

1. Ek yerlerinin yeri; iş programına, beton karma tesislerinin verimine, yapı kısımlarının cins ve gerilmelerine ve son olarak betonun yüzü çıplak bırakılacaksa bu görünüşten beklenen özelliğe bağlıdır.
2. Ek yerleri beton tabakaları arasında, yeter ve kuvvetli bir bağlantı sağlamalıdır. Bunun için sertleşmiş betonun yüzü pürüzlendirilmeli ve yüzeyde duran pislikler, toz, çimento çamuru vb. temizlenmeli ve yüzey iyice ıslatılmalıdır. Bu yüzey suyu emdikten sonra ve nemli bir durumda iken ilk olarak, en büyük çakıl çapı sertleşmiş betondakinden ufak ve dozajı daha yüksek olan bir beton ile betonlama işine devam edilmelidir. Böyle bir beton yerine çimento şerbeti kullanılmamalıdır.
3. Ek yerlerinin esas rol oynayan zorlamanın az olduğu yerlerde düzenlenmesine dikkat edilmelidir.
4. Mümkün olduğunca beton bir kerede bitirilmelidir. Mümkün değilse ek yeri, yeraltı su seviyesi üstünde olmalı, kademeli bırakılmalı, demir çubuklar veya iri çakıl parçaları bırakılmalı, kolonlarda, kiriş altlarında, döşemelerde açıklığın $\frac{1}{4}$ ünde, kirişlerde kesmenin sıfır, momentin maksimum olduğu yerlerde bırakılmalıdır.
5. Ek yerleri basınç istikametine dik bırakılmalı.

13.16. Betonun Yerleştirilmesi

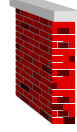
Karıştırılan beton bekletilmeden taşınarak kalıplara yerleştirilmelidir. Ancak çok özel hallerde betonun bir süre işlenmeden bekletilmesine izin verilebilir. Bu süre kuru ve sıcak havada yarım saati, nemli ve serin havada bir saati geçmemelidir. Bu gibi hallerde betonun rüzgar, güneş, şiddetli yağmur vb. etkenlerden korunması, kullanılmadan önce tekrar karıştırılması gerekir. Taşıma esnasında olduğu gibi yerleştirme esnasında da betonun ayrışmamasına dikkat edilmelidir.

Yerleştirileceği yere taşınan beton alt tabaka ile arada boşluk kalmayacak, iyice kaynaşacak ve homojenliğini kaybetmeyecek şekilde yerleştirilmelidir. Bunları sağlamak için alt tabaka yüzeyi hazırlanır.

Beton gevşek bir zemin üzerine yerleştirilecek ise bu zemin silindirlerle sıkıştırılmalıdır.

Toprağın beton karışım suyunu emmesini önlemek için zemin 15 cm. derinliğe kadar iyice nemlendirilmeli, ancak bu arada betonun alt tabaka ile kaynaşmasını önleyecek çamurlu bir yüzeyin oluşması önlenmelidir.

Kayalık zemin üzerine beton dökmeden önce zeminin kaya kırıntıları gibi gevşek kısımları temizlenmelidir.



Betonun temas edeceği kalıp yüzeyleri beton dökümünden önce temizlenmiş olmalı kalıplarda talaş, çivi vb. nin kalmamasına dikkat edilmelidir.

Kalıpların kolay alınmasını sağlamak üzere beton dökümüne başlamadan önce betonla temas edecek yüzeyler ıslatılmalı veya yağlanmalıdır. Sıcak havalarda beton suyunun çok çabuk emilmemesi için ıslatma işlemine özen gösterilmelidir. Kalıplar uzun süre güneş altında bekletilmiş ise ek yerlerinin kapanması için ıslatarak keresteyi su ile doyurmak yararlı olabilir.

Beton serbest olarak 1.5 m.'den daha yüksekten dökülmemelidir. Daha yüksekten dökülmesi halinde beton düşürme oluğu kullanılmalı oluk betonun döküldüğü yüzeye mümkün olduğu kadar yaklaştırılmalıdır.

Dökülen beton tabakaları vibratörün etkili bir sıkıştırma yapabileceği kalınlıkta olmalıdır. Tabaka kalınlığı 30 cm. den az. 50 cm. den fazla olmamalıdır. Tabaka kalınlığı sıkıştırmada kullanılan araca ve sıkıştırma zamanına bağlı olarak değişir. Dökülen her yeni tabakanın altında halen vibre edilebilecek durumda olan tabaka bulunmalı, böylece tabakaların kaynaştırılması olanağı sağlanmalıdır. (şekil 13.9.)

Beton dökme borusu ile beton kalıp kenarından başlanarak dökülmeli, beton yayılma doğrultusuna dik olarak verilmelidir.

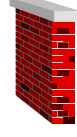
Vibratörle sıkıştırma işlemine yeteri kadar beton döküldükten sonra başlanmalı, böylece akma nedeni ile çözülme önlenmelidir. Betonun yığın halinde boşaltıp vibratörle yaymak ayrılmaya neden olduğundan sakıncalıdır.

13.17. Betonun Sıkıştırılması

Beton üst yüzeyi tamamen kapalı bir hal alıncaya ve artık hiçbir büyük hava kabarcığı çıkmayınca kadar sıkıştırılmalıdır. Sıkıştırma aracının etki alanları yatay ve düşey doğrultuda birbirini kesmelidir (Şekil 13.9).

Tokmakla yapılan elle sıkıştırmaya artık şantiyelerde daha az rastlanılmaktadır. Tokmakla betonun yeterli şekilde sıkıştırılması çok zahmetli olmaktadır. Çünkü böyle bir sıkıştırma için betonun sıkı kıvamlı olması yani az su ile hazırlanması ve ince tabakalar halinde yapılıp tokmaklanması gerekmektedir. Tokmakla sıkıştırılan beton tabakalı yapıya sahip olmakta tabakalar arası su geçirimsiz betonda zayıf kısımları oluşturmaktadır.

Çubukla şişleyerek betonun sıkıştırılması halen modern şantiyelerde diğer yöntemlerle birlikte kullanılmaktadır. Özellikle kalıp açıklığının az, donatının sıkı olduğu yerlerde kullanılan yumuşak kıvamlı betonlar vibrasyonla sıkıştırılması halinde çözülebileceğinden bu durumda şişleme ile sıkıştırma yapılır. Yumuşak kıvamlı beton kalıba döküldüğünde kalıbın içine kolaylıkla yerleştiğinden şişleme ile bir miktar hava kabarcığının çıkarılıp sıkıştırılması



yeterli olmaktadır. Beton teknolojisinde kaliteli beton elde edilmesini etkileyen faktörler içinde sıkıştırma tekniğinin önemli bir yeri vardır.

İyi bir sıkıştırma ile katı kıvamlı betonu dahi pratik olarak tamamen yani % 1-2 den fazla boşluk kalmayacak şekilde sıkıştırmak mümkündür. Hava katkı maddesi katılarak suni olarak hava kabarcıkları oluşturulanlar dışındaki betonların yukarıda belirtilen yüzdelere fazla boşluklu olması o betonun yeterli şekilde sıkıştırılmamış olduğunu gösterir. Yeterli sıkıştırma yapılamaması sonucu kalan boşluklar yüksek Su/Çimento (W/C) oranı gibi betonun basınç dayanımını azaltır, su geçirimsizliğini olumsuz yönde etkiler.

13.17.1. Vibratörle Sıkıştırma

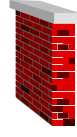
Üniform şekilde yayılarak kalıbına konan betonun boşluksuz hale getirmek için kullanılan makinelerin en önemlisi vibratörlerdir. Vibratörler oluşturdukları vibrasyonla betonun kalıbı boşluksuz olarak doldurmasını sağlarlar. Üzerinde eksantrik kütle bulunan bir veya paralel iki milin yüksek devirde döndürülmesinden meydana gelen merkez kaç kuvveti titreşime neden olur. Betonun içinde bulunan aralarındaki sürtünme nedeni ile hareket edemeyen taneler, titreşim nedeni ile kütlelerine göre hareket etmeye başlarlar. Bu esnada etrafındaki tanelerle zaman zaman teması kesilen taneler, yer çekimi etkisi ile boşlukları dolduracak şekilde ilerler. Böylece vibratörün etki bölgesi içinde kalan kısım, belirli bir süre sonunda, sıkışmış ve kalıbına boşluksuz olarak yerleşmiş olur.

13.17.1.1. Dalıcı (İç) Vibratörler

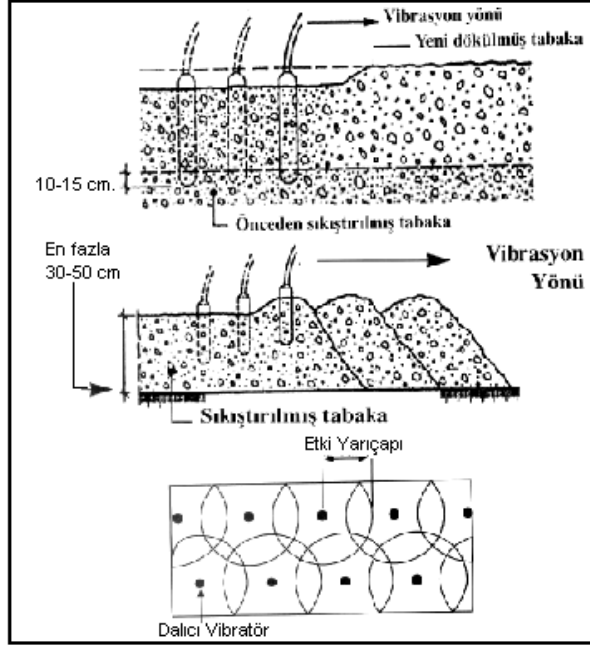
İç vibratörlerde çelikten yapılmış silindirik bir şişe içerisine eksantrik bir kütle yerleştirilmiştir. Bir motor eksantrik kütleyi taşıyan mili ya doğrudan (Şekil 13.8) veya 4 ile 5 m. Uzunluğunda bükülebilir bir mil vasıtası ile döndürür. Vibratörler elektrik, benzin motoru veya basınçlı hava ile işletilebilir. İç vibratörle çok katı ve katı kıvamda betonlar sıkıştırılabilir (beton kıvamları için, sayfa 99, tablo 13.1'e bakınız) .

Sıkıştırma yeterliliği : Vibratör iğnesi beton içinden çekildikten sonra yüzeyin parlak görünlü bir yaşlıkta örtülmesi ve betonun pelte hale gelmesi ile anlaşılır. Vibratör iğnesinin beton yüzeyinde bıraktığı oyuk vibratör geri çekildikçe vibratörün geri çekildiği hacimde, kendi kendine kapanmış olmalıdır.

Betonun kullanılan vibratöre göre çok koyu kıvamlı olması halinde kapanma olmaz, iğnenin çıktığı yer boş kalır. Bu taktirde yapı elemanı boyutları yeterli ise daha kuvvetli vibratör kullanılır, yeterli değilse daha yumuşak kıvamlı beton kullanılması için gerekli önlemler alınır.



Şekil 13.8. Dalıcı Vibratör

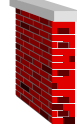


Şekil 13.9. Vibratör Uygulanışı

Vibratör iğnesi saniyede 8 cm'lik bir hızla düşey olarak dökülen tabakanın alt yüzeyine kadar daldırılır. Henüz katılaşmamış bir beton tabakası üzerine taze bir beton tabakası yerleştirilip sıkıştırılması halinde vibratör alttaki tabakanın en az 20 cm. içine girecek şekilde daldırılmalıdır. Bu şekilde tabakaların kaynaşması sağlanmış olur (Şekil 13.9). Bunu takiben vibrasyon iğnesi iri hava kabarcıklarının çıkması sona erecek şekilde yavaşça yukarı doğru çekilir.

İğnenin eğimli olarak daldırılması alt tabakaya erişmemesine ve tabakaların yeterli şekilde kaynaşmamasına neden olabilir.

Vibratörün daldırıldığı eksenlerin çevresinde oluşan etki sahaları yeteri kadar birbiri ile kesişmelidir (Şekil 13.9). Etki sahası vibratörün daldırıldığı eksenin çevresinde silindirik şeklinde oluşan betonun sıkışma sonucu oturma yaptığı hacimdir. Deney sonuçlarına göre vibratörün etki sahasının çapı (D), vibratör iğne çapının (d) yaklaşık 10 katıdır. Burada vibratörün daldırılma noktaları arasındaki mesafe



$$\frac{D}{\sqrt{2}} = 0.7 D = 7 d \text{ olur (Şekil 13.9).}$$

Vibratör betona kalıptan iğne çapının 2 ile 3 katı kadar uzaktan daldırılmalıdır. İğnenin kalıpla teması, kalıba betonun yapışmaması için sürülen malzemeyi tahrip edebileceğinden bu kısımda betonun kalıba yapışmasına neden olabilir.

- ❖ İğne çapı 5 cm. olan vibratörle minimum serbest açıklığı 25 cm.
- ❖ İğne çapı 3 cm. olanla minimum serbest açıklığı 15 cm.
- ❖ İğne çapı 7 cm. olanlarda minimum serbest açıklığı 35 cm. olan duvar ve kolonların sıkıştırılması yapılabilir.

13.17.1.2. Yüzey Vibratörü

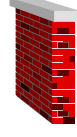
Yüzey vibratörü genellikle beton üst yüzeyinde düşey titreşimle sıkışmayı sağlar. Hafif elle hare-ket ettirilen yü-zey vibratörleri 15 cm.'ye kadar kalınlıktaki beton tabakalarının



sıkıştırılmasında kullanılır. Yol betonlarının sıkıştırılmasında kullanılan yüzey vibratörleri 30 ile 40 cm. kalınlığındaki beton tabakaları sıkıştırılabilmektedir. Sıkıştırma başlamadan beton eşit olarak yayılmalı ve itina ile aynı seviyede olacak şekilde tesviye edilmelidir. Yerleştirmede yapılacak hatalar vibrasyonla giderilemeyeceği için beton yüzeyinde bozukluklar görülür. Yüzey vibratörü ile sıkıştırılacak betonun karışım oranı uygun olarak saptanmalı, içinde yeteri kadar çok ince tane bulunmalı ve sıkı kıvamlı olmalıdır. Böyle bir betonda sıkıştırma esnasında ayrışma olmaz, kapalı bir üst yüzey elde edilebilir.

13.17.1.3. Kalıp Vibratörleri

Kalıp vibratörünün kullanılabilmesi için kalıp yeterli sağlamlıkta olmalıdır. Vibratörün tutulduğu yerler, etki sahaları birbirini kesecek şekilde seçilmelidir. Bu noktalar vibratör tutulan kalıba çeşitli noktalarda dokunarak bulunabilir. Bir yapı elemanının örneğin bir perde duvarının yalnız bir yüzüne vibrasyon uygulamak yeterli değildir. Her iki yüzüne de uygulanması gerekir.



Kalıp vibratörleri özellikle iç vibratörlerin kalıp darlığı ve donatı sıklığı nedeni ile kullanılamaması halinde tercih edilmektedir. Kalıp vibratörleri prefabrik elemanların üretiminde kalıba bağlanarak kullanılmaktadır. Şantiyelerde özel destekli kalıp vibratörünü kalıbın çeşitli noktalarına dayayarak çok kolay şekilde kullanmak mümkündür.

13.17.2. Betonun Tekrar Sıkıştırılması

Sıkıştırılmış taze betona, örneğin bir saat sonra yeniden vibratör uygulanmasına tekrar sıkıştırma denir. Tabakalar halinde sıkıştırmada, vibratör daha önce dökülmüş tabakaya bir miktar daldırılarak vibrasyon edildiğinden tabakaların kaynaşması sağlanır.

Tekrar sıkıştırma beton döküldükten sonra ne kadar geç yapılırsa etkisi de o kadar fazla olur. ***Ancak, betonun tekrar vibrasyon edilmesi için vibratör iğnesi kendi ağırlığı ile betona bataabilmeli ve beton çok kısa bir süre için akışkan hale gelebilmelidir.*** Vibratör geri çekildiğinde iğne boşluğu kendiliğinden kapanmalıdır.

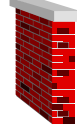
Yukarda açıklandığı şekilde tekrarlanan vibrasyon genellikle betonun basınç ve eğilmede çekme dayanımını artırır, iri taneler ve donatı çubukları ile betonun ince harçlı kısımları arasındaki aderansı yükseltir. Kusmadan doğan çözülmenin etkisini gidererek homojenliğini sağlar, boşluklar azalır, yüzey vibratörü ile tekrar sıkıştırma rötne çatlaklarının da kapanmasına neden olur.

Yumuşak kıvamlı beton karışımları kolon vb. gibi yüksekliği fazla olan yapı elemanlarına döküldüğünde üst kısımda su, çimento ve ince tanelerin toplanmasına neden olur. Bu sakıncanın giderilmesinde üst kısma uygulanacak tekrar sıkıştırma yararlı olmaktadır.

Buna karşın tekrarlanan vibrasyonun gerektiği gibi yapılmaması halinde düzensiz ve devamlı şekilde değişikliğine, büyük çekme-eğilme, kesme veya burkulma hareketlerine, beton ile donatı arasında oynama meydana gelmesine, çatlakların oluşmasına neden olabilir.

13.18. Betonun Kür Edilmesi

Beton karışım oranının uygun olarak saptanması, uygun şekilde işlenip sıkıştırılmasından başka sertleşmekte olan betonun kürü de kalitesini büyük ölçüde etkiler. Betonun basınç dayanımı, donma ve çözülme olayına karşı dayanıklılığı, su geçirimsizliği, aşınma direnci ve hacim sabitliği gibi özellikleri çimentonun hidrasyonu için **uygun koşullarda** bekletildiği sürece gelişir.



Uygun koşul: %95 bağıl rutubet, sıcaklığı 21-25 °C olan rutubetli oda veya aynı sıcaklıkta kirece doymuş su içinde bekletmedir (geniş bilgi için sayfa 251, bölüm 13.30.3.1'e bakınız). (Beton numuneleri için)

Başlangıçta hızlı olan gelişme, zamanla yavaşlar. Kalitedeki bu gelişmeyi özellikle iki faktör etkiler;

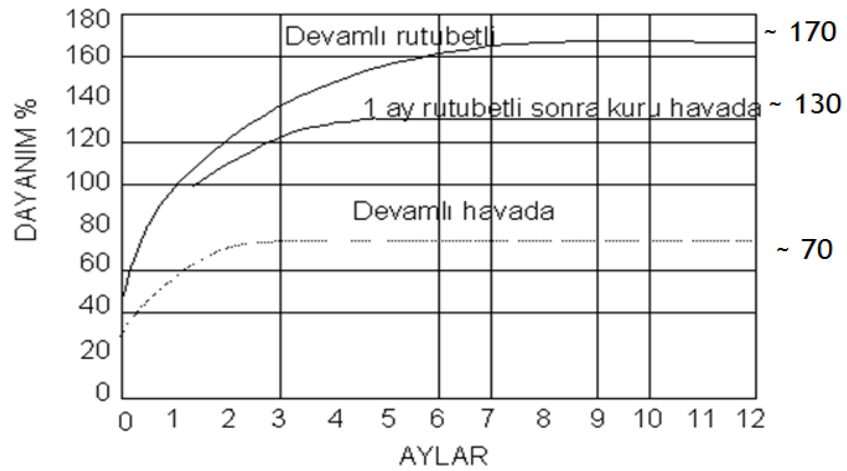
1- Rutubetli muhafaza.

2- Uygun sıcaklık,

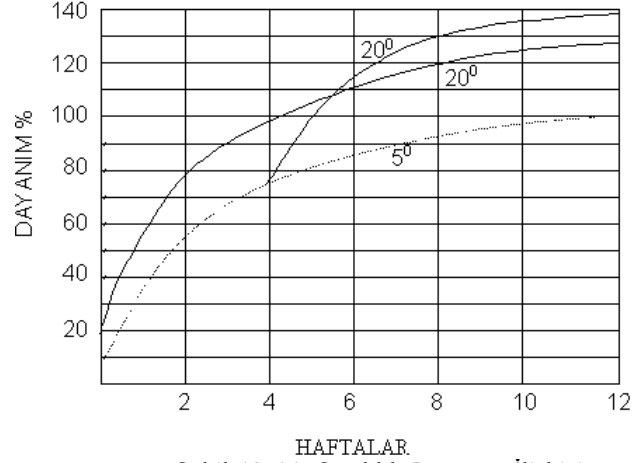
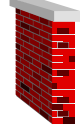
Rutubetli muhafaza ile beton dayanımı arasındaki bağıntı (Şekil 13.10) da gösterilmiştir. Yeni yerleştirilmiş betonun suyunu sürekli olarak kaybetmesi çimentonun hidratasyonunu büyük ölçüde geciktirir. Su kaybı betonda büzölmeye (rötre) neden olur. Bunun sonucu olarakta kuruyan yüzeylerde çekme gerilmeleri meydana gelir. Bu gerilmelerin beton yeterli dayanımı kazanmadan gelişmesi, yüzeyde çatlakların oluşmasına neden olur.

Hava sıcaklığının düşmesi hidratasyon olayını yavaşlatır. Pratik olarak sıcaklığın donma derecesine yaklaşması veya altına düşmesi halinde çimento ile su arasında kimyasal reaksiyon çok yavaşlar. Bu nedenle sertleşmekte olan beton başlangıçta rutubet kaybına karşı korunmalı ve beton sıcaklığı hidratasyon için uygun seviyede muhafaza edilmelidir.

Sıcaklığın beton dayanımı üzerindeki etkisi (Şekil 13.11)'deki diyagramda açık olarak görölmektedir.



Şekil 13.10. Rutubet-Dayanım İlişkisi



Şekil 13.11. Sıcaklık-Dayanım ilişkisi

13.18.1. Kür Yöntemleri

Betonun rutubetli olarak bazı hallerde uygun sıcaklıkta muhafazası için uygulanan yöntemlerden bazıları

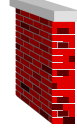
1. Katılaşma başlangıcında beton yüzeyine ek rutubet sağlamak. Bu amaçla beton üzerinde göllenme yapılır, su püskürtülür veya rutubetli örtü kullanılır. Ancak bu yöntemler buharlaşma sonucu soğumaya neden olduklarından sıcak havalar için elverişlidirler.

2. Beton yüzeyini örtmek suretiyle rutubet kaybını önlemek. Bunu sağlamak için su geçirimsiz kağıt, plastik örtü özel olarak üretilen sıvı halde kullanılan daha sonra kuruyarak su geçirimsiz tabaka oluşturan kür maddeleri kullanmak, kalıpları yerinde bırakmak gibi yöntemler kullanılır.

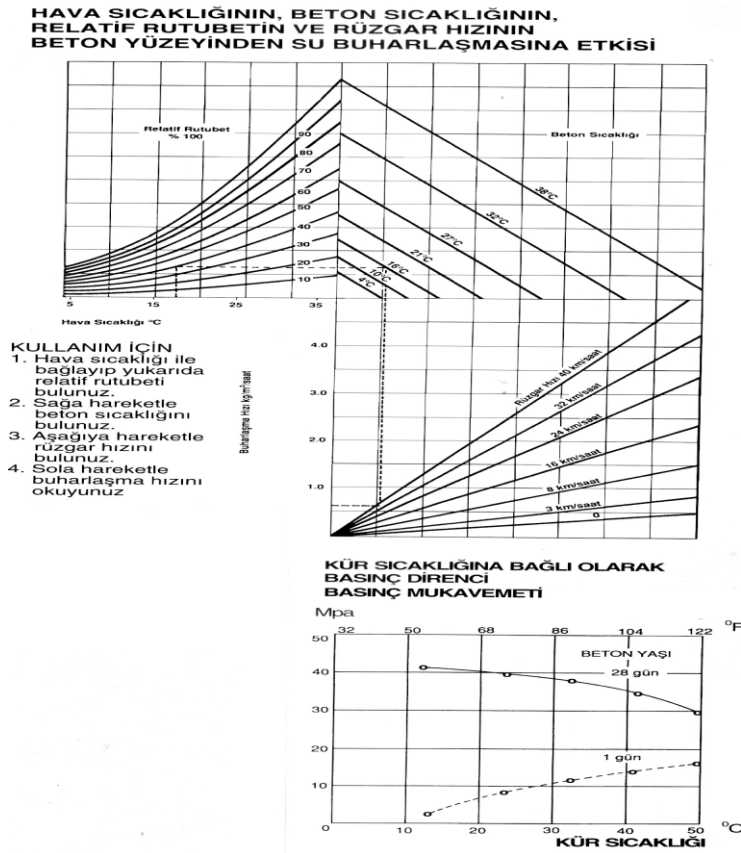
3. Dayanım kazanmasını süratlendirmek için betona ek rutubet ve sıcaklık sağlamak. Bu amaçla buhar püskürtülür veya ısıtmak için borular kullanılır.

(Şekil 13.12) de su buharlaşmasını yalnız hava sıcaklığının değil aynı zamanda havanın relatif rutubeti ve rüzgar durumunda etkileyişi gösterilmiştir. Bu diyagram yardımı ile havanın sıcaklığının, relatif rutubetinin rüzgar hızının bilinmesi halinde 1 m² beton yüzeyinde 1 saatte meydana gelecek su kaybı kolaylıkla bulunabilir. Bu bakımdan özellikle döşeme ve kaplamalarında önemli miktarda su kaybının meydana geleceği dikkate alınmalıdır.

Betonun yerine konulduktan sonraki bakımı için öngörülen hususlar aşağıda ki gibidir:



Bakımla yeni sertleşmiş betonun dayanımı önemli oranda arttırılabilmesine göre dökülen beton priz ve ilk sertleşme günlerinde sıcaklığın (güneş ışınları) rüzgarın, soğğun, su akımının, kimyasal etkilerin ve sarsıntıların zararlı etkilerinden korunmalıdır. Beton döküldükten sonra geçecek ilk 8 veya durumuna göre 14 gün sürekli olarak nemli tutulmalıdır.



Şekil 13.12. Su Buharlaşması, Hava Sıcaklığı, Rüzgar Durumu, Relatif Rutubet Etkilenişi

Betonu nemli tutmak için üzeri kaneviçe, hasır veya kumla örtülerek ıslatılmalıdır. Bu amaç için şeker çuvalı hiçbir suretle kullanılmamalıdır.

Çabuk sertleşen portland çimentoları ve özellikle alüminli çimentoyla yapılan betonlar mutlaka daha nemli tutulmalıdır.

Taze beton soğuk zamanlarda donmaya karşı da korunmalıdır.