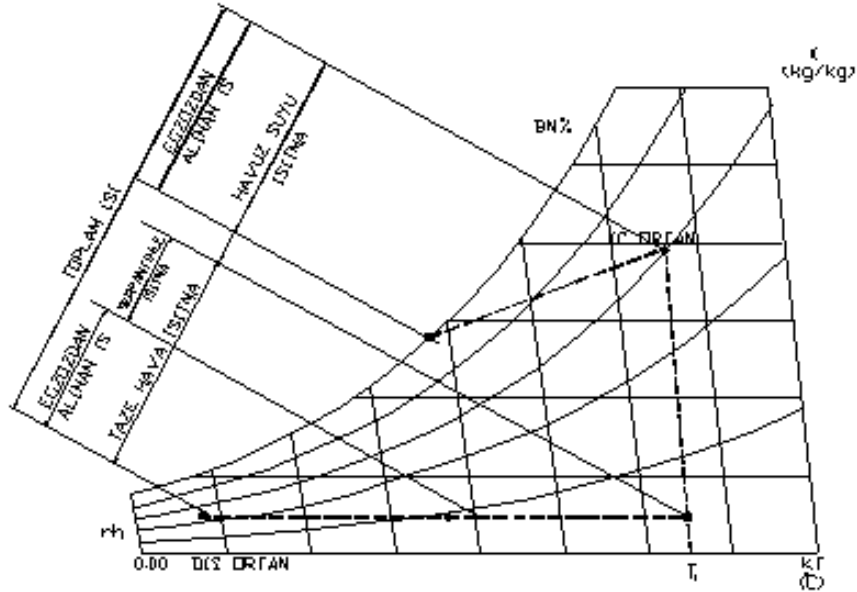
Şekil 8. %100 Taze havalı, havadan havaya ısı geri kazanımlı sistem.

Dış ortam sıcaklığı çok düşük olan yerlerde Taze hava klima santrallerinde havadan havaya ısı geri kazanım eşanjörü kullanılarak enerji tasarrufu sağlanabilir (Şekil 8., Şekil 9.).



Şekil 9. %100 Taze havalı havadan havaya ısı geri kazanımlı sistem psikometrik diyagramı

Diğer bilinen bir yöntem ise nem alma cihazı ile havuz ortamındaki nemin alınmasıdır. Isı pompası esasına göre çalışan bu cihazlardan nem alma esnasında kondanselerinde açığa çıkan ısı havanın ve havuz suyunun ısıtılmasında kullanılmaktadır. Bazı firmalar klima santralleri ile bu cihazları birleştirerek kapalı yüzme havuzları için kompakt klima santralleri üretmişlerdir. Bu santraller ile nem alma, ısı geri kazanım, havuz suyu ısıtma, taze hava sağlama gibi tüm işlemler yapılabilmektedir.



Şekil 10. Nem alma cihazı ile nem alma ve havuz suyu ısıtılması kapalı devre enerji çevrimi.

Nem alma cihazı ile nemin ortamdaki alınması ve enerji kaybı olmadan ısının havuza aktarılması sağlanabilmektedir. (Şekil 10.)

Bu makalenin amacı havuz yüzeyinden buharlaşan su miktarının hesabı ve bu hesaba bağlı olarak bir kapalı yüzme havuzunun klima ve nem kontrolünün pratikte nasıl yapılacağıdır. Pratik bilgi olarak havuz mekan hacminin bir saatte en az 4-6 defa değiştirilmesi yeterli olacaktır.

3. DİZAYN KRİTERLERİ

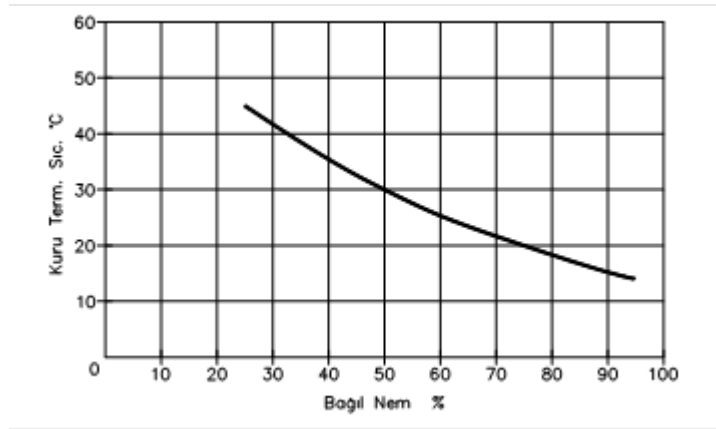
Kapalı yüzme havuzlarının klima-havalandırma sistemlerinin projelendirilmesinde hesaplanan ısı, nem ve hava miktarları, havuzda yüzen ve havuz dışında dinlenen kişilerin kendilerini rahat hissetmelerini sağlamalı ve yapı elemanlarına zarar vermemelidir.

Bunun için klima sistemi;

En iyi konfor ve sağlık koşullarını sağlayacak bir hava sıcaklığı ve hava nemini istenilen değerde sağlamalıdır. Yapı elemanlarına zarar verici aşırı bir nem oluşturmamalıdır.

Kapalı yüzme havuzundaki insanların çıplak vücudu ile iç ortam havası arasında ısı alış-verişi olmakta ve bu ısı alış-verişinde, iç ortam havasının sıcaklığı ve nem oranı büyük rol oynamaktadır. Çıplak bir insan vücudundaki “Termik Rahatlık Duygusu”; havanın sıcaklığı, bağıl nem oranı ve hava hızına bağlıdır. Şekil 11.’deki eğride kapalı yüzme havuzu gibi bir yerdeki havanın hareketsiz bir insan üzerindeki etkisini göstermektedir.[3]

Eğrinin üst kısmındaki hava insana bunaltıcı ve psikolojik olarak rahatsız edici bir etki yapmaktadır.



Şekil 11. Cartens-Lancaster-Rugenin Bunaltıcı hava eğrisi

Tatlı su kapalı yüzme havuzlarında hava sıcaklığı genellikle 26 ile 29 °C arasında seçilir. Havanın bağıl nemi ise %30 ile %60 arasında olmalıdır. Camlarda, duvarlarda ve tavanda kondensasyon oluşmasına izin vermemek için ortam bağıl neminin max. değerini hesaplamak gerekmektedir. Klima dizaynı yapılırken en önemli kriter budur. Havuz suyu sıcaklığı da 20 ile 28°C arasında seçilir.

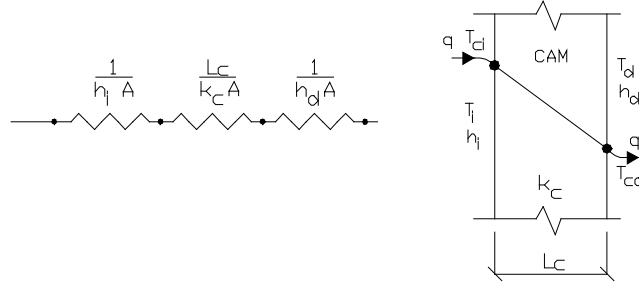
Termal havuzlarda durum çok farklıdır, havuz suyu sıcaklığı ve havuz hacmine bağlı olarak sistem dizaynı değişmektedir.[2]

3.1. Kondenzasyon

Kapalı yüzme havuzu mekânlarında toplam alanın %60'ı su ile kaplıdır. İnsanların havuzdan çıkınca üşüme hissi duymaması için ortam sıcaklığının havuz sıcaklığından daha yüksek olması gerekmektedir. Bundan dolayı havadan su yüzeyine ısı transferi olacak ve buharlaşma meydana gelerek sudan havaya kütle transferi olacaktır. Eğer klima sistemi doğru dizayn edilmez ise iç ortam havasının bağıl nemi artacak ve en soğuk yapı elemanları olan pencere cam ve çerçevelerinde, duvarlarda, hatta tavanlarda kondenzasyon (yoğuşma) meydana gelerek yapı malzemeleri zarar görecektir ve kötü bir görüntü oluşacaktır.[6]

3.2. Cam Yüzey Sıcaklığı Hesabı

Kış kliması için; mekânda en yüksek ısı transfer katsayısına sahip dış cephe elemanının yüzey sıcaklığını hesaplamak gerekiyor. Genellikle bu mekânların dışarıya bakan penceresi ve/veya çatısında şeffaf aydınlıklar bulunur. Kondensasyonun en kolay oluşacağı yüzeyler bunlardır. [7]



Şekil 12. Camın iç yüzey sıcaklığının hesaplanması

Fourier Kanunundan
$$\dot{Q} = k \cdot A \frac{dT}{dx} \quad (2)$$

T_{ci} : Cam iç yüzey sıcaklığı [$^{\circ}\text{C}$]

T_i : İç ortam kurutermonte sıcaklığı [$^{\circ}\text{C}$]

T_d : Dış ortam kurutermonte sıcaklığı [$^{\circ}\text{C}$]

h_i : İç yüzey ısı taşınım katsayısı = 8 [$\text{W}/\text{m}^2 \text{ } ^{\circ}\text{C}$]

h_d : Dış yüzey ısı taşınım katsayısı = 25 [$\text{W}/\text{m}^2 \text{ } ^{\circ}\text{C}$]

L_c : Cam kalınlığı [m]

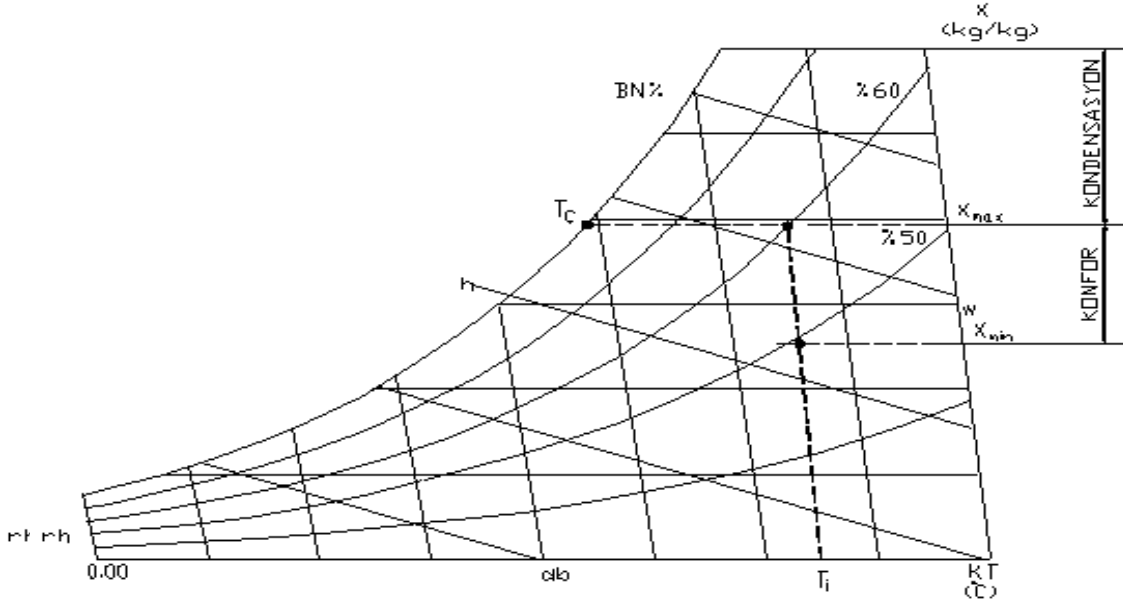
k_c : Cam ısı iletim katsayısı [$\text{W}/\text{m } ^{\circ}\text{C}$]

$$q = \frac{T_i - T_d}{\frac{1}{h_i A} + \frac{L_c}{k_c A} + \frac{1}{h_d A}} \quad (3)$$

$$q = h_i A (T_i - T_{ci})$$

$$T_{ci} = T_i - \frac{q}{h_i A} \quad \text{Denkleminden cam iç yüzey sıcaklığı bulunur.}$$

Yukarıdaki hesaplarla bulunan T_{ci} sıcaklığındaki cam iç yüzeyinde kondenzasyon oluşması için bu yüzeydeki bağıl nemin %100'e ulaşması gerekmektedir. Yani iç ortam havasındaki mutlak nem miktarının doymuş T_{ci} sıcaklığındaki mutlak nem miktarından daha az tutulması ile yüzeydeki kondenzasyon önlenmiş olur. Sonuç olarak iç ortam havasının çiy noktası T_{ci} sıcaklığının altında tutulması gerekmektedir.



Şekil 13. Psikrometrik diyagramda görüldüğü gibi iç ortam şartlarının T_i kuru termometre sıcaklığında ve X_{min} – X_{max} arasında mutlak neme sahip olması gerekiyor.

3.3. Kütle Transferi

Kapalı yüzme havuzunda, havuz yüzeyinden ve çevresinden suyun buharlaşmasından dolayı iç ortam havasına kütle transferi olmaktadır. Hava içine geçen su buharı da havanın bağıl nemini yükseltmekte ve havanın çiy noktası sıcaklığını arttırmaktadır. İç ortam havasının kuru termometre sıcaklığını sabit tutacak ve nem miktarını da kontrol altında tutabilecek şekilde klima santralinin hava (taze hava) debisi hesaplanmalıdır.

Önce havuz yüzeyinden iç ortam havasına geçen kütle transferini hesaplayalım; Bu hesap için üretilmiş birçok ampirik formül yaygın olarak kullanılmaktadır. Bu formüller ile yapılan hesaplamalarda çok fazla miktarda su buharlaştığı saptanmaktadır ve uygulamalarda hesaplamaların yanlış olduğu izlenmiştir. Bu formüllere göre daha doğru sonuç vereceğini düşündüğümüz yöntem aşağıda özetlenmiştir.[8]

Bir örnek havuz için yapılarak bir metre kare havuz yüzeyinden buharlaşan su miktarı bulunmuş ve buradan hareketle klima santrali boyutlandırılmıştır.

Örnek: Seçilen havuz 10 × 12 (m × m) boyutlarında, İzmir’de bir tesis.

Havuz iç ortam sıcaklığı: 28°C ve maksimum % 60 bağıl nem.

Havuz suyu sıcaklığı: 25°C

Havuz yüzeyini yalayan hava hızı: 0,5 m/s

İstenen: Havuz su yüzeyinden (bir m² havuz yüzeyinden) buharlaşan su miktarı ne kadardır?

Çözüm:

25°C için su buharının doyma basıncı.....3,169 kPa

28°C için su buharının doyma basıncı.....3,815 kPa

Su yüzeyinde kuru hava içerisindeki su buharı miktarı ($X_{su\ yüzeyi}$)

$$x = 0,622 \cdot \frac{P_s}{P_a} \implies x = 0,622 \cdot \frac{P_s}{(P_{atm} - P_s)} \quad (4)$$



P_{atm} : Atmosfer basıncı [kPa]

P_{atm} : Su buharı kısmi buhar basıncı [kPa]

P_{atm} : Kuru hava kısmi buhar basıncı [kPa]

$$x_{suyüzeyi} = 0,622 \cdot \frac{3,169}{(101,350 - 3,169)} = 0,020[\text{kg}_{nem}/\text{kg}_{kuru\ hava}]$$

$$x_{hava} = 0,622 \cdot \frac{0,6 \times 3,815}{(101,350 - 0,6 \times 3,815)} = 0,01437[\text{kg}_{nem}/\text{kg}_{kuru\ hava}]$$

Hava için bazı fiziksel değerler

	25°C	28°C
ρ	1,184	1,176
ν	$1,562 \times 10^{-5}$	$1,589 \times 10^{-5}$
D_{AB}	$2,5 \times 10^{-5}$	$2,554 \times 10^{-5}$

ρ : Havanın yoğunluğu [kg/m^3]

ν : Kinematic viskozite [m^2/s]

D_{AB} : Kütle yayılım sayısı [m^2/s]

Aşağıdaki hesaplamalarda, havanın yukarıdaki sıcaklıklara ait fiziksel değerlerinin ortalamaları alınmış ve kullanılmıştır.

$$Re = \frac{U \cdot L}{\nu} \quad (5)$$

Re : Reynolds katsayısı

U : Su yüzeyindeki hava hızı [m/s]

L : Havuzun uzunluğu [m] (*Not: Rüzgarın, havuz boyunca estiği kabul edilmiştir.)

Re > 5×10^5 ise ; $\Rightarrow (S_h = 0,037 \cdot Re^{0,8} \cdot S_c^{1/3})$

Re < 5×10^5 ise ; $\Rightarrow (S_h = 0,664 \cdot Re^{0,5} \cdot S_c^{1/3})$

S_h : Sherwood sayısı

S_c : Schmidt sayısı

$$\Rightarrow \frac{U \cdot L}{\nu} \quad Re = \frac{0,5 \times 12}{1,5755 \times 10^{-5}} = 380.832 < 5 \times 10^5$$

Bu durumda ;

Re < 5×10^5 ; $\Rightarrow (S_h = 0,664 \cdot Re^{0,5} \cdot S_c^{1/3})$

$$S_c = \frac{\nu}{D_{AB}} \Rightarrow S_c = \frac{1,5755 \times 10^{-5}}{2,527 \times 10^{-5}} = 0,6235$$

$$S_h = 0,664 \times (380.832)^{0,5} \times (0,6235)^{1/3}$$

$S_h = 350$

$$S_h = \frac{h_{küttele} \cdot L}{D_{AB}} \quad (6)$$

$h_{küttele}$: Kütle taşınım katsayısı [m/h]

L : Havuzun uzunluğu [m]

D_{AB} : Kütle yayılım sayısı [m^2/s]

$$S_h = \frac{h_{küttele} x L}{D_{AB}} \Rightarrow 350 = \frac{12 x h_{küttele}}{2,527 x 10^{-5} x 3.600}$$

$$\underline{h_{küttele} = 2,653 \text{ m/h}}$$

$$m_B = h_{küttele} \cdot \rho \cdot (x_{su \text{ yüzeyi}} - x_{hava})$$

m_B : Bir metre havuz yüzeyinden bir saatte buharlaşan su miktarı. [kg/m²h]

$$m_B = 2,653 \cdot 1,18 \cdot (0,020 - 0,01437)$$

$$\underline{m_B = 0,0176 \text{ kg/m}^2\text{h}}$$

$$W_{su} = m_B \cdot \text{havuz alanı}$$

W_{su} : Havuz yüzeyinden bir saatte buharlaşan toplam su miktarı. [kg/h]

$$W_{su} = 0,0176 \cdot 120$$

$$\underline{W_{su} = 2,115 \text{ kg}}$$

3.4. Hava Debisi

Klima santralinin hava debisi kış işletmesi ve yaz işletmesi olarak iki kez hesaplanmalıdır. Ayrıca kişi başına verilmesi gereken taze hava miktarı, iç ortam havasının bağıl nem sınırı göz önüne alınmalı ve iç yüzelerde kondensasyon oluşması önlenmelidir.

Kondensasyonun önlenmesi için gerekli hava debisi;

$$V = \frac{W_{su}}{\rho \cdot (X_{iç} - X_s)} \quad (7)$$

V : Kondensasyonu önlemek için gerekli minimum taze hava debisi [m³/h]

ρ : Havanın yoğunluğu = 1,2 [kg/m³]

$X_{iç}$: İç ortam havasının mutlak nemi [kg/kg]

X_s : Üfleme havasının mutlak nemi [kg/kg]

İç ortamı ısıtmak için gerekli hava debisi;

$$V_H = \frac{Q_H}{0,29 \cdot (T_s - T_{iç})} \quad (8)$$

V_H : Isıtmak için gerekli minimum hava debisi [m³/h]

Q_H : Mekanın ısı kaybı [kcal/h]

T_s : Üfleme havası sıcaklığı [°C] (max. 40°C)

$T_{iç}$: İç ortam sıcaklığı [°C] (24 – 30 °C arası)

İnsanlar için ortama verilmesi gereken taze hava debisi;

$$V_F = P \cdot F$$

(9)

V_F : İnsanlar için gerekli minimum taze hava debisi [m³/h]

P : İnsan sayısı (100m² gezinti sahası için 50 kişi)

F : Kişi başına taze hava debisi (10 m³/h.m² [su yüzeyi] sporcular için, Seyirciler için 25 m³/h.kişi)

Yukarıdaki formüllerle hesaplanan hava debilerinden en yüksek olanı kış işletmesi için gerekli ısıtma-havalandırma debisi olarak seçilir.

SONUÇ

Kapalı yüzme havuzlarında klima ve nem alma işleminin önemi çok açık olarak görülmektedir. Kapalı havuz için alınması gereken kararların mimar ve makine mühendisinin yapacağı koordineli çalışmalar sonucunda alınması gerekmektedir. Havuz ortamında konforu sağlamanın yanında buharlaşan su miktarının kontrolü ve bu buharın ortamdaki uzaklaştırılması çalışmaları çok hassas olup, yanlış dizayn edilen sistemlerde; enerji kaybının yanında kapalı havuzu oluşturan yapı yüzeylerinde yoğuşmaya bunun sonucunda da onarılması zaman ve maliyet gerektiren tahribatlara sebep olacaktır.

KAYNAKLAR

- [1] DOĞAN Veli ,“Kapalı Yüzme Havuzlarında Klima Dizaynı”, VII. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi ve Tesisat Mühendisliği Dergisi Sayı: 97, s. 38-45, 2007– İzmir
- [2] ÇENGEL Yunus A. ,“Heat Transfer, A Practical Approach”, McGraw-Hill,2003-New York
- [3] ASHRAE Handbook , “HVAC Systems and Applications”, 1987
- [4] ASHRAE Handbook , “Fundamentals”,1993
- [5] ÜLKÜ Semra , “Kütle Transferi”, DEU Müh. Mim. Fak.
- [6] TMMOB Kimya Müh. Od. ,”Momentun Isı ve Kütle Aktarımı”, 1980– İzmir
- [7] DAĞSÖZ Alpin K. ,”Isı Geçişi /Transferi”, İTÜ Mak. Fak. Isı Transferi Ekonomisi
- [8] ONAT Kemal ,”Kütle Transferi”, İTÜ M.M.L.S. Ders Notları
- [9] Dectron Firmasına ait teknik yayın;1984

ÖZGEÇMİŞ

Veli DOĞAN

1980 yılında Ege Üniversitesi Makina Fakültesini Makina Mühendisi olarak bitirmiştir. 1982 yılında İTÜ Makina Fakültesinde Enerji dalında yüksek lisans eğitimini tamamlamıştır. 1986 yılına kadar yurt içi ve yurt dışında özel sektörde çalışmıştır. 1986 yılında Vemeks Mühendislik Ltd. Şti'ni kurmuştur. Isı pompaları ve ısı geri kazanım sistemleri üzerinde çalışmalarını yoğunlaştırmıştır. Muhtelif sempozyumlarda bu konularla ilgili bildiriler sunmuş ve makaleler yayınlamıştır. Doktora çalışmasını 9 Temmuz 2001 yılında tamamlamıştır. Türkiye'deki ilk kez deniz suyundan-suya ısı pompası sistemini kurmuş ve 1.000 kW'ın üzerinde sistemler kurulmasına öncülük etmiştir. Türkiye'nin bu konuda ki en yüksek kapasiteli sistemini (1.800 kW Sun-Gate Port Royal Otel) 2005 yılında Antalya'da devreye almıştır. Sulu VRF uygulamalarına öncülük ederek, yine toprak kaynaklı VRF uygulamasını ülkemizde ilk kez kuyu suyundan ısı pompası-VRF uygulaması olarak (2.000 kW She Mall AVM) 2007 yılında Antalya/Lara'da devreye almıştır. Akdeniz Üniversitesi Makine Fakültesinde kurulduğu günden beri ısı alanında muhtelif dersler vermektedir. Üniversite ve sanayi arasındaki ilişkiyi kuvvetlendirmek için sanayide ve üniversitede çalışmalarını sürdürmektedir. Veli Doğan, Yurt içinde ve Yurt dışında HVAC konusunda proje ve taahhüt yapan Vemeks Mühendislik Ltd. Şti'nin dizayn mühendisi ve yöneticisi olarak çalışmalarına devam etmektedir. Veli Doğan ve ekibi Mega yapıların mekanik tesisat işlerinin projelendirilmesinde uzmanlaşmıştır. En son Kazakistan'ın başkenti Astana'da bulunan Han Çadırı'na ait mekanik tesisat uygulama projelerini başarı ile tamamlamışlardır. Bahsi geçen bina sorunsuz olarak işletmeye alınmıştır.

Cemre DOĞAN İLHAN

1980 Ankara doğumludur. 2003 yılında Doğu Akdeniz Üniversitesi Makine Mühendisliği Bölümünü bitirmiştir. 2003 yılından beri özel bir şirkette ısıtma soğutma ve havalandırma üzerine sorumlu mühendis olarak çalışmaktadır. 2007 yılında Süleyman Demirel üniversitesinden Yüksek lisans unvanını almıştır. Evli İki çocuk annesidir.