

**Hissedilen Sıcaklığı Baz Alan Soğutma Derecesi Gün Değerleri**



**Tarih: 22 Kasım 2024**

## İçindekiler Tablosu

1. Giriş.....	3
2. Hissedilen Sıcaklık .....	6
3. Türkiye’de Kuru Sıcaklık ve Nisbi Neme Göre Hissedilen Sıcaklık Değerleri .....	7
4. $D_{CDD}$ ve $W_{CDD}$ .....	10
5. $D_{CDD}$ Hesaplaması.....	12
6. $W_{CDD}$ 'lerin Hesaplanması.....	13
7. Elektrik Enerjisi Tüketimi .....	17
8. Soğutma Enerjisi Hesaplaması .....	19
9. Sonuç .....	22
10. Kaynaklar .....	24
11. EKLER .....	25

Şekil 1. Nem Etkisi .....	7
Şekil 2. Bağıl Nem ve Kuru Sıcaklığa Bağlı Olarak Hissedilen Sıcaklık Değişimi ve Sağlık Üzerine Etkisi .....	8
Şekil 3. İç Mekan Konfor Şartları.....	10
Şekil 4. Körfez İşbirliği Konseyi Ülkelerinin Başkentleri İçin Farklı Taban Sıcaklıklarındaki Soğutma Derece Günleri Değerleri .....	13
Şekil 5. Pakistan’da İlgili şehirlerdeki yüksekliğe bağlı olarak Soğutma Gün Dereceleri (2020). .....	15
Şekil 6. Termal soğutma enerjisi talebi ile soğutma derece gün sayısı arasındaki korelasyon. ....	16
Şekil 7. 2024 Yılı Haziran Ayının Ortalama Sıcaklığı Normalin 3,6 °C Üzerinde Gerçekleşti.....	17
Şekil 8. Türkiye’de 9 Temmuz 2024'de Rekor Elektrik Tüketimi .....	17

Tablo 1. ABD Ulusal Hava Durumu Hizmetleri, Farklı Isı Endeksi Aralıklarıyla İlişkili Tehlike Seviyelerini.....	9
Tablo 2. MGM Verilerine Göre Hissedilen Sıcaklık Değerlerinin Etkileri .....	9
Tablo 3. Kuru Sıcaklığa ve Hissedilen Sıcaklığa Göre $D_{CDD}$ ve $W_{CDD}$ Değerleri Değişimi .....	14
Tablo 4. TS 825’e Göre U Değerleri.....	19
Tablo 5. Adana’da İki Katlı Binanın Boyutları, TSE-825 Göre Isıl Özellikleri. ....	20
Tablo 6. AB Normlarında Yalıtılmış Binanın U Değeri .....	21
Tablo 7. Kuru Sıcaklık ve Nisbi Nem Dikkate Alınarak Hissedilen Sıcaklık Değerleri .....	25
Tablo 8. İllere Göre Kuru Sıcaklık Hissedilen Sıcaklık Farkı Değerleri .....	39



## 1. Giriş

Sera gazı (GHG) emisyonları, küresel ısınmaya neden olan birincil faktördür. Binalar, küresel olarak en büyük enerji tüketen sektördür, dünya enerjisinin %35'ini oluşturur ve küresel enerjiyle ilgili emisyonların %38'ine katkıda bulunur.

Bina sektörü, dünyanın birincil enerji tüketiminin %22'sini oluşturur ve CO<sub>2</sub> emisyonlarının %17'sini salımlar.

Alan soğutmaya yönelik enerji tüketimi 1990'dan bu yana üç kattan fazla arttı; bu durum elektrik şebekeleri, sera gazı emisyonları ve kentsel ısı adaları üzerinde önemli olumsuz etkiler oluşturdu ve oluşturmaya devam etmektedir.

Artan sıcaklıklar, nüfus artışı ve yoğun kent morfolojisi, soğutma enerjisi taleplerinin artmasına neden olmuştur.

Daha sıcak iklim, daha fazla soğutma talebi demektir.

Her ne kadar alan soğutma, alan ısıtmaya göre daha az benimsense de, ısınan iklim, tropik bölgelerde yoğunlaşan nüfus artışı ve artan refah, alan soğutma talebinin hızla arttığı anlamına geliyor. Klimalar ve elektrikli fanlar küresel elektrik talebinin %10'unu oluşturmaktadır.

Avrupa tüm binalar sıcaklıklarını 1°C düşürürse, ithalat maliyeti yılda 22 milyar avro azalacak ve CO<sub>2</sub> emisyonları yılda yaklaşık 50 milyon ton azalacak: enerji güvenliği, uygun fiyat ve iklim açısından üçlü bir kazanç olacaktır.

Yazları çok daha sıcak ve klima altyapısı daha yaygın olan ABD, artan yaz sıcaklıkları nedeniyle artık bir nesil öncesine kıyasla klima için yılda 66 TWh daha fazla elektrik tüketiyor; bu da İsviçre'nin yıllık tüm elektrik talebinden fazladır.

Isıtma ve Soğutma Derece Günleri (sırasıyla HDD ve CDD), eğer binalarda insanlar için konforlu koşullar sağlanacaksa, binaların enerji ihtiyaçlarının göstergeleridir.

Isıtma derece günleri (HDD'ler) ve soğutma derece günleri (CDD'ler), binaların ısıtma ve soğutma yüklerinin tahmin edilmesinde yaygın olarak kullanılan etkili göstergelerdir.

Soğutma derece günleri (CDD), dış hava sıcaklığının belirli bir eşik değerinin ne kadar ve ne kadar süreyle üstünde olduğunun bir göstergesi olup, bu nedenle iç mekan soğutması için enerji talebini tahmin etmede etkili bir ölçüt olarak kullanılır.

Soğutma enerjisi talebini hesaplamak için kullanılan geleneksel derece-gün yöntemi, yalnızca havanın duyulur ısı yükünü dikkate alır ve gizli bileşeni ihmal eder.

ısı endeksine dayalı derece günlerinin binaların soğutma enerjisi tüketimiyle daha güçlü bir ilişkiye sahip olduğunu ve bu nedenle binaların soğutma enerjisi talebini geleneksel sıcaklığa dayalı derece günlerine göre %20 daha yüksek doğrulukla tahmin edebileceğini göstermektedir.

Son zamanlarda yapılan çalışmalar, özellikle soğutma için binanın enerji tüketiminin sadece sıcaklıkla değil, diğer iklim faktörleriyle de ilişkili olduğunu göstermiştir.



Isıtma enerjisi tüketiminin ağırlıklı olarak hava sıcaklığıyla ilişkili olduğunu, güneş ışınımının ise daha az katkı sağladığını ortaya çıkardı. Buna karşılık, sıcaklık ve nem kombinasyonu, özellikle sıcak mevsimlerde daha yüksek soğutma enerjisi tüketimine neden olabilir.

Nemin yüksek olduğu sıcak mevsimlerde, soğutma enerjisi tüketimi sadece sıcaklığı düşürmek için değil aynı zamanda konforlu koşulları sağlamak için nem alma amacıyla da kullanılmaktadır.

Soğutma enerjisi tüketimini etkileyen baskın iklim faktörlerinin kuru termometre sıcaklığından (DBT) ıslak termometre sıcaklığına (WBT) (yani hava sıcaklığı ve nem kombinasyonu) değiştiğini ve iklimin şiddetli soğuktan sıcağa doğru değiştiği tespit edilmiştir. Bu nedenle, yalnızca sıcaklığın etkisini sayısallaştıran derece gün (DD) yöntemi, binalardaki soğutma enerjisi talebinin kısmen yetersiz tahmin edilmesine yol açmaktadır.

CDD'lerdeki küçük artışlar, soğutma için elektrik talebi üzerinde orantısız bir etkiye sahip olabilir.

Amerika Birleşik Devletleri, alanı soğutmak için 40 yıl önceki hava koşullarında tüketebileceğinden yılda 66 TWh daha fazla elektrik tüketiyor. Bu artış, yıllık CDD'lerin 1980'den bu yana 1.320'den 1.590'a yükseldiği ve 1,65 GW/°C soğutma gücü katsayısının derece gün başına 40 GWh'ye eşit olduğu ve daha sıcak yazlar nedeniyle 10,7 TWh ek talep sağladığı Florida'da en fazladır.

Avrupa genelinde soğutma için ek talep yılda 19 TWh'dir (en yüksek talep 5,6 TWh ile İtalya'dadır). Japonya ve Avustralya'da ek talep sırasıyla 9 TWh ve 3 TWh'dir.

Bu 'hissedilen' sıcaklık daha sonra ulusal, bölgesel ve bireysel bina düzeyinde enerji talebi ölçümlerini kullanarak modeli eğitmek suretiyle enerji talebini tahmin etmek için kullanılabilir ve daha gerçekçi ve güvenli sonuçlar elde edilir.

Bu nedenle binalardaki soğutma enerjisi talebini veya tüketimini yansıtmak için yaygın olarak kullanılacak verimli bir iklim endeksi önermek hayati önem taşımaktadır.

Soğutma ekipmanı 1990'dan bu yana neredeyse üç kat artarak 2022'de 1 Gt CO<sub>2</sub>'nin ve toplam emisyonların %2'nin üzerine çıkmıştır

Kısaca, iç mekan soğutmada sıcaklıkla birlikte nemi esas alan CDD değerlerinin tekniğine uygun hesaplanması gerekir. Nemi esas alan CDD hesaplaması yapıldıktan sonra yalıtımda minimum soğutma enerjisi gerekecek şekilde U değerleri yeniden belirlenir. Ve yeni ve mevcut binalarda yeni belirlenen U değerlerine göre yalıtım yapılır. Böylece soğutmada minimum enerji tüketilmesi sağlanır.

Türkiye'de yaz aylarında normal iş günlerinde sıcaklığın maksimum olduğu saatlerde (saat 11.00 ila 17.00 arasında) elektrik tüketimi maksimum olmaktadır. Özellikle saat 14'de elektrik tüketimi 52 bin kWh/saat'ı geçmektedir. Yani bu saatlerde normalden %25 ile 35 oranında daha fazla elektrik tüketilmektedir.

09.06.2024 tarihinde elektrik tüketiminde rekor kırılmıştır. Kısaca hava sıcaklığına ve nisbi neme bağlı olarak binalarda soğutma amacıyla elektrik tüketimi artmaya başlamıştır. Saatlik bazda en yüksek elektrik tüketimi ise 55 bin 742 megavat/saatle saat 14.00'te gerçekleşmiştir.



## Hissedilen Sıcaklığı Baz Alan Soğutma Derecesi Gün Değerleri

Yüksek nem koşullarında, bir klima daha fazla çalışmak zorundadır çünkü havanın aşırı nemi emme yeteneği azalır.

Türkiye’de yaz aylarında Akdeniz, Ege, Marmara bölgeleri sıcak ve nemlidir. Karadeniz sahilleri nemli olmakla birlikte sıcaklar zaman zaman normalin üzerine çıkmaktadır.

Öncelikle, soğutma derecesi günlerini tahmin etmek için, insan vücudunun deneyimlediği soğutma ihtiyacını daha iyi ifade etmek için mutlak yerine hissedilen sıcaklık dikkate alınmalıdır.

Hissedilen sıcaklık, aşırı sıcaklığın neden olduğu fiziksel rahatsızlığı kötüleştiren nemi hesaba katar ve böylece soğutma için beklenen enerji talebindeki artış hakkında daha gelişmiş ve eksiksiz bir bilgi sunar.

Nemin etkili olmadığı ve sıcakların yüksek olduğu bölgelerde ise sadece yüksek sıcaklar, enerji talebini artırmaktadır.



## 2. Hissedilen Sıcaklık

Nemin hissedilen sıcaklık üzerinde doğrudan etkisi vardır.

Hissedilen sıcaklık, termometrenin ölçtüğü kuru hava sıcaklığından farklı olarak, insan vücudunun hissetmiş ve algılamış olduğu sıcaklık değeridir. Bu sıcaklık değeri kişiden kişiye değişim gösterebilmekle birlikte uluslararası meteoroloji örgütlerince ortalama bir değer esas alınmış ve tüm hissedilen sıcaklık değerleri bu esasa göre hesaplanmaktadır. Hissedilen sıcaklık hesaplamasında nisbi nem oranı önem taşımaktadır.

Yaz aylarında nem oranı, kış aylarında ise rüzgar etkisi hissedilen sıcaklıkta belirleyici unsurdur. Örneğin, yaz mevsiminde İstanbul halkı 33-34 derecelik bir kuru sıcaklıkla birlikte %55-60 civarındaki nem oranının etkisiyle 40 derece ve üzerinde sıcaklık hissetmektedirler. Diğer yandan Antalya’da nem oranı %70 ila 82 arasında değişirken hissedilen sıcaklık 42 derecenin üzerine çıkmaktadır. Görüldüğü üzere nem etkisiyle 33-34 derecelik kuru sıcaklık çok daha bunaltıcı seviyelerde hissedilmektedir.

Hissedilen sıcaklık, neme ve kuru sıcaklığa bağlı olarak çok yüksek değerlere ulaşmaktadır.

Nem, sıcaklığın öldürücü gücünü artırmaktadır. Bu yüzden hissedilen sıcaklık değeri konforlu iç mekanlar için daha güvenli ve kaliteli sonuçlar verir.

Hissedilen sıcaklık yüksek değilse kuru sıcaklıkta nem cilt yüzeyinden buharlaşır. Kuru bir iklimde ter hızlı ve kolay bir şekilde buharlaşır. Bu durum serin kalmanıza ve yüksek sıcaklıklara dayanmanıza yardımcı olur.

Nem, havadaki nem miktarını ifade eder. Sıcak ve nemli bir günde, kendinizi yapışkan ve terli hissedebilirsiniz çünkü yüksek nem seviyeleri, vücudunuzun doğal soğuma yolu olan terinizin buharlaşmasını zorlaştırır. Nem, terin cildin yüzeyinde kalmasını sağlar. Nemli bir iklimde hava zaten suya doymuş olduğundan ter buharlaşmaz. Nemli bir iklimde ısı endeksi daha çok 43-46 derece gibi hissedilir.

**Soğuma Zorluğu:** Nemli koşullarda vücudunuzun terleme yoluyla kendini soğutma yeteneği daha az etkilidir çünkü ter o kadar çabuk buharlaşmaz. Bu, vücudunuzun sıcaklığını düzenlemekte zorlanması nedeniyle kendinizi gerçek sıcaklıktan daha sıcak hissetmenize neden olabilir.

**Dehidrasyon Potansiyeli:** Sıcak ve nemli bir günde ne kadar terlediğinizi fark etmeyebilirsiniz çünkü ter o kadar kolay buharlaşmaz. Bu, nem kaybını telafi edecek kadar sıvı içmiyorsanız dehidrasyona yol açabilir.



### 3. Türkiye’de Kuru Sıcaklık ve Nisbi Neme Göre Hissedilen Sıcaklık Değerleri Hesaplaması

Gizli yükleri (nem gibi) soğutma derece günlerine dahil etmenin en kolay yolu, kuru termometre sıcaklığı yerine hissedilen sıcaklığı hesaplamak ve kullanmaktır.

Türkiye’de 2024 Haziran ayında kavurucu sıcak hava dalgası ve nisbi nem etkili olmaya başlamıştır.

Kuru sıcaklık ve nisbi neme göre hissedilen sıcaklık değerleri Barcelona Isı İndeksi <https://www.isglobal.org/en/heat-index-calculator>’e, ABD Isı İndeksi, Meteorological Conversions and Calculations, <https://www.wpc.ncep.noaa.gov/html/heatindex.shtml> ve Meteoroloji Genel Müdürlüğü (MGM) Isı İndeksi <https://bidunyaveri.app/calculate/hissedilen-sicaklik> ’e göre hesaplamalar yapılmıştır. Sonuçlar Şekil 1 ve Şekil 2 ’de verilen grafiklere göre değerlendirilmiştir. İki hesaplama sonucu elde edilen verilerde arasında cüzi farklılıklar vardır.

		BAĞIL NEM (%)																		
		5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95
HAVA SICAKLIĞI (°C)	50	45	48	53	58	66	69	76	83	91	99									
	49	44	47	51	55	61	66	72	79	86	94									
	48	43	46	49	53	58	63	68	75	81	88	96								
	47	42	45	48	51	55	60	65	70	76	83	90	98							
	46	41	43	46	49	53	57	62	67	72	78	85	91	99						
	45	41	43	45	48	52	56	62	65	70	76	82	88	96						
	44	40	42	44	46	49	52	57	61	66	71	77	83	89	96					
	43	39	40	42	44	47	50	54	58	62	67	72	77	83	90	97				
	42	38	39	41	43	45	48	51	54	58	62	67	72	78	83	90	96			
	41	37	38	39	41	43	45	48	51	55	59	63	67	72	78	83	89	96		
	40	36	37	38	39	41	43	46	48	51	55	59	63	67	72	77	83	88	95	
	39	35	36	37	38	39	41	43	46	48	51	55	58	62	67	71	76	81	87	93
	38	35	35	36	37	38	40	42	44	47	50	53	56	60	64	68	73	78	83	89
	37	34	34	35	36	37	38	40	42	44	46	49	52	56	59	63	67	72	76	81
	36	33	33	34	34	35	36	38	39	41	43	46	48	51	55	58	62	66	70	74
	35	32	32	33	33	34	35	36	37	39	41	43	45	48	50	53	57	60	64	68
	34	31	31	32	32	32	33	34	35	37	38	40	42	44	46	49	52	55	58	61
	33	31	31	31	31	32	32	33	34	36	37	39	40	42	45	47	49	52	55	58
	32	30	30	30	30	31	31	32	33	34	35	36	38	39	41	43	45	47	50	53
	31	29	29	29	29	29	30	30	31	32	33	34	35	36	38	40	41	43	45	47
30	28	28	28	28	28	29	29	30	30	31	32	33	34	35	36	38	39	41	42	
29	27	27	27	27	28	28	28	28	29	30	30	31	32	32	33	34	36	37	38	
28	26	26	26	27	27	27	27	27	28	28	29	29	30	30	31	32	32	33	34	
27	26	26	26	26	26	27	27	27	27	28	28	28	29	29	30	30	31	31	32	
26	25	25	25	26	26	26	26	26	26	27	27	27	27	28	28	28	28	28	29	
25	25	25	25	25	25	26	26	26	26	26	26	26	26	27	27	27	27	27	27	

Şekil 1. Nem Etkisi



		RELATIVE HUMIDITY [%]												
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
TEMP [°C]	23	22	22	22	23	23	23	23	24	24	24	24	24	25
	24	23	23	24	24	24	24	25	25	25	25	25	26	26
	25	24	25	25	25	25	25	26	26	26	27	27	27	28
	26	25	26	26	26	26	27	27	27	28	28	29	29	30
	27	27	27	27	27	28	28	29	29	30	30	31	31	32
	28	28	28	28	29	29	30	30	31	32	32	33	34	36
	29	29	29	30	30	31	31	32	33	34	35	36	39	48
	30	30	31	31	32	32	33	34	35	36	38	43	53	60
	31	31	32	33	33	34	35	36	38	39	47	57	61	63
	32	33	33	34	35	36	38	39	41	50	59	62	64	67
	33	34	35	36	37	39	40	42	53	60	63	65	68	71
	34	36	37	38	40	41	43	54	61	63	66	69	72	74
	35	37	39	40	42	44	55	61	64	67	70	73	76	78
	36	39	41	43	45	55	61	64	67	70	73	77	80	83
	37	41	43	45	54	61	64	68	71	74	77	80	84	87
	38	43	46	51	61	64	68	71	74	78	81	85	88	91
	39	46	49	60	64	67	71	75	78	82	85	89	92	95
	40	48	59	63	67	71	74	78	82	86	89	93	96	100
	41	54	62	66	70	74	78	82	86	90	93	97	101	105
	42	60	65	69	73	78	82	86	90	94	98	102	105	109
	43	63	68	72	77	81	85	90	94	98	102	106	110	114
	44	66	71	76	80	85	89	94	98	102	107	111	115	119
	45	69	74	79	84	89	93	98	102	107	111	116	120	124
	46	72	77	82	87	92	97	102	107	111	116	120	125	129
	47	75	81	86	91	96	101	106	111	116	121	125	130	134
	48	78	84	90	95	100	105	111	116	121	126	130	135	140
	49	82	87	93	99	104	110	115	120	125	131	135	140	145
	50	85	91	97	103	109	114	120	125	130	136	141	146	151
	51	88	95	101	107	113	119	124	130	135	141	146	151	156
52	92	98	105	111	117	123	129	135	140	146	151	157	162	

Şekil 2. Bağıl Nem ve Kuru Sıcaklığa Bağlı Olarak Hissedilen Sıcaklık Değişimi ve Sağlık Üzerine Etkisi

27 derece ve üzeri kuru sıcaklık ile %40 nisbi neme ve üzerinde değerlere göre hissedilen taban sıcaklığının olduğu saatler için hesaplanan hissedilen sıcaklık değerleri sonuçları eklerdeki **Tablo 7**'de verilmiştir.

**Tablo 7**, dikkatli bir şekilde incelendiğinde kuru sıcaklıkla hissedilen sıcaklık arasında nem değerine bağlı olarak çok önemli sıcaklık farkları vardır. Özellikle yaz aylarında kuru sıcaklığı baz alarak hesaplanan  $D_{CDD}$  değerleri ile güvenli ve gerçekçi soğutma enerjisi tüketim değerlerini tespit etmek güvenli ve doğru olmaz. Buda iç mekan soğutmada doğru sonuçların tespitinde ciddi hata oluşturur. Bu yüzden özellikle yaz aylarında hissedilen sıcak değerlerini  $W_{CDD}$  hesaplamasında kullanmak daha gerçekçi ve güvenli sonuçlar verir. Böylece soğutmada nisbi nemin etkisini önleyerek daha konforlu hissedilen sıcaklık değeri elde edilir.

**Türkiye’de kuru sıcaklık ve nisbi nem dikkate alarak hissedilen sıcaklığın etkili ve tehlikeli olduğu saatler MGM tarafından internet üzerinden kamuoyu ile paylaşılmalı ve alınması gereken önlemler ortaya konmalıdır.**



**Tablo 1.** ABD Ulusal Hava Durumu Hizmetleri, Farklı Isı Endeksi Aralıklarıyla İlişkili Tehlike Seviyelerini

WARNING	HEAT INDEX	HEALTH IMPACT
<b>Güvenli</b>	< 26	Isı nedeniyle herhangi bir olumsuz etki beklenmez
<b>Dikkat</b>	27- 32	Uzun süreli maruz kalma ve/veya fiziksel aktivite ile olası yorgunluk
<b>Aşırı dikkat</b>	33 - 40	Uzun süreli maruz kalma ve/veya fiziksel aktivite ile sıcak çarpması, sıcak krampları veya sıcak bitkinliği mümkün
<b>Tehlikeli</b>	41 - 51	Isı krampları veya ısı bitkinliği olasıdır ve uzun süreli maruz kalma ve/veya fiziksel aktivite ile sıcak çarpması mümkündür
<b>Aşırı tehlikeli</b>	52 - 92	Sıcak çarpması olasılığı yüksek
<b>İnsan eşiğinin ötesinde</b>	<93	İnsan direncinin ötesindeki değerler

**Tablo 2.** MGM Verilerine Göre Hissedilen Sıcaklık Değerlerinin Etkileri

(-1) - 26	Soğuk -Serin	
27 - 32	Sıcak	Fiziksel etkinliğe ve etkilenme süresine bağlı olarak oluşan termal stresten dolayı halsizlik, sinirlilik, dolaşım ve solunum sisteminde bir çok rahatsızlık meydana gelebilir.
33 - 41	Çok Sıcak	Fiziksel etkinliğe ve etkilenme süresine bağlı olarak kuvvetli termal stres ile birlikte ısı çarpması ısı krampları ve ısı yorgunlukları oluşabilir.
42 - 54	Tehlikeli Sıcak	Güneş çarpması, ısı krampları veya ısı bitkinliği meydana gelebilir.
> 55	Tehlikeli Sıcak	Isı veya güneş çarpması tehlikesi oluşur. Termal şok an meselesidir.

$W_{CDD}$  tespitinde, kuru sıcaklık ile birlikte nisbi nem dikkate alınarak hesaplama yapılmaktadır. Yani hissedilen sıcaklığa bağlı olarak  $W_{CDD}$  hesaplaması daha doğru nemli soğutmada enerji tüketimi belirlemek mümkün olmaktadır.

Soğutmada enerji tüketimini doğru olarak tespit etmek için kuru sıcaklık değil de hissedilen sıcaklık dikkate alınarak  $W_{CDD}$  hesaplanmalıdır.

#### 4. $D_{CDD}$ ve $W_{CDD}$

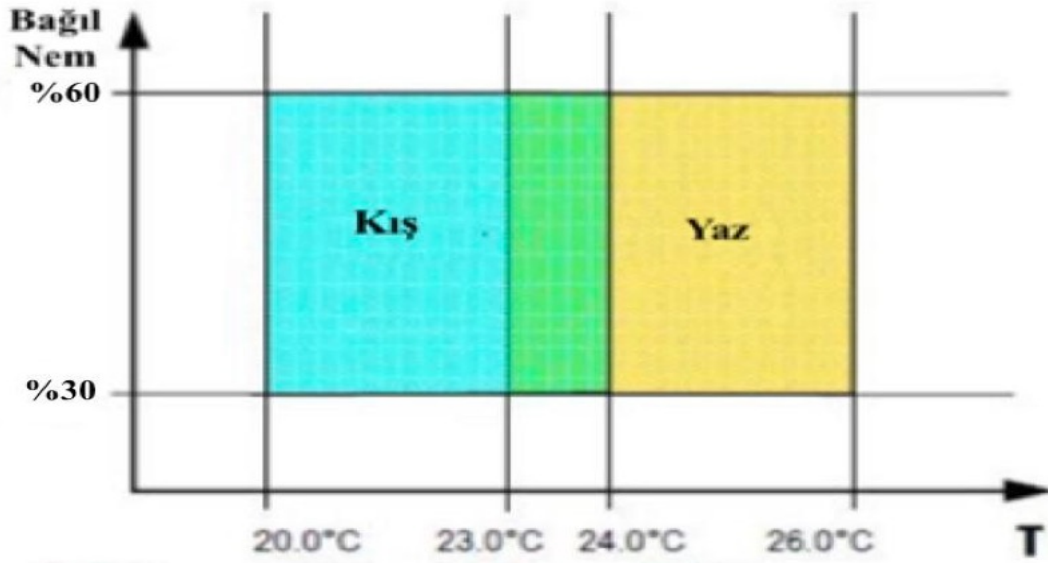
Soğutma derece gün sayısı (CDD'ler), belirli bir günde veya belirli bir gün aralığında sıcaklığın ne kadar sıcak olduğunun bir ölçüsüdür.

Derece-günler, binanın ısıtma ve soğutma enerji tüketimini karakterize eden önemli meteorolojik parametrelerden biridir.

Küresel ısınmanın etkisiyle binaların soğutma enerjisi tüketimi sadece sıcaklığı düşürmek için değil aynı zamanda nem alma (buharı sıvıya dönüştürme) amacıyla da kullanılmaktadır. Bu nedenle, yalnızca sıcaklığa dayalı soğutma derece günü ( $D_{CDD}$ ), binalarda soğutma enerjisi tüketimini tahmin etmek için yeterli ve doğru değildir.

Soğutma Derecesi Günü (CDD), enerji planlamasında yaz aylarında alan soğutma talebini ölçmek için pratik ve yaygın olarak kullanılan bir ölçümdür.

**Soğutmada, denge noktası olarak bilinen, taban sıcaklığı, 'insan konforunu korumak için binalarda soğutma ünitesi talebinin gerekli olduğu dış sıcaklık' olarak tanımlanır.** CDD için taban sıcaklığı, altında binanın soğutmaya ihtiyaç duymadığı dış sıcaklık olarak tanımlanır. Genel olarak çoğu ülkelerde soğutma için 18 °C veya 22 °C referans hissedilen sıcaklıklar kullanılır. Türkiye’de 22 °C taban kuru sıcaklık değeri kullanılmaktadır. Bu çalışmada uzmanlarla değerlendirme ve soğutma enerjisinin verimli kullanılması sonucu 26 °C alınmıştır (Şekil 3).



**Şekil 3.** İç Mekan Konfor Şartları

Kuru soğutma derece gün (saat) hesaplamasında kuru sıcaklık, kuru iklim bölgeleri için geçerli olabilir (Şanlıurfa, Diyarbakır, Gaziantep, Kilis, Adıyaman, Malatya, K. Maraş, Şırnak, Siirt, Mardin ve benzeri iller).

Sahil şehirleri (deniz, göl, baraj, sulak alan dahil) ve tropikal iklim bölgeleri için mutlaka nem değeri de esas alınarak soğutma derece gün (saat) değerleri hesaplanmalıdır.

CDD belirlenmesinde sıcaklığın yanı sıra nem etkisi göz önüne alınmalı ve özellikle soğutma sistemleri projelendirilmesi açısından hassas olunan noktalarda belirlenen iklim bölgeleri nem etkisi de göz önüne alınarak hesaplanmalıdır.

Sıcak iklimlerde veya sıcak mevsimde binaların enerji verimliliğini hesaplamak için sıcaklığın yanında nem de tam olarak dikkate alınarak  $W_{CDD}$  değerleri hesaplanmalıdır. Bu nedenle, derece-gün yönteminin kullanılması (diğer iklim parametreleri dikkate alınmaksızın, önceden tanımlanmış bir temel sıcaklıktan birikmiş derece sapmaları olarak tanımlanır), binanın ısıtma veya soğutma enerji talebinin kısmen yetersiz tahmin edilmesine yol açabilir.

***Nemli sıcak mevsimlerde, soğutma enerjisi tüketimi sadece sıcaklığı düşürmek için değil, aynı zamanda konforlu koşullar elde etmek için nem alma (buharı sıvılaştırma) için de kullanılır.***

***Özellikle sıcak iklim bölgelerindeki sahil şehirlerinde ve benzeri yerlerde binaların enerji verimliliğini artırmak için nem alma etkisi mutlaka dikkate alınmalıdır. Çünkü nem alma ile ilave enerji tüketimi demektir.***

*Isıtma enerjisi tüketiminin ağırlıklı olarak hava sıcaklığı ile ilişkili olduğu (güneş radyasyonunun katkısının daha az olduğunu) ortaya koymuştur. Buna karşılık, sıcaklık ve nem kombinasyonu, özellikle sıcak mevsimlerde daha yüksek soğutma enerjisi tüketimine neden olabilmektedir.*

***Yapılan çalışmalarda, iklimin şiddetli soğuktan sıcağa doğru değişmesiyle birlikte soğutma enerjisi tüketimini etkileyen baskın iklim faktörlerinin kuru termometre sıcaklığından (DBT) hissedilen sıcaklığa (WBT) (yani hava sıcaklığı ve nem kombinasyonuna) doğru değiştiğini tespit edilmiştir.***

***Çalışmalar, sıcaklık ve nemin soğutma enerjisi tüketimi üzerindeki etkilerini birleştiren  $W_{CDD}$ 'nin,  $D_{CDD}$ 'ye kıyasla soğutma enerjisi tüketimini tahmin etmede çok daha verimli ve doğru kullanılabileceğini ortaya koymaktadır. Daha da önemlisi,  $W_{CDD}$  farklı iklim bölgeleri için soğutma enerjisi tüketimini yansıtmaya uygundur.***

***Isı endeksine (hissedilen sıcaklığa) dayalı derece gün değerleri, kuru termometre sıcaklığına dayalı derece gün değerlerinden daha yüksektir. Bunun nedeni, ısı endeksine (hissedilen sıcaklığa) bazlı türetilen CDD'lerin bağıl nemin (gizli yük) etkisini içermesidir. Sonuçlar, ısı indeksli (HI), (hissedilen sıcaklık), bazlı nemli CDD'lerin, geleneksel olarak kuru sıcaklıkla hesaplanan CDD'ler için  $R2 = 0,80$  ile karşılaştırıldığında  $R2 = 0,96$  değeriyle sayısal modelden hesaplanan yıllık soğutma talebi ile daha güçlü bir ilişki sergilediğini göstermektedir.***

***Geleneksel kuru sıcaklığa dayalı derece gün (saat) yönteminin kritik bir eksikliği, gizli nem yükünün ihmal edilmesinde yatmaktadır.***

## 5. D<sub>CDD</sub> Hesaplaması

CDD genellikle belirli baz (temel) sıcaklıklarda günlük veya saatlik hava sıcaklığına göre hesaplanır. Bu çalışmada D<sub>CDD</sub>'yi WBT'ye (yani W<sub>CDD</sub>) göre ayırt etmek için hava sıcaklığına göre CDD (yani DBT) D<sub>CDD</sub> olarak işaretlendi. Kuru Soğutma Gün Dereceleri [Dry Cooling Degree Days – D<sub>CDD</sub>]. Saatlik hava durumu verilerine dayanarak, yıllık soğuma derecesi günlerinin hesaplanmasında Denklem (1) kullanılmıştır.

$$CDD_{\text{yearly,temp}} = \frac{\sum_{i=1}^{8760} (T_{a,i} - T_b)^+}{24} \quad (1)$$

Burada; T<sub>a</sub> saatlik ortalama kuru sıcaklığı, i yılın ilgili saati, + ise ortam ve taban sıcaklıkları arasındaki sadece pozitif farkların dikkate alındığını gösterir. T<sub>b</sub> soğutma için temel sıcaklıkları temsil etmektedir.

Belirli bir zamanda (saat, gün, ay, yıl) dış ortam sıcaklığını hesaba katarak sıcaklığın şiddetini açıklar. Resmi olarak belirlenmiş bir eşik sıcaklık olmamakla birlikte inşaat sektörü enerji yönetim pratiklerinde eşik sıcaklık 26°C olarak alınmalıdır.

Buna göre:

**D<sub>CDD</sub> = (T<sub>m</sub> - 22) x değer T<sub>m</sub> > 22 °C (soğutma eşiği)**

D<sub>CDD</sub> = 0 eğer eğer T<sub>m</sub> ≤ 22°C

**ÖRNEK:** Ankara'nın 25 Ağustos 2005 günü ortalama sıcaklığı 26°C' dir. Buna göre:

D<sub>CDD</sub> = 26-22 = 4 dır.

Soğutma derece günlerinde baz sıcaklığı 26 °C almak daha konforlu şartları sağlar.

**D<sub>CDD</sub> = (T<sub>m</sub> - 26) x değer T<sub>m</sub> > 26 °C (soğutma eşiği)**

D<sub>CDD</sub> = 0 eğer eğer T<sub>m</sub> ≤ 26°C

**ÖRNEK:** Ankara'nın 11 Haziran 2024'de saatlik (saat 14-15 arası) ortalama kuru sıcaklık 34°C' dir. Buna göre:

D<sub>CDD</sub> = 34-26 = 8'dir.

Özellikle yaz aylarında gece ile gündüz arasında 10 derece ve üzerinde sıcaklık farkı vardır. Bu yüzden saatlik ortalama sıcaklık değerini hesaplamalarda kullanarak gerçekçi değerleri daha doğru ve güvenli sonuçlar elde edilebilir.

## 6. W<sub>CDD</sub>'lerin Hesaplanması

W<sub>CDD</sub>, binaların enerji talebini büyük ölçüde yansıtmaya kapasitesine sahiptir.

CDD genellikle verilen temel sıcaklıklardaki günlük hava sıcaklığı baz alınarak kuru D<sub>CDD</sub> hesaplanır.

CDD<sub>hum</sub> adı verilen nemi düzeltilmiş W<sub>CDD</sub>'nin, yalnızca hava sıcaklığı yerine hissedilen sıcaklığı (ısı indeksini) dikkate alarak insan vücudundaki rahatsızlıkları daha iyi temsil eden bir göstergeye sahip olduğunu düşünülmektedir.

Nemi esas alan CDD ise, sıcaklık ve nem bileşimi WBT'ye dayalı nemli CDD'yi (yani W<sub>CDD</sub>) hesaplanır.

Nemi ve sıcaklığı esas alan hissedilen sıcaklığa göre W<sub>CDD</sub> aşağıdaki denklem kullanılarak hesaplanabilir:

$$CDD_{\text{yearly,HI}} = \frac{\sum_{i=1}^{8760} (HI_i - HI_{\text{base}})^+}{24} \quad (2)$$

Burada;

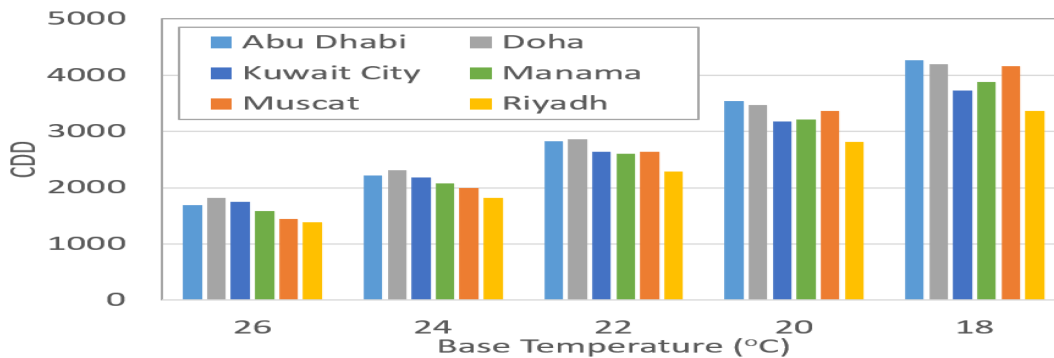
HT<sub>i</sub>; ortalama günlük hissedilen sıcaklıktır (WBT).

HT<sub>base</sub>; soğutma için temel (taban) hissedilen sıcaklık değerini (WBT) temsil eder.

Hissedilen taban sıcaklığı konfor sıcaklığını sağlayacak derecede olursa ihtiyaç duyulan soğutma yükü de o kadar düşük olur.

Hissedilen taban sıcaklığı insan konforu (**Şekil 3**) ile uyumlu olmalı. Hissedilen taban sıcaklığının düşük seçilmesi soğutmada aşırı enerji tüketilmesini tetikler ve insanların konforsuz ortamda yaşamasına neden olur. Bu yüzden temel (taban) hissedilen sıcaklık (WBT), yani 26°C olarak alınır. Hissedilen taban sıcaklığı (HT<sub>base</sub>) göre W<sub>CDD</sub> değerleri değişimi

**Şekil 4'** de verilmiştir.



**Şekil 4.** Körfez İşbirliği Konseyi Ülkelerinin Başkentleri İçin Farklı Taban Sıcaklıklarındaki Soğutma Derece Günleri Değerleri

**Şekil 4** incelendiği zaman konforsuz hissedilen taban sıcaklığına göre konforlu hissedilen taban sıcaklığına göre CDD değerlerinin ciddi oranda düştüğü görülmektedir.

## Hissedilen Sıcaklığı Baz Alan Soğutma Derecesi Gün Değerleri

Toplam yükün taban sıcaklıklarıyla birlikte değiştiği ve taban sıcaklığı konfor hissedilen sıcak şartları sağlayacak derecede olursa soğutma yüklerinin de o kadar düşük olduğu görülebilir.

Taban konfor hissedilen sıcaklık 26 °C alındığı zaman CDD değerlerinde ciddi düşüşler olmaktadır.

*Kuru sıcaklığa ve farklı bağıl nem değerleri göre hissedilen sıcaklık değerleri Şekil 1 ve Şekil 2’de verilmiştir. Şekil 1 ve Şekil 2’de verilen değerlere göre*

**Şekil 4** verilen temel (taban) hissedilen sıcaklık (WBT), 26 °C olarak belirlenmiştir.

$W_{CDD}$  değerlerinin saatlik ortalama olarak hesaplanması daha gerçekçi ve güvenli sonuçlar alınmasını sağlar.

Türkiye’de özellikle kış ve mevsim şartlarına bağlı olarak ilkbahar ve sonbahar aylarında günlük 35 bin ila 40 bin MWh elektrik tüketilmektedir. Yaz aylarında bu değer günlük 50 bin MWh’a ve zaman zaman bu değeri çok üzerinde elektrik tüketilmektedir. Yaz aylarında gündüz ile gece arasında elektrik tüketiminde %40’ın üzerinde farklılıklar olmaktadır.

Hissedilen sıcaklığın maksimum olduğu gündüz saatlerinde özellikle AB normlarında yalıtılmayan binalarda soğutma için anormal enerji tüketilmekte ve ciddi miktarda trafo arızalanmalarına ve patlamalarına neden olmaktadır.

**Tablo 7’**deki verilen hissedilen sıcaklık değerleri kullanılarak Denklem 1 ve Denklem 2’e göre hesaplanan  $D_{CDD}$  ve  $W_{CDD}$  değerleri **Tablo 3’**de verilmiştir.

**Tablo 3.** Kuru Sıcaklığa ve Hissedilen Sıcaklığa Göre  $D_{CDD}$  ve  $W_{CDD}$  Değerleri Değişimi

İl	Kuru Sıcaklık, °C	Hissedilen Sıcaklık, °C	Sıcaklık Farkı, °C	Kuru Sıcaklığa göre $D_{CDD}$	Hissedilen Sıcaklığa göre $W_{CDD}$
Hatay	28-31	32-37	4-6	2-5	6-11
Osmaniye	29-36	31-44	2-8	3-10	5-18
Adana	31-36	38-46	7-10	5-10	12-20
Mersin	29-33	33-39	4-6	1-7	7-13
Antalya	27-37	29-43	2-6	1-11	3-17
Aydın	27-34	28-36	1-2	1-8	2-10
İzmir	27-33	29-35	1-2	1-7	3-9
Manisa	28-33	29-35	1-2	2-7	3-9
Balıkesir	26-32	27-34	1-2	0-6	1-8
Çanakkale	27-33	28-34	1-1	1-7	2-8
Tekirdağ	27-31	29-34	2-2	1-5	3-8
İstanbul	27-32	28-34	1-2	1-6	2-8
Bursa	28-33	29-36	1-3	2-7	3-10
Yalova	27-31	29-37	2-6	1-5	3-11
Kocaeli	26-32	27-35	1-3	0-6	1-9
Sakarya	26-33	28-34	2-2	0-7	2-8
Düzce	27-32	28-37	1-5	1-6	2-11
Bartın	27-31	30-37	3-6	1-5	4-11
Sinop	28-29	30-37	3-34	2-3	4-11
Samsun	27-29	28-32	1-3	1-3	2-6
Trabzon	27-29	28-32	1-3	1-3	2-6
Rize	26-29	27-33	1-4	0-3	1-7

**Tablo 3** incelendiği zaman hissedilen sıcaklığa göre hesaplanan saatlik  $W_{CDD}$  değerlerinin kuru sıcaklığa göre hesaplanan saatlik  $D_{CDD}$  değerlerinden en az %30 oranında daha yüksek olduğu görülmektedir. Bu değerler üç kata kadar çıkmaktadır. Bunun anlamı özellikle yaz aylarında yalıtımsız ve  $D_{CDD}$  göre hesaplanmış binalarda soğutmada güvenli değerler hesaplanamaz.



İlaveten AB normlarında yalıtılmayan binalarda soğutmada tüketilecek enerji miktarı çok daha yüksek olmaktadır.

**Binalarda konforlu iç mekan şartlarını sağlamak için soğutmada enerji tüketimini doğru olarak hesaplanmasında nemi de dikkate alan  $W_{CDD}$  değerleri tespit edilmeli ve soğutmada gerçek enerji tüketimleri hesaplanmalıdır.**

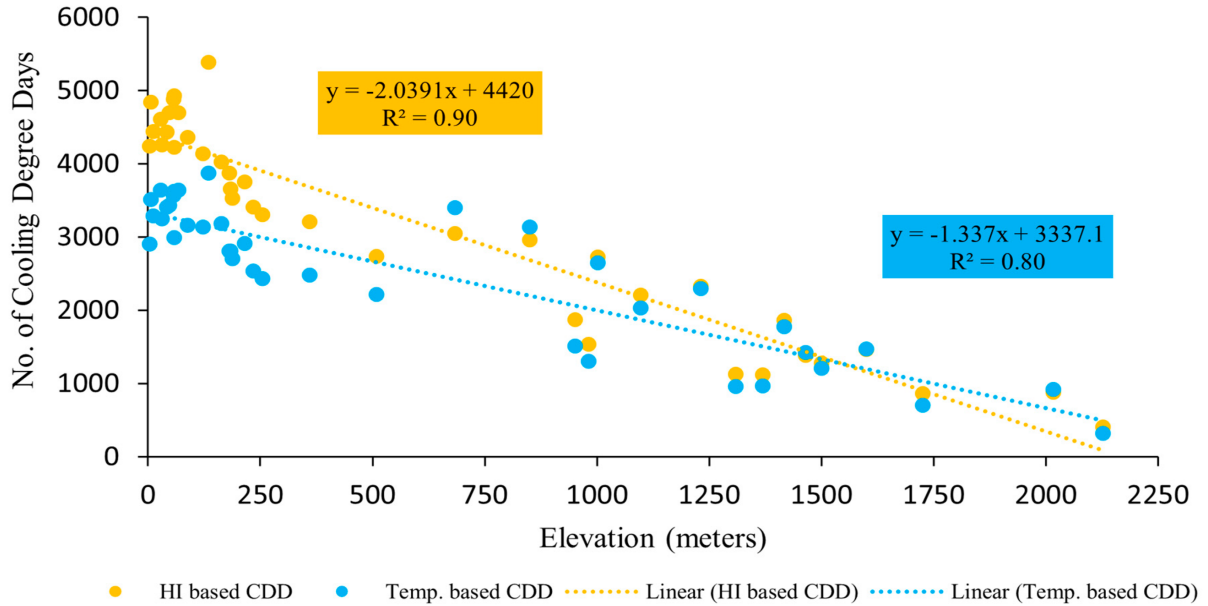
**Havayı soğutamazsınız binaları,  $W_{CDD}$  değerleri ve AB'de uygulanan U değerleri esas alınarak hesaplanırsa A sınıfı enerji verimli ve konforlu binalar yapmak mümkün olur.**

Gelecekte olası sıcaklık artışları binaların enerji verimliliğini artırmak için dikkate alınmalıdır.

**Küresel ısınmanın yüksek rakımlı şehirlerin gelecekteki soğutma enerjisi talepleri üzerinde düşük rakımlı şehirlere kıyasla daha fazla etkisi olacağı anlamına gelmektedir. Bu durum, yüksek rakımlı şehirlerin yaz aylarında daha yüksek nem oranlarına sahip olması ve bunun da daha yüksek gizli yüke yol açmasıyla ilişkilendirilebilir. Bu bulgular Pakistan'ın gelecekteki enerji politikalarına entegre edilmelidir.**

Şehrin rakımı ile soğutma derecesi günleri arasında negatif doğrusal bir ilişki vardır (Şekil 5). Daha düşük rakımlarda yer alan şehirler daha yüksek CDD'lere, daha yüksek rakımlarda yer alan şehirler ise daha düşük CDD'lere sahiptir.

Düşük rakımlı şehirlerin soğutma enerjisi talepleri daha yüksektir ve bunun tersi de geçerlidir.



**Şekil 5.** Pakistan'da ilgili şehirlerdeki yüksekliğe bağlı olarak Soğutma Gün Dereceleri (2020).

**Kuru sıcaklığına (DBT) ( $D_{CDD}$ ) dayalı CDD'nin soğutma enerjisi tüketim değerlerinin yalnızca %17-%60'ını açıklayabilirken, ıslak ısı indeksine dayalı  $W_{CDD}$ 'sine dayalı değerlerin ise farklı iklim bölgelerindeki soğutma enerjisi tüketiminin %86-%97'sine karşılık geldiğini göstermektedir.**

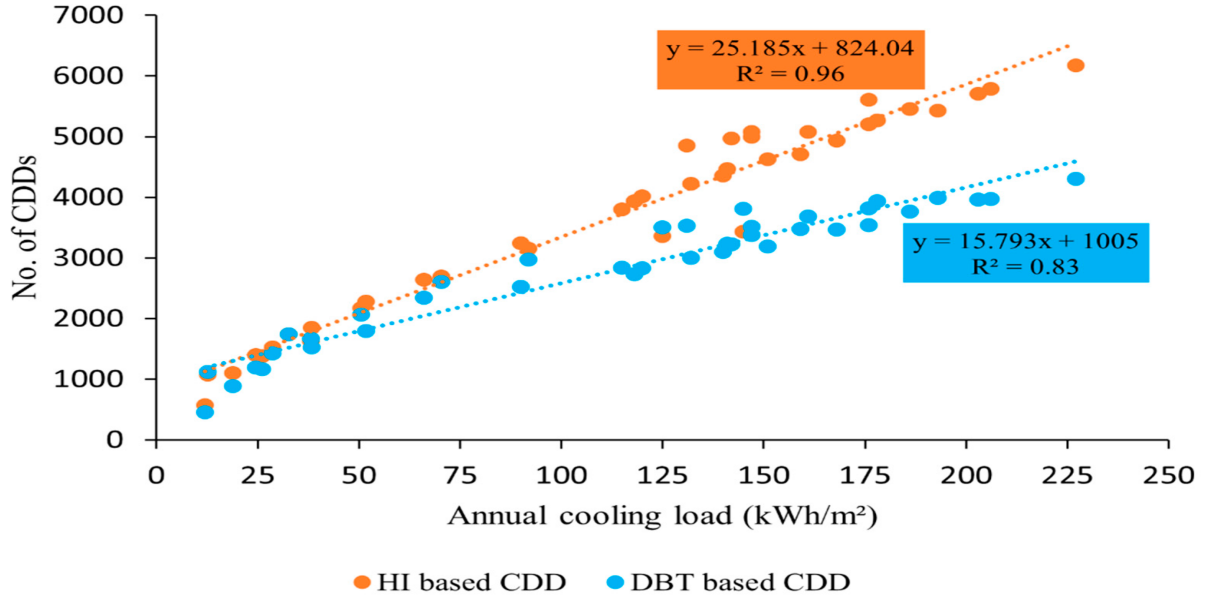
**Bu güçlü korelasyon katsayısı, son derece güçlü bir ilişkiye işaret etmekte olup, ısı endeksinin bir öngörücü olarak kullanıldığında elde edilen yüksek doğruluğu göstermektedir. Bu model, yıllık alan termal soğutma ihtiyaçlarında gözlemlenen varyansın %96'sını açıklamaktadır.**



Isı indeksine dayalı derece gün değerleri, kuru termometre sıcaklığına dayalı derece gün değerlerinden daha yüksektir. Bunun nedeni, ısı indeksine dayalı CDD'lerin bağıl nemin (gizli yük) etkisini içermesidir.

Bu analize dayanarak, HI tabanlı CDD'ler önerilir.

Islak Isı endeksine dayalı  $W_{CDD}$ 'ler (0,96) için korelasyon belirleme katsayısı ( $R^2$ ) değerinin, termal soğutma ihtiyaçları ile kuru sıcaklığa dayalı  $D_{CDD}$ 'lerden (0,83) daha iyi olduğunu göstermektedir (Şekil 6).



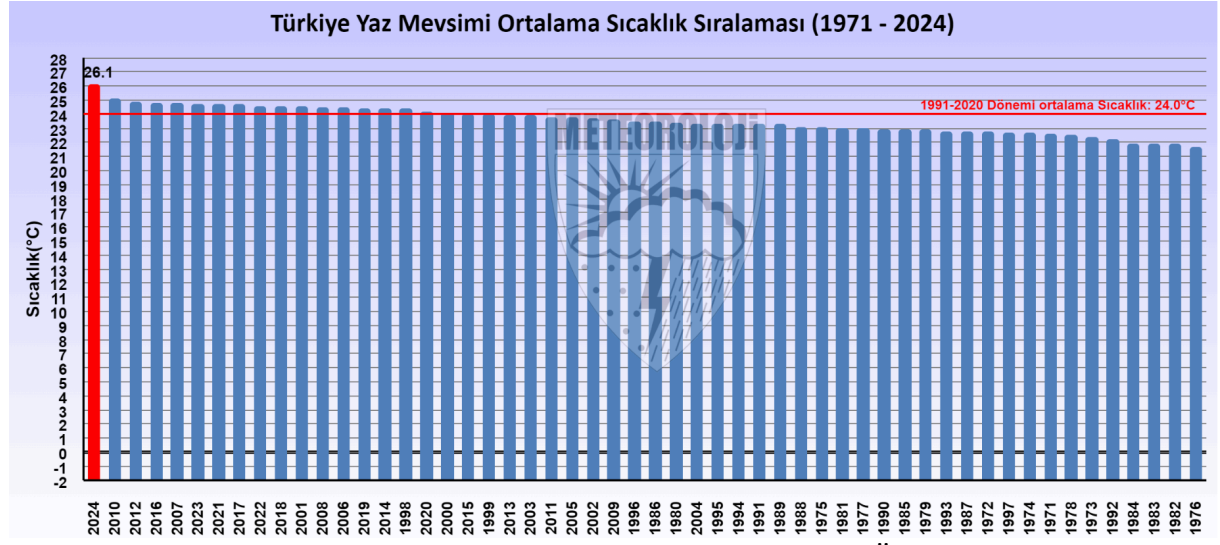
Şekil 6. Termal Soğutma Enerjisi Talebi İle Soğutma Derece Gün Sayısı Arasındaki Korelasyon.

Tablo 3'de verilmeyen Şanlıurfa, Diyarbakır, Gaziantep, Kilis, Adıyaman, Malatya, K. Maraş, Şırnak, Siirt, Mardin gibi illerde düşük nemli karasal şartlar (%20'den düşük) etkili olup kuru sıcaklıklar (zaman zaman 40 derece ve üzerinde) anormal yüksek seyretmektedir.

Bu yüzden küresel ısınmanın etkisi de dikkate alınarak Türkiye'nin kuru  $D_{CDD}$  ve ıslak  $W_{CDD}$  değerleri yeniden güncellenmelidir.

## 7. Elektrik Enerjisi Tüketimi

1991-2020 normalleri haziran ayı ortalama sıcaklıkları 24 °C olup 2024 yılı haziran ayı sıcaklıkları ise 26,1°C ile normallerinin 2.1 °C üzerinde gerçekleşmiştir. 2024 yılı haziran ayının ortalama sıcaklığı, 1971'den bu yana en sıcak haziran ayı olarak kayıtlara geçmiştir.

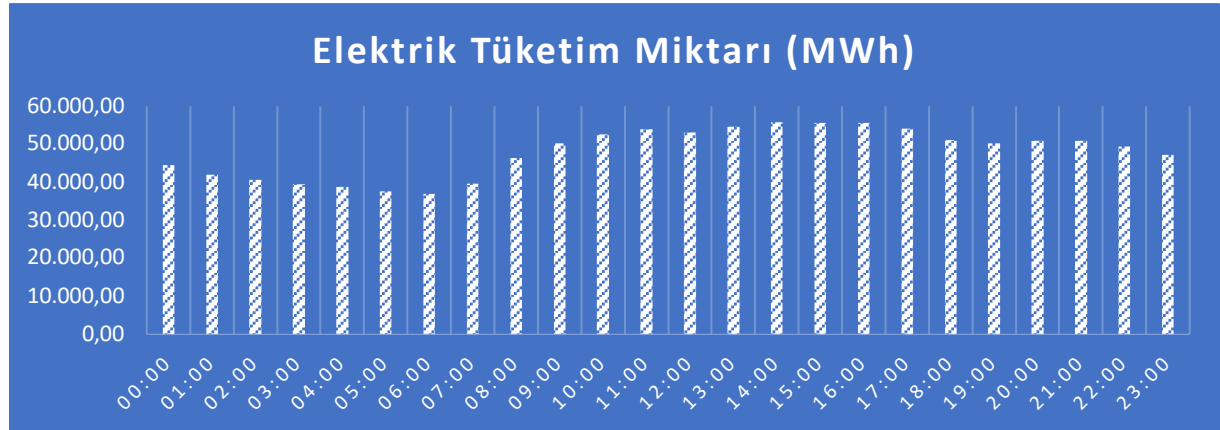


Şekil 7. 2024 Yılı Haziran Ayının Ortalama Sıcaklığı Normalin 3,6 °C Üzerinde Gerçekleşti

Diğer yandan yaz aylarında Türkiye genelinde etkili olan yüksek sıcaklıklar nedeniyle ülkemizde elektrik tüketiminde 9 Temmuz 2024 tarihi (salı gün)ü 1 milyon 147 bin 848 megavat/saatle günlük bazda rekor kırılmıştır. Saatlik bazda en yüksek elektrik tüketimi ise 55 bin 742 megavat/saatle saat 14.00'te gerçekleşmiştir.

9.00 ila 21.00 saatleri arasında (13 saat sürede) her saat 50 bin megavat/saat üzerinde elektrik tüketilmiştir.

Türkiye'de 9 Temmuz 2024'de rekor elektrik tüketimi gerçekleşmiştir. En büyük elektrik tüketimi soğutma ve sulama sistemlerinde yapılmıştır.



Şekil 8. Türkiye'de 9 Temmuz 2024'de Rekor Elektrik Tüketimi

Kavurucu sıcaklara karşı yalıtımsız ve AB normlarında yalıtılmamış evleri ve işyerlerini soğutmak için elektrik tüketildikçe daha fazla sera gazı salınmıştır ve salınmaya devam edecektir.

**9 Temmuz 2024'deki rekor elektrik üretimde ilk üç sırada %20,6 ile doğal gaz santralleri yer almıştır. Bunu %19,8 ithal kömürlü ve %11,3 yerli kömürlü, toplamda ise %31,1 kömür santralleri ve %16 ile barajlı hidroelektrik santralleri izlemiştir.**

**9 Temmuz 2024 tarihinde, günlük, doğal gaz ve kömür kaynaklı sera gazı CO<sub>2</sub> emisyonu toplamda 459 bin 305 ton CO<sub>2</sub>/gün olarak hesaplanmıştır.**

**Türkiye'de yaz aylarında soğutmadan dolayı sera gazı emisyonları anormal artmaktadır. Bu anormal artış mutlaka hesaplanmalıdır.**



## 8. Soğutma Enerjisi Hesaplaması

Hissedilen sıcaklığa dayalı derece gün değerleri, kuru termometre sıcaklığına dayalı derece gün değerlerinden daha yüksek olmasının nedeni, hissedilen sıcaklığa dayalı  $W_{CDD}$ 'lerin bağıl nemin (gizli yük) etkisini içermesidir.

Hissedilen sıcaklık esas alınarak türetilen  $W_{CDD}$ 'lerin, geleneksel olarak hesaplanan kuru  $D_{CDD}$ 'ler için  $R2 = 0,80$ 'e kıyasla  $0,96 R2$  değeriyle sayısal modelden hesaplanan yıllık soğutma talebiyle daha güçlü bir ilişki sergilediğini göstermektedir.

Konfor şartlarını sağlayacak şekilde optimum taban sıcaklığının seçilmesi, daha yüksek enerji tasarrufu için hayati öneme sahiptir. Türkiye için soğutma taban hissedilen sıcaklık  $26\text{ }^{\circ}\text{C}$  alınmalıdır.

Hissedilen sıcaklık tabanlı ıslak  $W_{CDD}$  metodolojisine geçiş, enerji verimliliği çabalarına ve sürdürülebilir bina uygulamalarına önemli ölçüde katkıda bulunacaktır.

Hissedilen sıcaklık baz alınarak hesaplanan ıslak  $W_{CDD}$ 'nin gerçek soğutma enerjisi tüketimini yansıtabilmektedir. Farklı iklim bölgeleri için en uygun temel WBT'ler belirlenmesi çalışması yapılmalı ve buna WBT bazında  $W_{CDD}$  kullanılmalıdır.

Bir binada toplam soğutma enerjisi hesaplanması;

$$Q = 24 * U * A * W_{CDD} \div 1000 \quad (3)$$

denklemleri ile hesaplanır. Burada;

- A; toplam binanın dış yüzey alanı, bina dış kabuğu elemanlarına (duvarlar, çatı, döşeme, pencere) ait toplam alan ( $\text{m}^2$ ).
- U; duvar, çatı, döşeme, pencerenin ( $\text{W}/\text{m}^2\text{K}$ ) ortalama ısı transfer katsayısı, yalıtım değeri.
- $W_{CDD}$ ;  $26$  derece taban sıcaklığına göre hesaplanan ıslak soğutma derece gün değeri.
- 24, bir gündeki saat sayısı.
- 1000 = Watt'ın kW'a dönüştürülmesi.
- Q, toplam soğutma yüküdür, kWh/gün.

Binaları soğutmada saatlik enerji tüketiminin hesaplanmasında;

- Gerçekçi ve güvenli saatlik ıslak  $W_{CDD}$ ,
- Duvar, zemin, çatı, pencere ve dış kapı U,
- Sızdırmazlık,

değerleri çok önemlidir.

Türkiye'de U değerleri değişimi **Tablo 4'**de verilmiştir.

**Tablo 4.** TS 825'e Göre U Değerleri

TS 825 iklim bölgesi	Duvar [W/(m <sup>2</sup> .K)]	Çatı [W/(m <sup>2</sup> .K)]	Zemin [W/(m <sup>2</sup> .K)]	Pencere [W/(m <sup>2</sup> .K)]
1	0,7	0,45	0,7	2,4
2	0,6	0,4	0,6	2,4
3	0,5	0,3	0,45	2,4
4	0,4	0,25	0,4	2,4

**Tablo 4'**de verilen U değerlerine göre, binaları konforlu ve enerji verimli hale getirmek mümkün değildir.

**Tablo 4'**de verilen değerler sadece ısıtma derece güne göre tespit edilmiş değerleridir.

Küresel ısınmanın etkiyle Türkiye'de sıcak günler artmıştır. Ve soğutmada tüketilen elektrik enerjisi de anormal ölçüde artmaktadır. Bu yüzden soğutma enerji tüketimini dikkate alan U değerleri tespiti yapılmalıdır.

Binalar dış ortam hissedilen sıcaklığına karşı ne kadar izole edilirse ve U değerleri AB normlarına getirilirse soğutmada enerji tüketimi ve sera gazı emisyonu o kadar azalacaktır.

Yalıtımsız binalarda ve yüksek U değerlerine göre yalıtılmış binalarda, AB normlarında yalıtılmış binalara göre çok daha fazla miktarda soğutmada enerji tüketilir, sera gazı karbon salımlanır ve aşırı büyük kapasiteli ve pahalı soğutma ekipmanı satın alınmak zorunda kalınır.

Örnek Adana'da mevcut U değerlerine (TSE-825) göre iki katlı bina toplam alanı, A ve U değerleri hesaplaması **Tablo 5'**de verilmiştir.

**Tablo 5.** Adana'da İki Katlı Binanın Boyutları, TSE-825 Göre Isıl Özellikleri.

	Pencereler için Ortalama U Değeri (W/m <sup>2</sup> *K)	Duvarlar için Ortalama U Değerleri (W/m <sup>2</sup> *K)	Pencereler + Duvarlar için Ortalama U değerleri (W/m <sup>2</sup> *K)	Pencere Alanı (m <sup>2</sup> )	Duvar alanı (m <sup>2</sup> )	Pencereler + Duvarlar Alanı (m <sup>2</sup> )
Kuzey	0.000	0,7	0,7	0.00	111.484	111.484
Doğu	0.000	0,7	0,7	0.00	46.64	46.64
Güney	2,4	0,7	0,913	13.780	97.7	111.484
Batı	2,4	0,7	0,863	4.473	42.164	46.64
Çatı	0.000	0,45	0,45	0.00	126.91	126.91
Tüm Duvarlar	0,7	0,7	0,798	18.254	297.99	316.24
Duvarlar + Çatılar		0,606	0,68	18.254	424.89	443.15
Zemin (döşeme)	0.00	0,7	0,7	0.00	126.91	126.91
Bina	2,4	0,643	<b>0,699</b>	18.254	551.8	<b>570.06</b>

**Tablo 5** incelendiği zaman binanın U değerinin 0,699 W/m<sup>2</sup>\*K ve toplam dış yüzey alanının (pencereler dahil) 570,06 m<sup>2</sup> kare olduğu anlaşılmaktadır.

Eğer aynı ölçekteki bina AB ülkelerinin çoğunda uygulanan (duvar ve çatı için,  $0,32 \text{ W/m}^2\text{K}$ , zemin için,  $0,36 \text{ W/m}^2\text{K}$  ve pencere için  $1,8 \text{ W/m}^2\text{K}$ ) ve benzer iklim kuşağında olan Bölgelerin U değerleri esas alınarak yalıtılsa idi U değerleri ciddi oranda düşecektir.

**Tablo 6.** AB Normlarında Yalıtılmış Binanın U Değeri

	Pencereler İçin Ortalama U Değeri ( $\text{W/m}^2\text{K}$ )	Duvarlar için Ortalama U Değerleri ( $\text{W/m}^2\text{K}$ )	Pencereler + Duvarlar için Ortalama U değerleri ( $\text{W/m}^2\text{K}$ )	Pencere Alanı ( $\text{m}^2$ )	Duvar alanı ( $\text{m}^2$ )	Pencereler + Duvarlar Alanı ( $\text{m}^2$ )
Kuzey	0.000	0,32	0,32	0.00	111.484	111.484
Doğu	0.000	0,32	0,32	0.00	46.64	46.64
Güney	1,8	0,32	0,503	13.780	97.7	111.484
Batı	1,8	0,32	0,462	4.473	42.164	46.64
Çatı	0.000	0,36	0,36	0.00	126.91	126.91
Tüm Duvarlar	0,32	0,32	0,382	18.254	297.99	316.24
Duvarlar + Çatılar		0,32	0,32	18.254	424.89	443.15
Zemin (döşeme)	0.00	0,36	0,36	0.00	126.91	126.91
Bina	1,8	0,34	<b>0,385</b>	18.254	551.8	<b>570.06</b>

**Tablo 6'**de verilen değerler aynı bina için AB normlarında Akdeniz ülkelerindeki bazı binalar için uygulandığı zaman U değerlerinde çok ciddi farklılıklar olduğu görülür, yani ortalama U değeri  $0,385 \text{ W/m}^2\text{K}$ 'e düşer.

Denklem 3 ve Tablo 6'de verilen U değeri esas alınarak binaların yalıtımı yapıldığı zaman soğutmada enerji tüketimi ve sera gazı karbon emisyonu önemli oranda azalacaktır.

## 9. Sonuç

İklim değişikliği koşulları altında kuru sıcaklık ve nemin işbirlikçi değişimleri, sıcaklığı ve nem gidermeyi azaltmak için enerji tüketimini azaltmaya yönelik önlemler almak için tam olarak dikkate alınmalıdır.

***Türkiye iklim şartlarına benzer AB ülkelerinde Neredeyse Sıfır Enerjili Binalarda (NZEB'ler) tipik duvar U değerleri 0,15 – 0,20 W/m<sup>2</sup>K, çatılar 0,10 – 0,25 W/m<sup>2</sup>K ve pencereler 1,2 – 1,8 W/m<sup>2</sup>K aralığında değişmektedir. Bazı ülkelerde daha sıkı değerler uygulanmaktadır.***

*Genel olarak, AC sisteminin aşırı büyük kapasitesindeki her %1'lik azalma için, %0,2'lik bir enerji tasarrufu sağlanır. AC sistemini daha enerji verimli hale getirmek için soğutma enerji yükünün doğru tasarımı hesaplamak gerekir.*

***Kuru sıcaklığa göre hesaplanan CDD değerleri baz alınarak tespit edilen soğutma yüksekli hatalı sonuç vermekte ve %20 ila %50 oranında daha düşük kapasiteli ve yanlış soğutma ekipmanı seçilmesine neden olmaktadır. Bu hesaplamalara göre seçilen ve kurulan ekipman iç mekan soğutması sağlamadığı gibi soğutma ekipmanlarının çabuk arızalanmasına ve yıpranmasına neden olmaktadır.***

Türkiye'de yaz aylarında çoğu şehirlerde gece ile gündüz arasında sıcaklık farkı 10 derece ve üzerinde seyretmektedir.

***Kuru sıcaklık değerlerine ( $D_{CDD}$ ) göre değil de ıslak  $W_{CDD}$  değerleri ve yalıtımda AB normlarında güvenli U değerlerinin tespiti çalışması yapılır ve uygulamaya konursa iç mekanları soğutmada enerji savurganlığı en az %50 oranında azaltılabilir ve sera gazı emisyonu da aynı oranda azalır.***

Isınan bir iklimde karasal alanlarda bağıl nemin genel olarak azalacağı tahmin edilirken, ısınmanın ve nemdeki değişikliklerin ısı stresi ve dolayısıyla elektrik talebi üzerindeki birleşik etkisi daha az açıktır.

Havadaki su buharı (nem), klima iç ortam sıcaklıklarını düşürmek için çalışırken buharı sıvı suya dönüşebilir ve ısı açığa çıkarabilir. Bu nedenle sıcak mevsimlerde soğutma iklimlendirmesi uygulandığında özgül nem (veya su buharı konsantrasyonu) ile elektrik tüketimi artabilmektedir.

***Nem göz ardı edildiğinde özellikle sahil şehirlerinde bölgesel termal konforun önemli ölçüde yanlış tahmin edildiğini göstermektedir.***

*Nem alma genellikle ortam hava sıcaklığının çiğlenme noktasının altına düşürülmesiyle sağlanır ve bu da daha fazla enerji israfına neden olur.*

***Hedef değerler doğru konursa sonuca ulaşmak daha güvenli olur.***

*Türkiye'de soğutmada enerji savurganlığına son vermek için Neredeyse Sıfır Enerjili Binalara (NZEB) dönüşümünün teşvik edilmesi gerekir. Bu yaklaşımı çözmek için akıllı, verimli ve yenilikçi çözümler üretmek gerekir. Dış duvar yalıtımını artırmak için prefabrik panel sistemleri geliştirilmiştir*





Önümüzdeki yıllarda küresel ısınmanın ve buharlaşmanın etkisiyle özellikle sahil şehirlerimizde  $W_{CDD}$  değerleri artmaya devam edecektir. Bugünlerde özellikle sahil şehirlerde ciddi ıslak sıcaklık şartları (hissedilen sıcaklık, ısı indeksi) hakim olmaktadır. Bu da soğutmada enerji tüketimini aşırı miktarda artıracaktır.

Yalıtımsız ve enerji verimsiz binaları kavurucu sıcaklara karşı soğuturken sera gazı emisyonuna artmaya devam edilecektir.

**Binalar AB normlarında yalıtılmadığı ve hissedilen sıcaklıklara göre hesaplanan ıslak  $W_{CDD}$  dikkate alınmadığı sürece binalarda soğutma yaparken havayı ısıtma ve dolaylı sera gazı emisyonu artarak devam edecektir.**

## **10. Kaynaklar**

1. <https://mgm.gov.tr/genel/sss.aspx?s=hissedilensicaklik>
2. <https://rmets.onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1002/met.2005>
3. <https://www.mdpi.com/2071-1050/14/21/13885>
4. <https://www.mdpi.com/2075-5309/14/1/106>
5. <http://www.climatechange.cn/article/2019/1673-1719/1673-1719-15-6-617.shtml>
6. <https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/1965868>
7. <http://mmoteskon.org/wp-content/uploads/2014/12/2009-27.pdf>
8. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0378778822006764>
9. <https://www.rehva.eu/rehva-journal/chapter/energy-performance-requirements-for-buildings-in-europe>
10. <https://www.rehva.eu/rehva-journal/chapter/nzeb-requirements-vs-european-benchmarks-in-residential-buildings>
11. <https://netzerocities.app/resource-3364>
12. <https://energypost.eu/buildings-france-and-flanders-lead-on-decarbonising-new-builds/>
13. <https://www.santiye.com.tr/nzeb-neredeyse-sifir-enerjili-bina-neden-gereklidir-ve-dunyada-bu-konuda-ne-yapiliyor-2045.html>
14. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0378778823002645>
15. <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1748-9326/aa57a9>
16. [https://agupubs.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1029/2021EF002476?itid=ik\\_inline\\_enhanced-template](https://agupubs.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1029/2021EF002476?itid=ik_inline_enhanced-template)
17. <https://www.mdpi.com/2073-4433/14/4/752>
18. [https://www.researchgate.net/publication/372533286\\_Cooling\\_Load\\_Estimation\\_of\\_Auditorium\\_by\\_CLTD\\_Method\\_and\\_its\\_Comparison\\_with\\_HAP\\_and\\_TRACE\\_Software](https://www.researchgate.net/publication/372533286_Cooling_Load_Estimation_of_Auditorium_by_CLTD_Method_and_its_Comparison_with_HAP_and_TRACE_Software)
19. <https://core.ac.uk/reader/79652770>
20. <https://www.h2xengineering.com/blogs/cooling-load-calculation-essential-guide-mechanical-engineers/>
21. <https://akbis.gantep.edu.tr/yonetim/upload/files/12667-5824.pdf>
22. <https://sitemate.com/resources/articles/quality/part-l-2023-u-values/>
23. <https://bidunyaveri.app/calculate/hissedilen-sicaklik>
24. <https://www.wpc.ncep.noaa.gov/html/heatindex.shtml>
25. <https://www.frigoblock.com.tr/blog/en/how-to-cooling-calculated>

## 11. EKLER

Tablo 7. Kuru Sıcaklık ve Nisbi Nem Dikkate Alınarak Hissedilen Sıcaklık Değerleri

Tarih	Saat	il	Kuru Sıcaklık	Nem (%)	İspanya	MGM
28.06.2024	9.15					
		Hatay	28	72	31	32
		Osmaniye	29	65	31	32
		Adana	31	71	37	38
		Mersin	31	65	35	36
		Antalya	29	88	35	37
28.06.2024	9,45					
		Hatay	29	71	32	32
		Osmaniye	30	66	33	34
		Adana	32	65	38	39
		Mersin	32	67	38	39
		Antalya	29	88	35	37
		Aydın	28	52	29	29
		Samsun	27	55	27	28
28.06.2024	11.30					
		Hatay	30	67	34	34
		Osmaniye	30	62	33	33
		Adana	33	65	40	41
		Mersin	32	70	39	40
		Antalya	30	85	38	39
		Tekirdağ	27	57	28	28
		Bartın	27	60	28	28
		Samsun	27	53	27	28
		Rize	27	55	27	28
28.06.2024	13.30					
		Hatay	31	60	34	35
		Osmaniye	34	41	36	36
		Adana	36	56	46	46
		Mersin	32	70	39	40
		Antalya	30	80	36	38
		Tekirdağ	28	53	29	30
		İstanbul	28	51	28	29
		Sakarya	30	45	31	31
		Yalova	27	68	28	29
		Bartın	29	59	31	31
		Sinop	28	50	28	29
		Samsun	28	55	29	29
		Rize	27	55	27	28
28.06.2024	16.35					
		Hatay	31	56	34	34
		Osmaniye	32	58	36	37
		Adana	33	64	40	41
		Mersin	32	74	41	42
		Balıkesir	29	49	30	30
		Yalova	28	69	30	31
		Manisa	30	49	31	31
29.06.2024	15.30					
		Hatay	31	39	Yağış	Yağış
		Osmaniye	33	55	37	37
		Adana	34	63	43	44
		Mersin	32	65	38	39
		Antalya	30	71	34	35
		Çanakkale	31	40	31	31
		Tekirdağ	29	52	30	30
		Yalova	28	54	29	29
		Bartın	30	54	32	33
		Samsun	28	62	29	30
		Giresun	27	65	28	29

## Hissedilen Sıcaklığı Baz Alan Soğutma Derecesi Gün Değerleri

		Düzce	27	56	28	28
29.06.2024	19.00					
		İstanbul	27	47	27	27
		Kocaeli	26	54	26	27
		Zonguldak	27	85	30	30
		Samsun	25	68	26	26
		Sinop	25	70	26	26
		Trabzon	27	53	27	28
		Giresun	25	63	25	26
29.06.2024	21.00					
		Hatay	28	81	32	32
		Osmaniye	26	76	28	28
		Adana	26	98	30	28
		Mersin	30	80	36	38
		Antalya*	31	33	31	30
		Muğla*	27	47	27	27
30.06.2024	9.35					
		Hatay	29	69	32	33
		Osmaniye	30	65	33	34
		Adana	32	66	38	37
		Balıkesir	26	54	26	27
		Tekirdağ	27	62	28	28
		İstanbul	27	51	27	28
		Yalova	25	80	26	26
		Kocaeli	26	72	27	27
		Sakarya	25	64	25	26
		Samsun	27	59	28	28
		Ordu	27	54	27	28
30.06.2024	15.10					
		Hatay	30	62	33	33
		Osmaniye	36	36	38	38
		Adana	36	42	40	40
		Mersin	33	62	39	40
		İstanbul*	31	35	31	30
		Tekirdağ	27	69	29	29
		Kocaeli	32	43	33	33
		Sakarya*	30	36	30	29
		Bartın	29	61	31	31
		Samsun	28	63	30	30
		Ordu	27	52	27	27
		Giresun	27	77	29	30
		Trabzon	27	56	28	28
		Rize	28	58	29	29
30.06.2024	21.00					
		Hatay	27	73	29	29
		Osmaniye	29	55	30	30
		Adana	26	76	28	28
		Mersin	30	69	34	35
		Antalya	29	44	32	32
		İzmir	26	40	29	29
		Balıkesir	26	55	26	27
		İstanbul	26	65	27	27
		Tekirdağ	26	52	27	27
		Karabük	28	68	29	29
01.07.2024	10.30					
		Hatay	30	59	32	33
		Osmaniye	31	45	32	32
		Adana	34	52	39	39
		Mersin	32	64	37	38
		Manisa	29	42	29	29
		Balıkesir	29	41	29	29
		Çanakkale	28	52	29	29
		İstanbul	28	52	29	29

## Hissedilen Sıcaklığı Baz Alan Soğutma Derecesi Gün Değerleri

		Kocaeli	27	67	28	29
		Sakarya	27	58	29	28
		Bartın	28	61	29	30
		Samsun	27	62	28	28
01.07.2024	13.00					
		Hatay	31	57	34	34
		Adana	36	41	39	40
		Mersin	32	62	37	38
		Çanakkale	30	42	30	30
		Tekirdağ	26	71	27	27
		İstanbul	30	41	30	30
		Yalova	26	79	28	28
		Kocaeli	29	60	31	31
		Sakarya	30	48	31	31
		Zonguldak	31	70	36	38
		Sinop	26	73	27	27
		Samsun	27	71	29	29
01.07.2024	15.00					
		Hatay	33	50	36	36
		Osmaniye	34	44	37	37
		Adana	35	51	41	41
		Mersin	33	60	39	40
		Çanakkale	31	42	32	31
		Tekirdağ	28	60	29	30
		İstanbul	31	41	31	31
		Yalova	26	79	28	28
		Kocaeli	31	60	34	35
		Sakarya	31	48	32	32
		Düzce	31	42	32	31
		Zonguldak	30	81	37	38
		Bartın	29	50	30	30
		Samsun	28	71	30	31
01.07.2024	17.30					
		Hatay	30	58	32	32
		Osmaniye	32	50	34	34
		Adana	33	55	37	38
		Mersin	32	62	37	38
		Antalya	32	52	35	35
		Tekirdağ	28	61	29	30
		İstanbul	30	40	30	30
		Yalova	29	61	31	31
		Kocaeli	30	55	32	32
		Sakarya	30	43	30	30
		Düzce	29	55	30	30
		Zonguldak	30	78	36	37
		Samsun	27	73	29	29
02.07.2024	9.10					
		Hatay	29	63	31	32
		Osmaniye	29	66	32	42
		Adana	30	79	36	37
		Mersin	31	64	35	36
		Antalya	29	48	30	29
		Aydın	28	48	30	29
		Çanakkale	27	62	28	28
		Kocaeli	27	68	28	28
		Rize	28	60	29	30
02.07.2024	10.00					
		Hatay	29	60	31	31
		Osmaniye	30	61	33	33
		Adana	32	69	39	40
		Mersin	32	63	37	38
		Antalya	29	53	30	30
		Çanakkale	28	61	29	30

## Hissedilen Sıcaklığı Baz Alan Soğutma Derecesi Gün Değerleri

		Tekirdağ	27	68	28	29
		Kırklareli	27	58	28	28
		İstanbul	28	62	29	30
		Yalova	27	68	28	29
		Kocaeli	28	57	29	29
		Bartın	29	54	30	30
		Samsun	27	61	28	28
		Ordu	28	54	29	28
		Giresun	27	56	28	28
		Rize	29	55	30	30
02.07.2024	11.30					
		Hatay	31	54	33	34
		Osmaniye	32	53	35	35
		Adana	33	61	39	40
		Mersin	33	62	39	40
		Antalya	30	57	32	32
		Çanakkale	29	51	30	30
		Tekirdağ	27	74	29	29
		İstanbul	30	53	32	32
		Yalova	28	66	30	30
		Kocaeli	31	54	33	34
		Sakarya	31	45	32	32
		Düzce	31	42	32	31
		Zonguldak	27	56	28	28
		Bartın	31	45	32	32
		Sinop	27	68	28	29
		Samsun	27	68	28	29
		Ordu	26	64	27	27
		Giresun	27	65	28	29
		Rize	28	59	29	29
02.07.2024	13.00					
		Hatay	31	57	34	34
		Osmaniye	33	54	37	38
		Adana	33	65	40	41
		Mersin	32	66	38	39
		Antalya	30	71	34	35
		Tekirdağ	27	73	29	29
		Kırklareli	29	51	30	30
		İstanbul	32	47	34	34
		Yalova	28	74	31	31
		Kocaeli	33	46	35	35
		Sakarya	33	41	34	34
		Bartın	32	48	34	34
		Sinop	29	60	31	31
		Samsun	29	66	32	32
		Giresun	27	68	28	29
		Trabzon	27	59	28	28
		Rize	28	59	29	29
03.07.2024	17.30					
		Hatay	31	47	32	32
		Osmaniye	31	63	35	36
		Adana	32	73	40	41
		Mersin	33	63	40	41
		Antalya	29	80	34	35
		Aydın	34	42	36	36
		Çanakkale	32	45	33	33
		Tekirdağ	29	59	31	31
		Kırklareli	29	53	30	30
		İstanbul	29	53	30	30
		Yalova	29	69	32	33
		Kocaeli	31	58	34	34
		Sakarya	31	48	32	32
		Zonguldak	30	45	31	30

## Hissedilen Sıcaklığı Baz Alan Soğutma Derecesi Gün Değerleri

		Bartın	32	46	34	34
		Sinop	27	71	29	29
		Samsun	28	71	30	31
		Ordu	26	73	27	27
		Giresun	27	70	29	29
		Trabzon	28	58	29	29
		Rize	28	65	30	30
04.07.2024	09.10					
		Hatay	29	68	32	32
		Osmaniye	30	60	32	33
		Adana	31	76	38	40
		Mersin	31	74	38	39
		Antalya	27	74	29	29
		Denizli	27	57	28	28
		İzmir	27	58	28	28
		Manisa	28	58	29	29
		İstanbul	27	65	28	29
		Kocaeli	26	62	27	27
		Sakarya	26	61	28	28
		Bartın	27	81	30	30
		Sinop	27	69	29	29
		Samsun	27	72	29	29
		Rize	27	67	28	29
04.07.2024	13.30					
		Hatay	32	47	34	34
		Osmaniye	34	49	38	38
		Adana	35	60	44	45
		Mersin	33	66	41	42
		Antalya	28	79	31	32
		Muğla	29	49	30	30
		Aydın	34	43	36	36
		İzmir	30	50	31	31
		Manisa	33	45	35	35
		Balıkesir	26	67	27	27
		Yalova	26	88	29	28
		Kocaeli	26	79	28	28
		Sakarya	31	52	33	33
		Bartın	29	70	32	32
		Trabzon	29	64	31	32
		Rize	29	65	31	32
04.07.2024	17.00					
		Hatay	31	43	32	32
		Osmaniye	32	58	36	37
		Adana	32	65	38	39
		Mersin	32	64	37	38
		Antalya	28	77	31	32
		Aydın	34	41	36	36
		Çanakkale	27	56	28	28
		Kocaeli	26	83	28	28
		Sakarya	27	64	28	28
		Düzce	28	63	30	30
		Bartın	30	73	35	36
		Samsun	27	77	29	29
		Giresun	27	81	30	30
		Trabzon	28	66	30	30
		Ordu	27	76	29	29
		Rize	28	75	31	31
05.07.2024	9,15					
		Hatay	28	61	29	30
		Osmaniye	29	61	31	31
		Adana	29	81	34	35
		Mersin	29	78	33	34
		Antalya	29	70	32	33



## Hissedilen Sıcaklığı Baz Alan Soğutma Derecesi Gün Değerleri

		Aydın	27	62	28	28
		Manisa	26	66	27	27
		Tekirdağ	27	56	28	28
		Samsun	27	68	28	29
		Trabzon	28	62	29	30
		Rize	29	63	31	32
05.07.2024	10.00					
		Hatay	29	56	30	30
		Osmaniye	31	58	34	34
		Adana	30	73	35	36
		Mersin	31	70	36	38
		Antalya	28	71	30	31
		Aydın	28	58	29	29
		Manisa	28	61	29	30
		Tekirdağ	28	55	29	29
		Samsun	27	69	29	29
		Trabzon	28	70	30	31
		Rize	29	63	31	32
		Çankırı	29	50	30	30
		Tokat	29	50	30	30
		Amasya	27	54	27	28
05.07.2024	11.00					
		Hatay	29	51	30	30
		Osmaniye	31	54	33	33
		Adana	33	63	40	41
		Mersin	31	67	36	37
		Antalya	28	71	30	31
		Aydın	30	52	31	31
		Manisa	28	62	29	30
		Balıkesir	28	54	29	29
		Tekirdağ	29	50	30	30
		İstanbul	27	56	28	28
		Samsun	28	68	30	30
		Ordu	27	68	28	29
		Trabzon	28	76	31	32
		Rize	28	71	30	31
		Çankırı	30	47	31	31
		Amasya	29	48	30	29
05.07.2024	13.40					
		Hatay	31	53	33	33
		Osmaniye	33	51	36	37
		Adana	33	59	38	39
		Mersin	31	68	36	37
		Antalya	28	76	31	32
		Muğla	25	76	26	26
		Aydın	34	39	35	35
		İzmir	30	48	31	31
		Manisa	30	48	31	31
		Balıkesir	29	48	30	30
		Bartın	28	71	30	31
		Samsun	27	73	29	29
		Giresun	27	74	29	29
		Rize	28	73	31	31
		Çorum	30	46	31	31
		Tokat	32	40	33	32
06.07.2024	10.00					
		Hatay	28	66	30	30
		Osmaniye	31	57	34	34
		Adana	32	63	37	38
		Mersin	31	68	36	37
		Antalya*	33	28	28	32
		Muğla*	29	34	32	28
		Aydın*	31	34	31	30



## Hissedilen Sıcaklığı Baz Alan Soğutma Derecesi Gün Değerleri

		İzmir*	28	33	27	27
		Manisa	31	45	32	32
		Balıkesir	27	48	27	27
		Çanakkale	28	42	28	28
		Tekirdağ	29	50	30	30
		Kırklareli	29	35	28	28
		Sakarya	27	59	28	28
		Bartın	25	84	27	26
		Trabzon	27	63	28	28
06.07.2024	15.30					
		Hatay	30	61	33	33
		Osmaniye	32	57	36	36
		Adana	35	53	41	42
		Mersin	32	59	36	37
		Antalya	33	48	36	36
		Balıkesir*	30	45	31	30
		Çanakkale*	33	32	33	32
		Tekirdağ	31	51	33	33
		Yalova	26	86	28	29
		Sakarya	28	62	29	30
		Bolu	30	54	32	32
		Bartın	29	77	33	34
		Trabzon	26	73	27	27
		Van	28	39	28	28
		Karabük	31	42	32	31
07.07.2024	13.30					
		Hatay	30	64	33	34
		Osmaniye	34	49	38	38
		Adana	37	48	44	45
		Mersin	33	57	38	39
		Antalya*	40	20		
		Muğla*	35	25		
		Aydın*	37	30		
		İzmir*	33	41		
		Manisa*	35	32		
		Balıkesir	31	50	33	33
		Çanakkale	31	44	32	32
		Tekirdağ	27	70	29	29
		Kırklareli*	34	33		
		İstanbul	30	45	31	30
		Yalova	28	82	32	32
		Kocaeli	31	56	34	34
		Sakarya	31	45	32	32
		Düzce	31	46	32	32
		Zonguldak	27	65	28	29
		Giresun	30	61	33	33
		Trabzon	26	79	27	27
		Tokat	25	55	25	26
07.07.2024	15.30					
		Hatay	31	61	35	35
		Osmaniye	34	52	39	39
		Adana	36	46	41	41
		Mersin	32	66	38	39
		Antalya*	42	18		
		Muğla*	37	24		
		Aydın*	39	37		
		İzmir*	34	39		
		Manisa*	37	34		
		Balıkesir	32	46	34	34
		Çanakkale*	33	33	33	33
		Tekirdağ	30	54	32	32
		Kırklareli*	31	35	31	30
		İstanbul	31	39	31	31

## Hissedilen Sıcaklığı Baz Alan Soğutma Derecesi Gün Değerleri

		Yalova	31	67	36	37
		Kocaeli	32	51	34	35
		Sakarya*	32	37	32	32
		Düzce	31	46	32	32
		Bartın	31	69	36	37
		Ordu	26	76	28	28
		Giresun	28	76	31	32
		Bursa	33	43	35	35
07.07.2024	21.00					
		Hatay	28	68	30	30
		Osmaniye	30	58	32	32
		Adana	27	84	30	30
		Mersin	32	57	36	36
		Antalya*	38	21		
		Muğla*	32	29		
		Aydın*	35	36		
		İzmir*	32	40		
		Manisa	33	43	35	35
		Balıkesir	28	51	28	29
		Çanakkale*	30	35	30	29
		Tekirdağ	27	60	28	28
		İstanbul	26	68	27	27
		Bursa	28	50	28	29
		Yalova	26	81	28	28
		Kocaeli	26	78	28	28
		Amasya	26	54	26	27
		K.Maraş	29	55	30	30
		Gaziantep	30	40	30	31
08.07.2024	10.00					
		Hatay	30	67	34	34
		Osmaniye	31	62	35	35
		Adana	32	67	38	39
		Mersin	31	73	37	39
		Antalya*	36	26		
		Muğla*	33	26		
		Aydın	35	35	36	36
		İzmir	30	46	31	31
		Manisa	30	53	32	32
		Balıkesir	28	52	29	29
		Çanakkale	27	75	29	29
		Tekirdağ	28	66	30	30
		İstanbul	29	60	31	31
		Kırklareli*	28	43	28	28
		Düzce	29	67	32	32
		Samsun	29	58	31	31
		Giresun	28	59	29	29
		Trabzon	26	75	27	28
		Rize	26	75	27	28
		Artvin	26	58	26	27
		Çankırı	31	43	32	31
08.07.2024	11.00					
		Hatay	30	65	33	34
		Osmaniye	32	54	35	35
		Adana	34	59	41	42
		Mersin	33	66	41	42
		Antalya*	38	24		
		Muğla*	35	22		
		Aydın*	35	36	36	36
		İzmir*	31	39	31	31
		Manisa	32	46	34	34
		Balıkesir	30	50	31	31
		Çanakkale	28	68	30	30
		Tekirdağ	28	66	30	30



## Hissedilen Sıcaklığı Baz Alan Soğutma Derecesi Gün Değerleri

		Kırklareli*	30	39		
		İstanbul	29	60	31	31
		Kocaeli	29	72	32	33
		Sakarya	29	55	30	30
		Bartın	30	63	33	34
		Samsun	29	61	31	31
		Ordu	27	63	28	28
		Giresun	28	70	30	31
		Trabzon	27	71	29	29
		Rize	28	71	30	31
		Çorum	29	52	30	30
		Amasya	28	50	28	29
08.07.2024	12.55					
		Hatay	31	59	34	35
		Osmaniye	35	49	40	40
		Adana	36	54	45	45
		Mersin	33	65	40	41
		Antalya*	41	21		
		Muğla*	36	19		
		Aydın	37	35	39	39
		İzmir*	33	37		
		Manisa	36	33	37	37
		Balıkesir	32	46	34	34
		Çanakkale	30	60	32	33
		Tekirdağ	28	74	31	31
		Kırklareli	32	33		
		İstanbul	31	53	33	33
		Edirne	34	39	35	35
		Bursa	33	40	35	35
		Yalova	28	84	32	33
		Kocaeli	32	67	38	39
		Sakarya	32	54	35	35
		Düzce	32	53	35	35
		Bartın	30	73	35	36
		Sinop	27	74	29	29
		Samsun	29	69	32	33
		Giresun	29	69	32	33
		Trabzon	28	74	31	31
		Rize	27	70	29	29
		Kastamonu	31	43	32	31
		Çorum	31	43	32	31
		Tokat	28	53	29	29
08.07.2024	16.30					
		Hatay	31	56	34	34
		Osmaniye	34	60	41	42
		Adana	35	61	45	46
		Mersin	32	68	39	40
		Antalya	37	43	42	43
		Muğla*	38	21		
		Aydın*	39	33		
		İzmir*	34	35		
		Manisa*	38	29		
		Balıkesir				
		Çanakkale	33	39	34	34
		Tekirdağ	29	49	30	30
		Kırklareli*	35	31		
		İstanbul	30	50	31	31
		Bursa	33	49	36	36
		Bilecik	32	44	33	33
		Yalova	30	74	35	36
		Kocaeli	33	63	40	41
		Sakarya	32	54	35	35
		Düzce	33	53	37	37

## Hissedilen Sıcaklığı Baz Alan Soğutma Derecesi Gün Değerleri

		Bartın	31	65	35	36
		Sinop	27	77	31	32
		Samsun	28	77	31	32
		Giresun	28	76	31	32
		Trabzon	28	68	30	30
		Rize	27	74	29	29
		Kastamonu	32	45	33	33
		Gümüşhane	30	41	30	28
09.07.2024	10.00					
		Hatay	30	68	34	35
		Osmaniye	33	64	35	36
		Adana	32	66	41	42
		Mersin	32	75	41	42
		Antalya*	38	26		
		Muğla*	34	29		
		Aydın*	35	31		
		İzmir*	32	35		
		Manisa*	32	45	33	33
		Balıkesir	29	54	30	30
		Çanakkale	29	48	30	30
		Tekirdağ	30	48	31	31
		İstanbul	29	59	31	31
		Yalova	26	86	28	28
		Kocaeli	27	85	30	30
		Sakarya	29	68	32	32
		Düzce	27	64	28	29
		Zonguldak	27	70	29	29
		Bartın	29	76	33	34
		Sinop	27	72	29	29
		Samsun	30	56	32	32
		Ordu	27	75	29	29
		Trabzon	28	69	30	31
		Rize	28	69	30	31
		Kastamonu	29	54	30	30
		Amasya	28	53	29	29
09.07.2024	12.35					
		Hatay	32	57	36	36
		Osmaniye	34	52	39	36
		Adana	36	56	46	46
		Mersin	32	69	39	40
		Antalya	32	74	41	42
		Muğla*	38	18		
		Aydın*	38	29		
		İzmir*	36	29		
		Manisa	36	34	37	37
		Balıkesir	33	38	34	33
		Çanakkale*	33	28		
		Tekirdağ	30	65	33	34
		İstanbul	32	43	33	33
		Yalova	28	83	32	33
		Kocaeli	31	68	36	37
		Sakarya	32	51	34	35
		Düzce	32	52	35	35
		Zonguldak	28	76	31	32
		Bartın	30	75	35	36
		Kastamonu	29	48	30	29
		Sinop	26	76	28	28
		Samsun	31	54	33	34
		Ordu	28	73	31	31
		Trabzon	27	75	29	29
		Rize	29	68	32	32
10.07.2024	10.00					
		Hatay	30	66	33	34



## Hissedilen Sıcaklığı Baz Alan Soğutma Derecesi Gün Değerleri

		Osmaniye	33	63	40	41
		Adana	34	67	47	45
		Mersin	32	74	41	42
		Antalya	35	43	38	38
		Muğla*	34	29		
		Aydın	35	34	36	36
		İzmir*	34	33		
		Manisa	31	53	33	33
		Balıkesir	30	59	32	33
		Çanakkale	30	48	31	31
		Tekirdağ	33	44	35	35
		İstanbul	30	58	32	32
		Yalova	27	88	30	31
		Kocaeli	29	84	35	36
		Sakarya	28	74	31	31
		Düzce	28	73	31	31
		Zonguldak	27	80	30	30
		Bartın	29	77	33	34
		Giresun	27	78	29	30
		Rize	28	71	30	31
		Samsun	29	66	32	32
		Çankırı	29	50	30	30
10.07.2024	13.00					
		Hatay	33	61	39	40
		Osmaniye	36	52	44	44
		Adana	36	60	55	48
		Mersin	33	68	41	43
		Antalya	30	83	37	39
		Aydın*	39	27		
		İzmir*	38	26		
		Manisa	38	31	40	40
		Balıkesir	34	41	36	36
		Çanakkale*	35	32		
		Kırklareli	36	26		
		Tekirdağ	30	67	34	34
		İstanbul	32	54	35	35
		Bursa	33	46	35	35
		Yalova	31	74	38	39
		Kocaeli	33	46	40	41
		Sakarya	34	44	37	37
		Düzce	34	48	38	38
		Bartın	34	74	60	49
		Kastamonu	28	57	29	29
		Sinop	27	70	29	29
		Samsun	30	67	34	34
		Ordu	27	75	29	29
		Giresun	29	74	33	34
		Trabzon	28	76	31	32
		Rize	30	69	34	35
11.07.2024	9.45					
		Hatay	31	65	35	36
		Osmaniye	32	64	37	38
		Adana	32	75	41	42
		Mersin	32	71	40	41
		Antalya	30	66	33	34
		Muğla*	28	40		
		Aydın*	31	38		
		İzmir*	33	35		
		Manisa*	31	46		
		Balıkesir	29	57	30	31
		Çanakkale	29	50	30	30
		Kırklareli				
		Tekirdağ	31	50	33	33

**Hissedilen Sıcaklığı Baz Alan Soğutma Derecesi Gün Değerleri**

		İstanbul	28	69	30	31
		Bursa	28	75	31	31
		Yalova	26	94	29	29
		Sakarya	27	74	29	29
		Düzce	28	66	30	30
		Bartın	29	76	33	34
		Samsun	28	70	30	31
		Ordu	27	76	29	29
		Trabzon	27	80	30	30
		Rize	29	87	35	36
		Çankırı	27	58	28	28
		K. Maraş	31	54	33	34
		Karabük	28	56	29	29
12.07.2024	9.30					
		Hatay	31	64	35	36
		Osmaniye	31	63	35	36
		Adana	33	66	41	42
		Mersin	32	72	40	41
		Antalya	29	66	41	
		Muğla*	29	45		
		Aydın*	31	47	32	32
		İzmir*	29	54	30	30
		Manisa*	30	59	32	33
		Balıkesir	28	66	30	30
		Çanakkale	28	69	30	31
		Kırklareli*	30	42		
		Tekirdağ	29	66	32	32
		İstanbul	28	68	30	30
		Bursa				
		Yalova	26	97	29	28
		Kocaeli	27	90	31	31
		Sakarya	28	75	31	31
		Düzce	27	67	28	29
		Zonguldak	27	87	30	30
		Bartın	29	74	33	33
		Sinop	27	75	29	29
		Samsun	29	65	31	32
		Ordu	27	74	29	29
		Trabzon	28	77	31	32
		Rize	28	74	31	31
		Tokat	28	52	29	29
		K. Maraş	33	43	35	35
		Amasya	27	60	28	28
12.07.2024	14.00					
		Hatay	33	52	37	37
		Osmaniye	34	55	40	40
		Adana	36	64	60	50
		Mersin	33	65	40	41
		Antalya	33	70	42	44
		Muğla*	33	35		
		Aydın*	38	29		
		İzmir	34	43	36	36
		Manisa	36	43	40	40
		Balıkesir	33	48	36	36
		Çanakkale	32	45	33	33
		Kırklareli*	34	29		
		Tekirdağ	28	74	31	31
		İstanbul	33	45	35	35
		Bursa	32	51	34	35
		Yalova	29	84	35	36
		Kocaeli	31	71	37	38
		Sakarya	32	52	35	35
		Düzce	32	52	35	35

**Hissedilen Sıcaklığı Baz Alan Soğutma Derecesi Gün Değerleri**

		Zonguldak	28	71	30	31
		Bartın	32	69	39	40
		Kastamonu	27	60	28	28
		Sinop	29	74	33	34
		Samsun	29	64	31	32
		Ordu	29	70	32	33
		Giresun	29	74	33	34
		Trabzon	28	80	32	32
		Rize	31	66	36	36
		Çankırı	29	49	30	30
		Çorum	31	42	32	31
13.07.2024	14.00					
		Hatay	32	38	32	32
		Osmaniye				
		Adana	33	61	39	40
		Mersin	33	67	41	42
		Antalya	29	76	33	34
		Muğla	30	46	31	31
		Aydın	38	35	41	41
		İzmir*	34	34		
		Manisa*	38	30		
		Balıkesir	34	46	37	37
		Çanakkale	35	41	38	38
		Kırklareli*	33	30		
		Tekirdağ	30	70	34	35
		İstanbul	32	51	34	35
		Bursa	32	51	34	35
		Yalova	30	77	36	37
		Kocaeli	33	63	40	41
		Sakarya	33	47	35	36
		Düzce	32	55	35	36
		Zonguldak	28	73	31	31
		Bartın	31	70	36	38
		Sinop	28	78	31	32
		Samsun	30	71	34	35
		Ordu	28	69	30	31
		Giresun	27	80	30	30
		Trabzon	28	80	32	32
		Rize	30	70	34	35
14.07.2024	11.30					
		Hatay	31	63	35	36
		Osmaniye	32	56	35	36
		Adana	33	65	40	41
		Mersin	33	64	40	41
		Antalya	30	73	35	36
		Muğla	31	50	33	33
		Aydın	35	41	38	36
		İzmir	33	43	35	35
		Manisa	33	45	35	35
		Balıkesir	31	45	32	32
		Çanakkale*				
		Kırklareli*				
		Tekirdağ	31	54	33	34
		İstanbul	32	41	33	33
		Bursa	29	52	30	30
		Yalova	31	76	38	40
		Kocaeli	30	64	33	34
		Sakarya	30	54	32	32
		Düzce	29	59	31	31
		Zonguldak	27	72	29	29
		Bartın	31	63	35	36
		Kastamonu*				
		Sinop	28	74	31	31



## Hissedilen Sıcaklığı Baz Alan Soğutma Derecesi Gün Değerleri

		Samsun	30	66	33	34
		Ordu	26	64	27	27
		Giresun	30	80	36	38
		Trabzon	28	74	31	31
		Rize	27	75	29	29
		Karabük	31	45	31	32
14.07.2024	16.00					
		Hatay	30	59	32	33
		Osmaniye	32	59	36	37
		Adana	34	65	40	44
		Mersin	32	69	39	40
		Antalya	32	60	36	37
		Muğla*				
		Aydın*				
		İzmir*				
		Manisa*				
		Balıkesir*				
		Çanakkale*				
		Kırklareli*				
		Tekirdağ*				
		İstanbul*				
		Bursa	33	40	34	34
		Yalova	32	58	36	39
		Kocaeli	32	57	36	36
		Sakarya	32	44	33	33
		Düzce*	31	44	32	32
		Zonguldak	28	69	30	31
		Bartın	32	58	36	37
		Kastamonu*				
		Sinop	28	67	30	30
		Samsun	30	50	31	31
		Ordu	29	63	31	32
		Giresun	28	77	31	32
		Trabzon	27	78	29	30
		Rize	28	75	31	31
		K.Maraş	33	44	35	35

**Tablo 8. İllere Göre Kuru Sıcaklık Hissedilen Sıcaklık Farkı Değerleri**

İl	Kuru Sıcaklık, oC	Hissedilen Sıcaklık, oC	Sıcaklık Farkı, oC
Hatay	28-31	32-37	4-6
Osmaniye	29-36	31-44	2-8
Adana	31-36	38-46	7-10
Mersin	29-33	33-39	4-6
Antalya	27-37	29-43	2-6
Aydın	27-34	28-36	1-2
İzmir	27-33	29-35	1-2
Manisa	28-33	29-35	1-2
Balıkesir	26-32	27-34	1-2
Çanakkale	27-33	28-34	1-1
Tekirdağ	27-31	29-34	2-2
İstanbul	27-32	28-34	1-2
Bursa	28-33	29-36	1-3
Yalova	27-31	29-37	2-6
Kocaeli	26-32	27-35	1-3
Sakarya	26-33	28-34	2-2
Düzce	27-32	28-37	1-5
Bartın	27-31	30-37	3-6
Sinop	28-29	30-37	3-34
Samsun	27-29	28-32	1-3
Trabzon	27-29	28-32	1-3
Rize	26-29	27-33	1-4