

L-30 MANYETİZMA ve SPEKTROKİMYASAL TEORİ

Evet, herkes clicker sorusuna dönsün. Henüz cevaplamadıysanız, cevabı tıklamak için uygun zaman. Son 10 saniye. Evet. Bundan daha iyisini yapabilirsiniz. Tetrahedral bileşikler. Tetrahedral bileşiklerde ligandlar arasındaki açı kaç derecedir? 109.5° Negatif noktasal yükler olarak düşüneceğimiz ligandlar, d orbitalleriyle tam olarak aynı doğrultuda değildir. Ancak eksenlerle 45 derecelik açı yapan orbitallere daha yakınlardır. d_{xy} d_{yz} d_{zx} en çok etkilenen orbitallerdir. Fakat bunlardan hiçbirisi tam olarak ligandlarla aynı doğrultuda değildir. Bu, oktahedral ve kare düzlem sistemle zıt olduğunu gösteriyor. Oktahedral ve kare düzlem sistemlerde, d orbitallerinin bazılarıyla ligandlar aynı doğrultudadır. Tetrahedral sistemde ligandların hiçbir d orbitaliyle aynı doğrultuda olmaması, tetrahedral kristal alan yarılmaya enerjisinin düşük olmasına neden olur. Enerji düşük olursa, sistem yüksek spinli olmaya eğilimlidir. Elektronları eşleştirmeden önce tüm orbitallere birer birer yerleştiririz, maksimum sayıda orbital kullanırız. Eşleştirmeden önce hepsini birer birer yerleştirdiğimiz için sistem yüksek spinlidir, eşleşmemiş elektron sayısı maksimumdur. Bu, geçiş metalleri konusunun son dersi. Kristal alan teorisini işliyoruz. Bugün renkler ve kristal alan teorisine devam edeceğiz.

Renkler. Doğada çok güzel renkler var. Doğada gördüğümüz güzel renklerin bazılarının geçiş metalleriyle ya da ligandlarla ilgisi vardır. Renklerin nasıl değiştiğini ve bir molekülün renginin, yükseltgenme basamağıyla ve ligandlarla ilgisini göreceğimiz bir örnek yapalım. Dr. Taylor size bunu gösterecek. Önce deneyi görüp sonra mı soruya bakalım? Deney önce mi? “kesinlikle.” Tamam.

Sunuda bazı reaksiyonlar var, bunları inceleyin. Reaksiyon devam ederken, yükseltgenme ve ligand durumlarıyla ilgili değişiklikler olacak ve bu durum rengin değişmesini sağlayacak. Bu ilk rengi nasıl tanımlarsınız? Daha önce bunu görüp ne olacağını tahmin eden var mı? Bu salınan saat reaksiyonudur. Reaksiyon ilerlerken çözeltinin rengi iki renk arasında gidip gelir. Renk bu şekilde değişir. Reaksiyon böyle devam eder. Ne olacağını düşünelim. Burada net reaksiyon var. Bu reaksiyonu iki yarı reaksiyon şeklinde yazabiliriz. İlk reaksiyonda iyoda ne olur? Son 10 saniye. Çok güzel. Buraya bakarsak, 3 oksijenin her biri -2, oksijenlerin tamamı -6 olur. Molekül yükünün -1 olması için, iyot +5 olmalıdır. Burada ise +1,-2 ; iyot +1 olmalı. Bu bir quiz sorusuydu.

Soruyu yanlış yapsanız bile buradan 3 puan alırsınız. Bunu puan almanız için yaptık ve çoğunuz bunu doğru yaptı. Bunu yapın, ekstra puan alın. Evet, çok güzel. İyot indirgenir. İlk reaksiyonda HOI üretilir, ikinci reaksiyonda tüketilir. İkinci reaksiyon da, tekrar iki reaksiyon şeklinde yazılabilir. Buradaki ilk reaksiyonda indirgenen ve yükseltgenen nedir? Son 10 saniye. Harika. Öncekinden biraz daha yüksek bir skor. Bu +1 idi, bu da -1, ikisi de sıfır olmuş. İyot hem indirgenmiş hem yükseltgenmiş. Reaksiyon süresince, çözeltinin ilk olarak renksiz olduğunu gördünüz. Çözeltide I^- iyonları vardı. Daha sonra sarı renge döndü, çözeltide ise I_2 molekülleri vardı. Daha sonraki koyu renk ise çözeltide nişasta kompleksleri olduğunu gösteriyordu. Aynı elementin iyonu ve molekülü farklı renkte, eğer elemente ligandlar bağlanmışsa o zaman da farklı renktedir. Bu koordinasyon bileşikleri için doğrudur; merkez atomu olan metal, çevresindeki ligandlardan çok fazla etkilenir. Çevresindeki ligandların türüne bağlı olarak, öncekinden tamamen farklı renklere sahip olabilir. Bugün bunları işleyeceğiz. Geçiş metalinin çevresindeki ligand türüne göre bileşiğin rengini belirlemeye çalışacağız.

Birçok geçiş metali çok güzel renklere sahiptir. Benim laboratuvar çalışmam, proteinlere bağlanan metallerle ilgiliydi. Çoğu proteinin rengi de içerdikleri metal kofaktörün rengi olur. Bu çalışma alanını sevmemin başka bir nedeni de bu proteinlerin çok güzel oluşuydu. Bileşiğin rengi, metalin ve ligandın doğasından kaynaklanır. Koordinasyon bileşiklerinin renkleri açıklamak için basitleştirilmiş bir teori olan kristal alan teorisini yine kullanacağız. Bu sonuçlar her zaman kesin değildir ama size renkler hakkında tahmin yürütme şansı verir. Belirli koşullar altında, elde edeceğimiz renkler hakkında tahminler yapabilirsiniz. Bunu yakından inceleyelim.

Ligandlar, d orbitallerini yarma yeteneğine sahiptirler. Eğer geçiş metallerinden bahsediyorsak bu kesinlikle d orbitalleriyle ilgilidir. Kuvvetli alan ligandlarından ve zayıf alan ligandlarından bahsettik. Bu konu hakkında bugün biraz daha konuşacağız ama bu sefer renkler bağlamında. Kuvvetli alan, d orbitallerinin enerjileri arasında büyük farklılıklar oluşturur. Buna zıt olarak, bugünün tetrahedral bileşiklerle ilgili olan ilk sorusunda olduğu gibi, tetrahedral alanda d orbitallerinin yarıma enerjisi çok düşüktür çünkü tetrahedral alan zayıf alan olarak düşünülür. Burada unutmamanız gereken bir şey var. Aslında

bu derste ezberlemek zorunda olduğunuz çok şey yoktur. Ama bu 6 ligandı, d orbitallerini yarma yeteneklerinden dolayı aklınızda tutmalısınız.

Sağ tarafta 3 tane kuvvetli alan ligandı var. CN^- , CO , NH_3 . Bunlar yüksek yarılma enerjisine sahiptir ve düşük spinli olurlar. Daha sonra orta bir grup olan 3 ligand var. Bunlar orta alan ligandlarıdır. H_2O , OH^- ve F^- . Karşılaştıracak olursak bunlar orta alandır. Orta alanın, kuvvetli ve zayıf alanla nasıl karşılaştırılacağını sormalısınız. Daha sonra zayıf alan ligandları var. Cl^- , Br^- ve I^- . Yarılma enerjileri düşüktür. Yüksek spinlidirler. Yüksek spinli bileşiklerde olmak isterler. Birkaç örneğe bakalım.

Daha önceki bileşiklerde demirden bahsetmiştik. Şimdi Fe^{3+} iyonunun yer alacağı iki durumu göreceğiz. Aynı metal, eşit yükseltgenme basamağı ama Fe^{3+} farklı ligandlara sahip. İlk durumda 6 H_2O ligandlı bir yüksek spinli sistemimiz var. İkinci durumda ise 6 CN^- ligandlı bir düşük spinli sistemimiz var. Her şeyden önce yapmamız gereken şey değerlik elektron sayısını hesaplamak. Bunu bulmak için, demirin periyodik cetveldeki yerini bilmeliyiz. Grup numarası 8. Yükseltgenme basamağı +3. $8-3=5$, bu bir d^5 sistemi. Burada iki diyagram var. Bir tanesi yüksek yarılma enerjisine, diğeri de düşük yarılma enerjisine sahip. Bu diyagramları clicker sorusuyla dolduralım. Yüksek spinli sistem nasıl olur? Son 10 saniye. Çok güzel. Bu, en yüksek skorlarımızdan bir tanesi. Bu, doğru. Elektronları eşlemeden önce birer birer yerleştirerek maksimum orbital sayısını kullanmalıyız. Elektronları üst enerji düzeyine de yerleştiririz çünkü yarılma enerjisi düşük. Üst enerji düzeyine yerleştirmek için çok enerjiye gerek yok, elektronları eşlemek için daha çok enerjiye gerek var. Çünkü bu bir zayıf alan. Bu bir yüksek spin sistemi ve maksimum sayıda eşleşmemiş elektron var. Sağ tarafta ise enerji farkı çok büyük. Elektronları üst enerji düzeyine çıkarmak için çok fazla enerjiye ihtiyaç var. Aşağıdaki tüm orbitalleri doldurup, daha sonra yukarıya elektron yerleştirmeliyiz. İlk 3 elektronu yerleştirip, daha sonra da elektronları eşlemeliyiz. Elektronları eşlemek, yukarıya çıkarmaktan daha az enerji gerektirir. 4. ve 5. elektronları da aşağıya yerleştiririz. Bu kuvvetli alan ve düşük spinli bir sistemdir. Sol taraftaki zayıf alan, yüksek spinli, maksimum sayıda eşlenmemiş elektron var. Burada ise kuvvetli alan var, düşük spinli ve minimum sayıda eşlenmemiş elektron var. Bunu tekrar yapıyoruz çünkü biliyoruz ki, CN^- kuvvetli alan ligandıdır; halbuki H_2O orta alan ligandıdır, CN^- e göre daha zayıftır. Daha önce işlemiş olduğumuz şeyleri işlemeye devam

edeceğiz. Bazı konuları tekrar edeceğiz. d^n elektron konfigürasyonu yapalım. Aşağıdaki orbitallerin isimleri nedir? Evet, t_{2g} . Burada kaç elektron var? 3. e_g de ise 2 elektron var. Sağ tarafta nasıl olur? t_{2g}^5 . Elektron konfigürasyonu için bir tekrar yaptık. Bunlar, diyagramların nasıl olduğunu anlatan kısa yol gösterimler. Bunu daha önce konuştuk. Bu terimler nereden gelir? Kristal alan kararlılık enerjisi. Doğru. Peki bu yüksek spinli sistem için nedir? Son 10 saniye. Evet, sıfır. Aşağıda 3 elektron var. $3 * (-2/5) * \Delta_0$. Yukarıda 2 elektron var. $2 * (+3/5) * \Delta_0 + (+6/5) \Delta_0 - (6/5) \Delta_0 = 0$. Burada kararlılıkta değişim yok. Öncekine eşit olur. Çünkü aşağıda 3, yukarıda ise 2 elektron var.

Peki düşük spinli sistemde durum nasıldır? Burada ne yaparız? $5 * (-2/5) * \Delta_0 = (-10/5) * \Delta_0 + 2PE$. $2PE$ yazarız çünkü 2 çift eşlenmiş elektron var. Bu, daha önce yaptıklarımızın tekrarı. Bunları tekrar yaptık böylece hatırlamış olduk. Şimdi, sıradaki konuya geçelim. Eğer elektronlardan bazılarını üst orbitallere çıkarırsak hangi dalga boyu türleri soğurulur? Oktahedral koordinasyon bileşiklerinden soğurulan ışık durumunu inceleyelim. Fizik ya da lisedeki dersleri hatırlayın. Fotonların enerjisi, elektronları üst enerji düzeylerine uyarmak için gereken enerji miktarını karşılıyorsa, madde ışık fotonlarını soğurur. Şimdi dönemin ilk konularından birinin tekrarını yapalım. Bu her zaman çok iyidir. Tüm bilgileri bir araya getiririz, final için gözden geçiririz. Dönem içerisindeki konular arasında bağlantılar vardır. Bu size tanıdık gelmeli. Soğurulan ışığın enerjisi, $h * \nu$ ye eşittir. Ama şimdi bunu başka bir terime eşitleyebiliriz, bu ünite de bahsettiğimiz bir terime. Bu terim, oktahedral kristal alan yarılma enerjisidir. Bir elektronu aşağıdan yukarıya çıkarmak için gerekli olan enerji, yani yarılma enerjisi, E_{light} a eşittir. Farklı koordinasyon bileşiklerinin farklı dalga boylarındaki ışığı soğurması, ne demektir? Bunu düşünelim. Eğer soğurulan ışığın frekansı yüksekse, ışığın dalga boyu düşüktür. Bu ilişkiyi biliyoruz; dönemin başını, liseyi ya da fizik dersini hatırlayın. Işığın frekansı ve dalga boyu arasındaki ilişkiyi ifade eden çok kullanışlı bir formülümüz var. $c = \lambda \nu$. Eğer soğurulan ışığın frekansı yüksekse, dalga boyu küçüktür. Örneğimize geri dönelim. H_2O içeren yüksek spinli sistemimiz var. Yarılma enerjisi 171 kJ/mol . Ligand CN^- iken yarılma enerjisi 392 kJ/mol . Bu, bir kuvvetli alan olduğu için yarılma enerjisi büyük. Sol taraftaki ise orta alan, bunun için değerine göre yarılma enerjisi daha küçük. Bu değerlerle soğurulan ışığın dalga boyunu bulabiliriz. Önce yüksek spinli sistem için. Formülü tekrar düzenleyelim. Dalga boyunu, $h * c / \Delta_0$ a eşittir. Çünkü burada E , Δ_0 ye eşittir. Değerleri yerine

koyalım. Planck sabiti * ışık hızı /kristal alan yarıma enerjisi ve bazı çevirmeler var. Bu konuda dikkat etmeniz gereken bir yer de birimlerdir. Yarıma enerjisi genelde kj/mol olarak, Planck sabiti joule*saniye olarak verilir. Evet birini diğerine dönüştürmeliyiz. Burada kilojoule'ü joule yaptık. Elde edeceğimiz birim dalga boyunun birimi olacağı için metre ya da nanometre olmalı. Yani mollerden kurtulmalıyız. Bunun için Avogadro sayısını kullanırız. Şimdi birimler birbirini götürdü, doğru birim kaldı. Saniyeler, moller, jouleler ve kilojouleler birbirini götürdü. Sadece metre kaldı. $7.00 \cdot 10^{-7}$ metre. Işığın dalga boyu için bu mantıklı bir sonuç mu? Evet çünkü nanometre olacak. 700 nm. Değişik bir şey yaparsanız ve Avogadro sayısını unutursanız çok tuhaf sonuçlar bulursunuz. Çözümü yaptıktan sonra kontrol edin. 700nm. Bunun hangi ışık olduğunu tahmin eden var mı? Kırmızı. Kırmızı ışığı soğurmuş. Şimdi aynı işlemi CN^- için yani düşük spinli sistem için yapalım. Sadece Δ_0 yerine 392 kj /mol yazalım. 305nm buluruz. Bu daha küçük bir dalga boyu. Soğurulan ışığın dalga boyu H_2O ligandlı bileşik için 700nm, CN^- ligandlı bileşik için 305 nm. H_2O içeren bileşikte kırmızı ışık, CN^- içeren bileşikte ise mor ışık soğurulur. Soğurulan ışığın rengi, yansıtılan ışığın renginin tamamlayıcı rengidir. Yarıma enerjisi ya da ligand türü hakkında bir şey biliyorsak, renk hakkında da bir şey biliyoruz demektir. Şimdi başka bir örnek. Kromun iki farklı bileşiğinin renklerini bulmaya çalışalım. H_2O ligandlı ilk bileşikteki kromun yükseltgenme basamağı kaçtır? Kaçtır? Peki NH_3 ligandlı bileşik için? +3 ve +3 . Kromun değerlik elektron sayısını bulalım. Grup numarası kaçtır? 6 . $6-3=3$. d^3 sistemimiz var. Peki CN nedir? Koordinasyon sayısı. Bu ikisi için CN nedir? 6 . Kroma koordine olmuş 6 ligand var. Oktahedral sistemimiz var. H_2O hangi tür liganddır? Orta. Peki NH_3 ? Kuvvetli. NH_3 kuvvetli, H_2O orta yani NH_3 e göre daha zayıf. Buradaki sistem kuvvetli ligand için, buradaki ise orta yani daha zayıf ligand için. Burada iki diyagram var. Biri yüksek yarıma enerjili biri düşük yarıma enerjili. Diyagramlar aynı mı görünür, farklı mı? Aynı. Sadece üç elektron var. Diyagramlar aynı olur. İki durumda da elektronları düşük enerjili orbitallere yerleştiririz. Burada dördüncü elektron yok, işimiz kolay. Diyagramlar aynı görünüyor. Bugünkü konuyu işlemeyecek olsaydık "tamam işimiz bitti diyagramlar aynı görünüyor" deyip bitirirdik. Ama biliyoruz ki bu iki bileşik aynı bileşik değil. Diyagramları aynı görünse bile farklı özellikleri var. Sol tarafta, bir elektronu uyarmak için gerekli olan enerji sağ taraftakine göre daha düşüktür. Dolayısıyla iki bileşikte soğurulan ışık farklıdır. Bu, yansıtılan ışığın da farklı olması demektir. Burada zayıf alan burada ise

kuvvetli alan var. Devam edelim ve bu iki durumu inceleyelim. Δ_0 küçük olduğunda bu, düşük E ve düşük frekans demektir. Eğer Δ_0 büyükse, E de büyük ve frekans yüksektir. Eğer soğurulan ışığın frekansı düşükse ışığın dalga boyu yüksektir. Yüksek frekans düşük dalga boyu demektir. Soğurulan ışığın rengi, yansıtılan ışığın tamamlayıcı rengidir.

Tamamlayıcı renkleri ne zaman öğrendiniz. Altıncı sınıfta. Daha mı erken? Tam olarak hatırlamıyorum. Ama çok erken olduğunu biliyorum. Bana sık sık “sınavda formül sayfasında tamamlayıcı renkleri verecek misiniz, yoksa bunları bilmemiz gerekiyor mu?” diye soruyorlar. Sınavda, bunun bir versiyonunu veriyoruz. Bu ders için anaokulu notlarınızı tekrar etmenize gerek yok. Bu bilgi çok erken öğreniliyor tam olarak ne zaman olduğunu hatırlamıyorum. Işık renkleri bütünleyicidir. Bunlar yaklaşık sonuçlardır. Yansıtılan ışığın dalga boyu küçükse, yarıma enerjisi düşüktür yani bu bir zayıf alandır ve bileşiğin rengi mordur. Kuvvetli alanda ise yüksek enerjili yani yüksek frekanslı- düşük dalga boylu ışık soğurulur. Yansıtılan ışığın dalga boyu yüksektir. Bileşiğin rengi sarıdır.

Renklere geri dönecek olursak, dalga boyu düşük olduğu zaman renk mordur. Kuvvetli alan ligandı içeren bileşikte yansıtılan ışığın dalga boyu büyüktür ve bileşiğin rengi sarıdır. Kromun yükseltgenme basamağı aynı, ikisi de oktahedral bileşik, iki durumda da altı ligand ve aynı oktahedral kristal alan diyagramı olmasına rağmen bir bileşiğin rengi mor diğerinki sarıdır.

Gerekli bilgiler verildiğinde, sizden kristal alan yarıma enerjisini kJ/mol cinsinden hesaplamanız istenebilir. Yarıma enerjisi verildiğinde dalga boyunu bulmayı öğrendik. Aynı şekilde dalga boyu verildiğinde de yarıma enerjisini bulabilmelisiniz. Bu sorudaki başka bir Cr bileşiği. Soğurulan ışığın dalga boyu 740 nm . Rengin ne olmasını bekliyorsunuz? Yeşil. Bu şekilde tahmin yürüteceksiniz. Kimya deneysel bir bilimdir. Ama tamamlayıcı renkler bilgisiyle, soğurulan ışıktan yola çıkarak yansıtılan ışığın rengini tahmin edeceksiniz. Soğurulan ışığın frekansını hesaplayabiliriz. Dalga boyu verilmiş, ışık hızını da biliyoruz. Değerleri yerine koyalım. Cevap $4.05 \cdot 10^{14} \text{ s}^{-1}$. Şimdi kristal alan yarıma enerjisini hesaplayalım. Planck sabitini ve frekansı kullanarak cevabı $2.68 \cdot 10^{-19} \text{ j}$ buluruz. Soru bitti mi? Hayır. kJ /mol olarak sorulmuştu. İşimiz bitmedi. kJ/mol olarak bulmalıyız. Burayı vurguluyorum çünkü finalde bundan çok puan kaybediyorsunuz. Gerçekten zor yerlerden puan kaybedin buralardan değil. Genelde kJ/mol olarak sorarız. Burada birimlerin dönüştürülmesini

yapıyoruz. Avogadro sayısını kullanarak buluyoruz. Böylece 160 kJ/mol buluyoruz, şimdiye kadar görmüş olduğunuz kristal alan yarılma enerjisi değerlerine yakın bir değer.

Maalesef, bazı koordinasyon bileşiklerinin renkleri yoktur. Bu neden olur? Bir şey neden renksiz olur; d orbitalleri var ve bu bir geçiş metali? Tüm d orbitalleri için geçerli bir şey? Örneğin tüm d orbitalleri dolu olabilir. Bu çok sık karşılaştığımız bir durumdur. Görünür bölgede d orbitalleri arasında geçiş olmaz. Bu duruma uyan birçok metal vardır. Zn ve Cd biyolojik sistemlerde bize çok problem çıkarır. Neden böyle olur? Çünkü ikisi de on ikinci gruptadır. Ama genelde Zn^{2+} ve Cd^{2+} şeklinde bulunurlar. $12-2=10$ elektron demektir. İki iyon için de durum böyledir. Yani tüm d orbitalleri doludur. Zn biyolojik sistemlerde çok önemli bir metaldir. Tüm d orbitalleri dolu olduğu için renksizdir. Bu yüzden bir enzim molekülünde çinko olup olmadığını anlamak zordur. Şu ifadeyi içeren bir soru vardı. Çinko biyolojik sistemlerde çok önemlidir, kendisine bağlı olan grupların pK_a sını değiştirir. Bu genelde onun işidir. Biyokimyacılar Zn içeren protein problemiyle sık sık karşılaşılırlar. Rengi olmadığı için bileşiğin paramanyetik ya da diamanyetik özelliğini incelerler. Eğer paramanyetik ise eşlenmemiş elektron var demektir. Burada metal var demektir. Ama çinko için spektroskopik bir ölçüm yöntemi yoktur. Bir kristal yapı belirlendiğinde bu proteinde çinkonun varlığını öğrenmek çok şaşırtıcıdır.

Mekanizmalarının bir parçası olarak Cd içeren çok fazla protein olduğunu düşünüyor musunuz? Cd hakkında ne biliyorsunuz? Evet Cd zehirlidir. Barbekü ve grillerde kaplama malzemesi olarak yaygın bir şekilde kullanılır. Çok zekice değil. Bilim insanları onun mekanizmasını anlamak için uğraşıyorlar. Cd la çalışmak zordur. Spektroskopik sinyali yoktur. Kısa bir tekrar yapalım. Renkler hakkında neler işledik. Zayıf alan, orta alan ve kuvvetli alan ligandlarını ezberlemelisiniz. Zayıf alan ligandlarında yarılma enerjisi düşüktür. Peki bileşik nasıl ışık soğurur? Düşük enerji -düşük frekans- yüksek dalga boyu. Yansıtılan ışık soğurulan ışığın tamamlayıcı rengidir. Zayıf alanda Kırmızı ışığın yansıtıldığını söyleyemeyiz. Bu mantıklı olmaz. Genelde mavi -yeşil- mor yansıtılır. Yani spektrumun bir kısmı.

Kuvvetli alan ligandları yüksek yarılma enerjisine sahiptir. Yüksek enerji- yüksek frekans- düşük dalga boyu. Sarı, turuncu, kırmızı ışığı yansıtırlar. Çarşamba günü yapacağımız problemlerde bu bilgileri içeren ifadeler olacak. Bu

dersten sonra bunları öğrenmiş olmanız gerekiyor. Bu konuyla ilgili problemler olacak. Kobalt bileşikleri spektrumdaki birçok renge sahiptir. Bir biyolojik örnek daha verelim. Burada bazı gerçek renklerin resimleri var. Burada B₁₂ vitaminine koordine olmuş kobalt var. Bir ligand parlak kırmızı, başka bir ligand turuncu diğer ligand ise pembe renktedir. Moleküllerin renklerine bakarak B₁₂ vitamininin yükseltgenme basamağını söyleyebilirsiniz. Problemlerin çözümü için gerekli olan her şeyi öğrendiniz. Böylece geçiş metallerini bitirdik. Çarşamba günü kinetiğe başlıyoruz.