

# Kimya Camiasının Benzersiz Lideri

PAUL JOHN **FLORY**



*Paul J. Flory*

# Paul John Flory

## 19 Haziran 1910–8 Eylül 1985

Merve Çalışır ve Dr. Adil Denizli

Hacettepe Üniversitesi, Kimya Bölümü, Beytepe, Ankara

Kimyada 1974 Nobel Ödülü alan Paul J. Flory, Eylül ayında beklenmedik bir şekilde kalp krizinden 8 Ekim 1985'te California, Big Sur'daki bir tepenin üzerindeki tatil evinde vefat etti. Nobel ödülünün alıntısı şöyledir: "Makromoleküllerin fiziksel kimyasındaki hem teorik hem de deneysel temel başarıları için." Kimya camiasında yüksek bir konuma sahipti ve yalnızca makromoleküler kimyadaki olağanüstü liderliğiyle değil, aynı zamanda dünya çapında tutkulu bir insan hakları savunucusu rolüyle de dikkat çekiyordu. Yaptığı işin önemi yaşadığı dönemde açıkça anlaşıldı. Aldığı ödüller arasında American Chemical Society'nin dört ulusal ödülü, bu derneğin beş bölüm ödülü, on fahri derece, Ulusal Bilim Madalyası ve Nobel Ödülü bulunmaktadır. Özellikle Nobel ödülünden sonra insan hakları yolundaki faaliyetleri muazzam ve evrensel. 1953'te Ulusal Bilimler Akademisi'ne seçildi. Paul Flory, kendisi gibi yüksek dürüstlük standartlarına sahip olan ve kendi başarıları ve potansiyelleri konusunda dürüstçe alçakgönüllü olan insanlar için sıcak ve sadık bir arkadaşı. Bu arkadaşlar da Paul'e büyük hayranlık duyuyorlardı. Öte yandan, Paul herkesin arkadaşı değildi. Gerçekten de, özellikle başkalarının hayatlarını etkileyebilecekleri hâkim konumlarda (örneğin yönetimde) iseler, davranışları kendilerini yücelttiklerini gösteren kişileri küçümseme konusunda isteksiz değildi. Paul, bu tür durumlarda ezilenlerin güçlü ve gürültülü bir savunucusu ve suçluların azılı bir düşmanıydı. Flory'nin katıksız ilkeleri pekâlâ onun geçmişinden türetilmiş olabilirdi. Flory ailesinin kökleri Alsace'a, ardından İngiltere'ye, daha sonra Pennsylvania'ya ve oradan da Ohio'ya kadar uzanır. Paul, Huguenot kökeninden özellikle gurur duyuyor gibi görünüyordu. Babası Ezra Flory, Quaker'lara benzeyen bir mezhep olan Kardeşler Kilisesi'nde bir papazdı. Farklı cemaatlere atandığı için aile sık sık taşındı. Ezra, Margaret ve Miriam adında iki kızı olduğu Emma Brumbaugh ile evlendi. Emma doğum sırasında öldükten sonra, Ezra kuzeni Martha Brumbaugh ile evlendi ve James ve Paul adında iki erkek çocukları oldu. Dayton'ın dışındaki tarım arazisi Başkanlık hibesiyle Flory'lere verildi ve hâlâ aileye ait. Paul çocukken oldukça zayıftı ama çok erken gelişmişti. Aynı zamanda altıncı sınıf öğretmeni olan üvey kız kardeşi Margaret'e her zaman özellikle bağlıydı. Potansiyelini fark etti ve eğitimini

ilerletmesi için can atıyordu. Paul olgunlaştıkça hendek kazma, yüzmeye ve dağ yürüyüşü gibi faaliyetlerle fiziğini geliştirmek için gayretle çalıştı. Hayatının daha iyi bir bölümünde zevk aldığı büyük canlılığa sahip bir lider oldu. Ağır bir kalp krizinden ölmesinden kısa bir süre önce, yüzerken yorulmaktan rahatsız olmaya başladığında bile, düzenli fiziksel kontroller yaptırmaya her zaman inatla karşı çıktı. Büyük Buhran sırasında olmasına rağmen Paul, Indiana'daki Manchester College'a gitmeyi başardı, üç yılda mezun oldu ve çeşitli işlerle geçimini sağladı. Bilime, özellikle de kimyaya olan ilgisi, Paul'ü 1931'de Ohio Eyalet Üniversitesi'nde yüksek lisans okuluna girmeye teşvik eden Profesör Carl W. Holl'dan ilham aldığı yer Manchester'dı. Ohio Eyaletindeki ilk döneminde, kazı yaparak geçimini sağlamaya yardım etti. Kelvinator fabrikasında çalışıyordu ve ilk olarak Profesör Cecil E. Boord altında organik kimya alanında bir yüksek lisans programı izledi. İkinci yılında, fiziksel kimyayı seçmeye karar vererek, Paul'ün "öğrencileri üzerinde kalıcı bir etki bırakan bilimsel araştırma konusunda sınırsız bir şevki" olarak tanımladığı tez danışmanı Profesör Herrick L. Johnston'ın laboratuvar asistanı oldu. Öte yandan, o zamanın bir yüksek lisans öğrencisi, Johnston ve Flory'nin aynı fikirde olmadığını hatırladı. Paul huzursuz bir insandı ve statükodan neredeyse hiçbir zaman memnun değildi. Her zaman daha iyi yerler veya koşullar arıyordu. Yüksek lisans eğitiminden sonra 1934'te DuPont'a katıldı ve dört yıl sonra 1938'de Cincinnati Üniversitesi Temel Araştırma Laboratuvarı'na katılmak için ayrıldı. İkinci Dünya Savaşı'nın tetiklediği sentetik kauçuğun geliştirilmesindeki aciliyet, onu Standard Oil Development Company'nin Esso Laboratuvarlarında (1940-43) ve ardından Goodyear Tire Company'nin Araştırma Laboratuvarında (1943-48) endüstriyel araştırmalara geri getirdi. 1948'de, dokuz yıl boyunca oldukça memnun olduğu Cornell Üniversitesi'nde profesörlüğü kabul etti. Daha sonra 1957'de geniş bir temel araştırma programı oluşturması için Pittsburgh'daki Mellon Enstitüsü'ne çekildi. Onun yönetimi altında bu girişim, üst yönetim projeye olan ilgisini kaybetmeye başlayana kadar birkaç yıl boyunca başarılı oldu. 1961'de Stanford Üniversitesi'nde profesörlüğü kabul etti ve 1985'teki ölümüne kadar burada kaldı. Paul zengin bir aile hayatına sahipti. 1936'da, kocasının tüm



faaliyetlerini güçlü bir şekilde destekleyen Emily Catherine Tabor ile evlendi. Üç çocukları oldu: Stanford Üniversitesi Havacılık ve Uzay Bilimleri Bölümü'nde profesör olan George S. Springer'in şu anda eşi olan Susan; Kocası Donald E. Groom Utah Üniversitesi'nde fizik profesörü olan Melinda; ve Yale Üniversitesi Tıp Fakültesi İnsan Genetiği Departmanında araştırma görevlisi olan Dr. Paul John Flory, Jr. Ailede beş torun var: Elizabeth Springer, Mary Springer, Susanna Groom, Jeremy Groom ve Charles Groom.

#### **BİLİMSEL ÇALIŞMA (WALTER H. STOCKMAYER TARAFINDAN)**

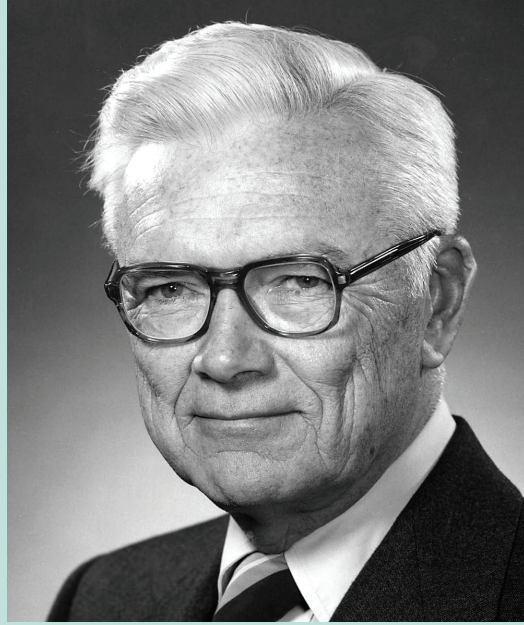
1934'te başlayan Flory, aralarında polimerizasyonun kinetiği ve mekanizması, molar kütle dağılımı, çözelti termodinamiği ve hidrodinamiği, eriyik viskozitesi, cam gibi polimerik maddelerin fiziksel

kimyasındaki ana problemlerin çoğunu ele aldı; oluşumu, kristalleşme, zincir konformasyon, kauçuk benzeri esneklik ve sıvı kristaller. Bu hatıratın sonunda sunulan kısıtlı bibliyografya, 300'den fazla yayınının içeriğini maalesef olarak tam olarak aktaramaz. Flory'nin çalışmasının özel nitelikleri, uzun süredir arkadaşı ve birlikte çalıştığı Thomas G. Fox tarafından, bir olguyu doğrudan işleme uygun basit modeller açısından görselleştirmesi ve orijinalin gerektirdiği ölçüde geçerli olan sonuçların üretkenliği açısından iyi bir şekilde ifade edilmişti. Sonuç olarak, Flory'nin kavramları ve sonuçları okuyucu için öğretici, anlaşılır ve doğrudan yararlı olacak şekilde sunuluyor. Bu, temel polimer biliminde çalışanlar ve endüstriyel uygulamalarla ilgilenenler için eşit derecede geçerlidir.

#### **DUPONT VE CAROTHERS (1934-1938)**

Flory'ye, depresyonun dorukta olduğu, endüstride veya akademik dünyada çok az iş bulunduğu sırada DuPont'ta bir pozisyon teklif edildi. Makromoleküler kavramın sağlam bir temele oturtulmasına katkıları Hermann Staudinger'inkine rakip olan büyük Wallace H. Carothers'ın doğrudan emrinde çalışmak üzere görevlendirildiği için özellikle şanslıydı. Paul, iki işlevli reaktifleri (örneğin, etilen glikol ve süksinik asit arasındaki esterleşme) içeren en basit ve en yerleşik reaksiyonları araştırmayı seçti. Bu tür yoğunlaşma polimerlerinin üretildiği şekliyle farklı uzunluklarda zincir moleküllerden oluşacağı açık hale geliyordu ve Carothers'ın Flory'ye koyduğu problem, bu dağılımın matematiksel bir teorisini geliştirmektir. Bu çalışma başlatıldığında, genellikle, belirli bir tür işlevsel grubun normal reaktivitesinin,

eğer büyük bir molekül üzerindeyse bastırılacağı varsayılmıştır ve yalnızca boyutun, kendi başına, sınırsız zincir büyümesini engelleyecek bir yavaşlık kazandırdığı düşünülmüştür. Bu, bimoleküler kimyasal kinetiğin o zamanlar yaygın olan çarpışma teorisine dayanan bir sonuçtu. Flory, dağıtım probleminin dolaysız bir istatistiksel çözümünü oluştururken, belirli çözücü, sıcaklık, basınç ve konsantrasyon koşulları altındaki reaktivitenin, genel molekül boyutun değil, esasen yalnızca yerel yapının bir fonksiyonu olduğu şeklindeki karşıt görüşler mevcuttu. Artan boyutun aslında bir molekülün translasyonel hareketliliğini azaltacağını, ancak bunun reaktanlar arasındaki her temasın süresini artırarak telafi edileceğini savundu. O zamanlar iyi deneysel bilgi yetersizdi, ancak sonraki yıllarda görüşünü destekleyen kinetik verilerin çoğunu kendi elleriyle sağladı. Ortaya çıkan dağıtım formülü daha basit olamazdı:  $x$  bağlantılı zincir sayısı  $x$  ile üstel olarak azalır. Flory'nin dediği gibi bu "en olası dağılım", gerçek polimerik ürünleri tanımlayan norm olmaya devam ediyor. 1936'da yayınlandığında, zincir uzunluğu dağılımlarının doğrudan gözlemleri sıkıcı ve hatalıydı, ancak bugün jel kromatografisi yöntemleriyle rutin olarak gözlemleniyorlar. DuPont yıllarında Flory, polimerizasyon reaksiyonlarının anlaşılmasına temel bir katkı daha yaptı. Olefin polimerizasyonunun kinetiğini inceleyen bir makalesinde, aktif olarak büyüyen bir zincir molekülünün başka bir molekülden bir atomu ayırdığı, aktivite merkezini aktardığı ve büyümesini sonlandırdığı, zincir transferi olarak bilinen adımı dâhil etme ihtiyacına dikkat çekti. Zincir transferinin pratik önemi, II. Dünya Savaşı'nın tüm ABD sentetik kauçuğundan sorumlu olanlar da dâhil olmak üzere birçok endüstriyel polimerizasyon işleminin kontrolündedir. Zincir transfer reaksiyonu, çoğu polimerizasyon mekanizmasının önemli bir parçasıdır. Carothers'ın 1937'de intihar ederek vaktinden önce ölmesinden kısa bir süre sonra Flory, DuPont'tan ayrıldı ve Cincinnati'ye gitti.

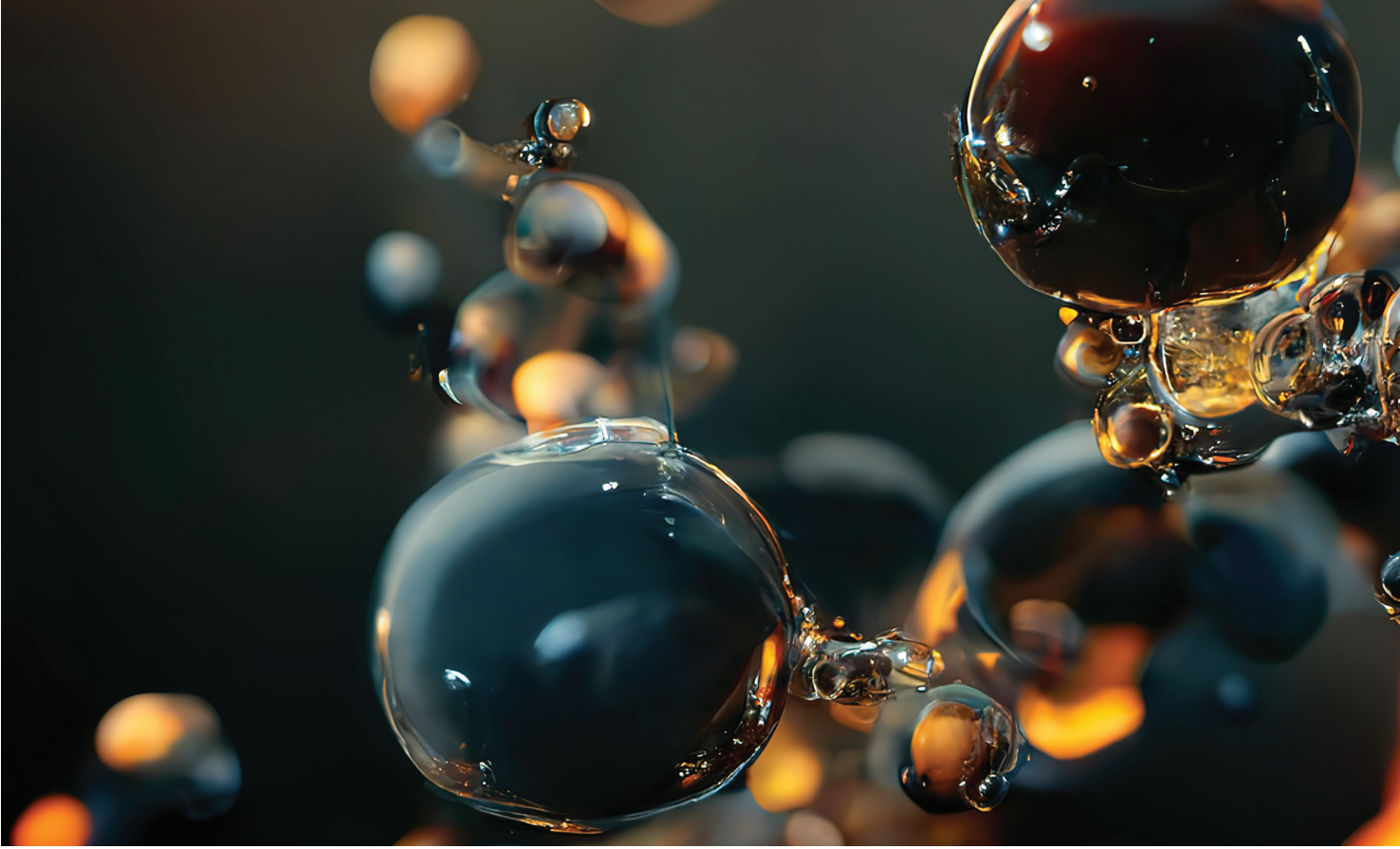


#### **ACADEME I: CINCINNATI (1938-1940)**

Lineer sistemler üzerinde deneysel sonuçlar toplamaya devam ederken, Flory dikkatini üç veya daha fazla işlevsel grup taşıyan bir bileşen içeren polyesterlere, dallı yapılar içeren "üç boyutlu" polimerler olarak adlandırdı. Bu türün bir örneği zaten iyi bilinen bir ticari ürün olan gliftal (gliserol ve ftalik anhidritten yapılmış) idi ve bu tür sistemlerin sıfır akışkanlık durumuna (jel noktası) ulaştığı çok iyi biliniyordu. Carothers doğru bir şekilde bu durumun zincirlerin dev bir ağ oluşturduğu sonsuz molekül ağırlığı gösterdiği sonucuna varmıştı; ancak basit stokiyometriden uygun sinyal olarak sayısal ortalama molekül ağırlığı hesapladı. Aslında, jel noktasının çok daha önce, ortalama molekül ağırlığının hala mütevazı olduğu zaman ortaya çıktığı bulunmuştur. Burada Flory, dallı polimerlerin lineer polimerlerinkinden çok daha geniş bir boyut dağılımına sahip olacağını ve jel noktasının değişen bir ağırlık ortalama molekül ağırlığı karşılık geldiğini fark etti. Önceki çalışmasından çok daha ileride olan matematiksel karmaşıklığı ile karakterize edilen üç makalelik bir dizide, jel noktasının ve tüm molar kütle dağılımının nicel teorisini geliştirdi.

#### **ESSO LABORATUVARLARI (1940-1943)**

II. Dünya Savaşı'nın başlaması, sentetik kauçuk geliştirmenin aciliyetini büyük ölçüde artırdı ve Flory'yi endüstriye geri dönmeye ikna etti. Yine de makromoleküler fiziksel kimyada bazı çok temel sonuçlar üretmeyi başardı. John Rehner, Jr. ile kauçuk ağların kullanışlı bir modelini ve bunun şişme olgusuna uygulanmasını geliştirdi. Poli-izobütülen solüsyonlarında, viskoziteleri çok geniş bir molekül ağırlık aralığında, daha önceki örneklerden çok daha fazlasını kişisel olarak ölçtü ve 0.64'lük kesirli bir üs ile Mark-Houwink-Sakurada yasasına sıkı sıkıya bağlı olduklarını gösterdi. Şüphesiz o yıllardaki olağanüstü başarısı, ünlü Flory-Huggins'i veya polimer çözeltilerinin karıştırılmasının entropisi için "hacim kesri" formülünü geliştirmesiydi. (Bu sonuç esas olarak Amerika Birleşik Devletleri'nde Maurice L. Huggins ve Nazi işgali altındaki Hollanda'da A. J. Staverman tarafından eş zamanlı olarak elde edildi.) Bu artık klasik formül, gerçek gazlar için van der Waals durum denklemininkine benzer bir rol oynar, çünkü yaklaşık olmasına rağmen, temel fiziği aktarır ve güvenilir niteliksel tahminlere yol açar. Gerçek olan norm olmaya devam ediyor davranış geleneksel olarak karşılaştırılır. Daha sonra tedavisini keyfi karmaşıklığa sahip polimer çözeltilere genişletti.



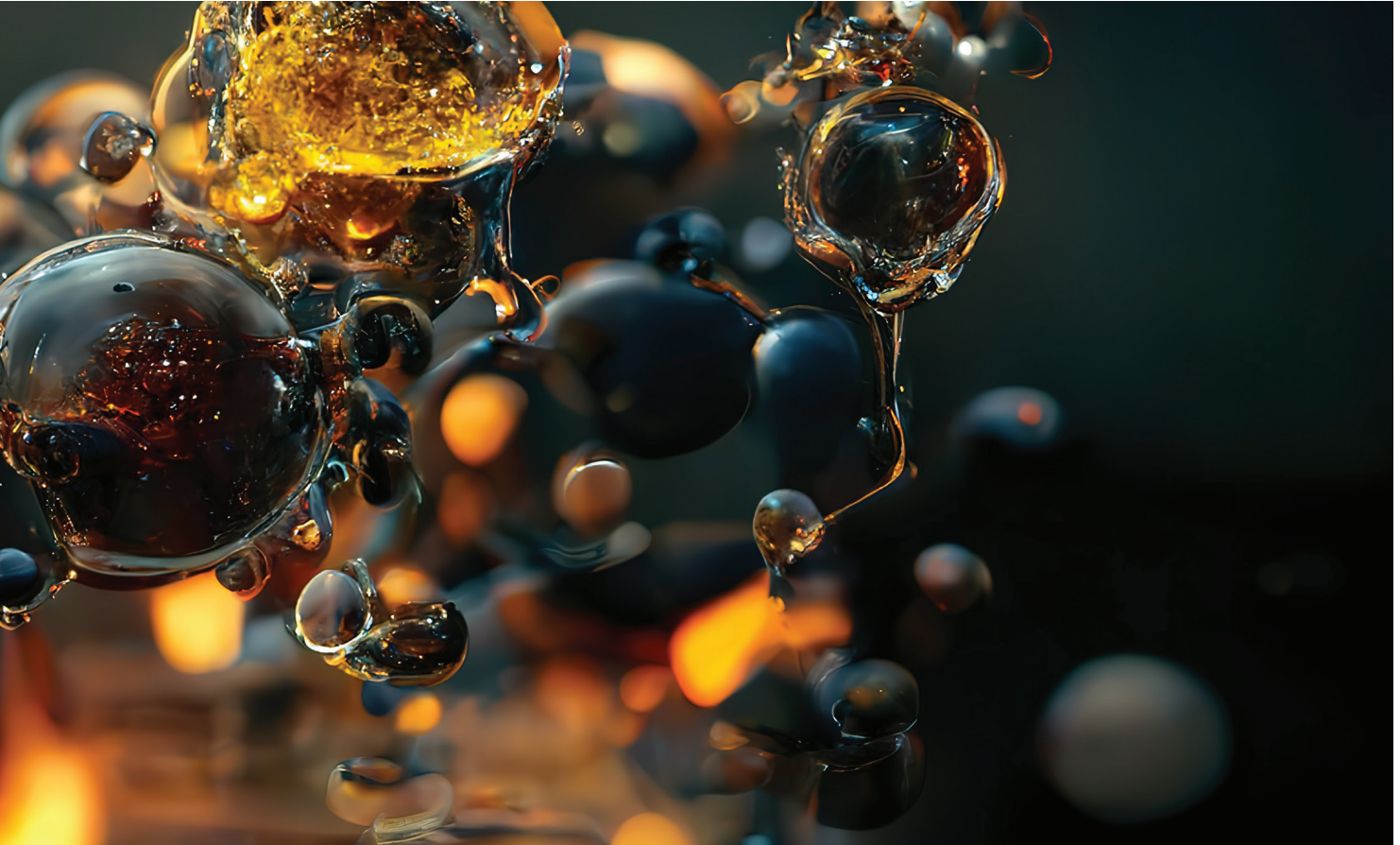
### GOODYEAR ARAŞTIRMA LABORATUVARI (1943-1948)

Bu yıllarda Flory'nin uygulamalı polimer bilimiyle ilgili kaygıları doruk noktasındaydı. Elastomerlerin ağ yapısal kusurları ile ilgili gerilme mukavemetini ve polimer eriyiklerinin ölçülen viskozitelerini ve cam sıcaklıklarını inceledi. Ayrıca, daha önce iyi tanımlanmamış bir alan olan polimer kristalizasyonunun termodinamiği üzerinde çalışmaya başladı. Teorileri, kristallik derecesinin sıcaklığa, molar kütleyle, zincir sertliğine, polimerin kimyasal homojenliğine ve bir çekme kuvveti altındaki uzamaya bağlı olduğunu tahmin etti. Denklemlerinden, polimerin füzyon ısısı ve entropisi ve ilave seyreltici ile termodinamik etkileşim parametreleri belirlenebilir. 1948 baharında Flory, George Fisher Baker 'Yerleşik Olmayan Dersleri' vermesi için Cornell Üniversitesi'ne davet edildi ve Ithaca'daki atmosferi o kadar cana yakın buldu ki, oradaki fakülteye katılma teklifini seve seve kabul etti.

### ACADEME II: CORNELL (1948-1957)

Baker'ın konferansı sırasında Flory, ancak 1953'te tamamlanan büyük bir proje üzerinde çalışmaya başlamıştı: neredeyse yarım yüzyıl sonra yayımlanacak olan devasa Polimer Kimyası İlkeleri'nin (672 sayfa) bileşimi. Hala çok kullanılan bir metindir. Başka hiçbir kitap, sürekli genişleyen bir alanda bu kadar büyük bir etkiye sahip olmamıştır. Yine ilk olarak Baker yılında tasarlanan, en büyük başarılarından biri hızla tamamlandı: gerçek zincir moleküllerinin etkili yanal boyutları olduğu ve bu nedenle kendi içlerinde kesişemedikleri ve ayrıca kendi aralarında kesişemedikleri gerçeğini açıklayan, sözde hariç tutulan hacim etkisinin uygulanabilir bir teorisi. Atomlar, ister aynı zincire ister çevredeki moleküllere ait olsun, yakın komşularıyla Van der Waals etkileşimleri yaşarlar. Werner Kuhn, Huggins ve Robert Simha tarafından yapılan daha önceki tamamlanmamış tartışmaların ötesine

geçen Flory'nin ortalama alan teorisi bugün hâlâ yaygın olarak kullanılıyor. Özel durumlar dışında, hacim hariç tutmanın ve diğer etkileşimlerin net etkisi kaybolmaz. İyi bir çözücünde, zincir molekülleri, zincir uzadıkça sınırsız artan bir net tedirginlik yaşarlar ve moleküler ağırlık ile etkin yarıçap (ışık saçılmasıyla ölçülebilen dönmenin ortalama karekök yarıçapı) arasındaki sayısal ilişki, karekökten sapar. Tüm etkileşimler göz ardı edilebiliyorsa, esnek zincirler için geçerli olması gereken yasa budur. Flory'nin teorisi, en iyi modern teorilerin verdiği 0,5887 değerinden çok da uzak olmayan, yarıçapı moleküler ağırlığa bağlayan  $3/5$ 'lik bir sınırlayıcı üsse götürür. Flory'nin sonucu, o sırada Debye ve diğer birçok çalışan tarafından hoş karşılanmadı, çünkü karekök yasasını izleyen "tedirgin olmayan" bir zincir, Brownian hareket teorisinde zaten iyi anlaşılacak olan rastgele uçuş yasalarına tam olarak uyacaktır. Bununla birlikte, çoğu zaman çekici ve itici etkileşimlerin iptal olacağı özel bir sıcaklık olduğunu gösterdi. Bu özel durum, aynı



zamanda Flory ve Krigbaum tarafından yoğun bir çalışmanın konusu olan ozmotik ikinci virial katsayısının yok olmasıyla (kusursuz bir gazın Boyle sıcaklığındaki benzer durumda olduğu gibi) tanınabilir. Flory daha sonra polimerin bir yorumuna yöneldi; çözelti viskozitesi. Kirkwood ve Debye'nin daha önceki teorilerinde yer alan eksik hidrodinamik korumanın ihmal edilebileceğini kabul ederek, o ve Fox, her zincir molekülünün ürettiği viskozitedeki artışın, hariç tutulan hacim tarafından verildiği gibi, etkin yarıçapının küpüyle orantılı olduğunu gösterdi. Teori ve orantılılık sabiti, tüm çözücülerdeki tüm esnek zincirler için esasen evrensel olduğunu kabul eder. Böylece, Flory'nin kariyerinin geri kalanında en büyük meşguliyetlerinden biri haline gelen zincir konformasyonları hakkındaki bilgileri, çok sayıda mevcut veriden ayıklamak için özellikle basit bir yöntem elde edilebilir hale getirildi. Viskozite atılımından kısa bir süre sonra Flory, iş arkadaşları Mandelkern ve Scheraga ile birlikte ultrasantrifüjde

benzer bir sedimentasyon hızı işlemi ürettiler ve birlikte alınan her iki ölçümden bunu gösterdiler. Polimerin moleküler ağırlığı çıkarılabilir. O zamanlar mevcut olan diğer yöntemlerden daha az numune gerektirdiğinden, birkaç yıl boyunca bu yöntem biyokimyacılar tarafından çokça kullanıldı. Cornell yıllarının bir diğer öncü çabası, Flory'nin yıllar sonra sıvı kristaller üzerindeki çalışmasında daha fazla kullanmak için kullandığı sert zincirlerin termodinamik özellikleri için bir teorisinin Manchester, Birleşik Krallık'ta izinli bir dönem sırasında üretilmesiydi. Ayrıca, polimer kristalleşmesi üzerine yaptığı Goodyear çalışması lifli proteinlerin faz davranışına uygulandı.

### **MELLON ENSTİTÜSÜ (1957-1961)**

Mellon Mütevelli Heyeti'nde birkaç yıl görev yapmış olan Flory, kurulun uzun süredir devam eden endüstriyel burs programını değiştirmesi ve ağırlıklı olarak

temel araştırmaya geçmesi için ısrar etti. Kurulun yanıtı, Flory'nin bu çabayı yönetecek tek kişi olduğu oldu ve bu nedenle, enstitünün hatırı sayılır mali kaynaklarının bu amaca kararlı bir şekilde tahsis edilmesi şartıyla, teklifi kabul etmek zorunda hissetti. Ancak birkaç yıl sonra yönetim kurulu sözünü yerine getiremedi ve Flory akademik hayata dönmeye karar verdi.

### **ACADEME III: STANFORD (1961-1985)**

Paul'un Stanford'a taşınmasının koşulları sonraki bölümde William S. Johnson tarafından anlatılıyor. Devam eden çalışma taşınmadan önce başladı ve R. L. Jernigan'ın ve daha sonra Do Yoon'un özel yardımıyla zincir moleküllerin biçimlerini açıklamak için güçlü matris yöntemleri geliştirdi. M. V. Volkenshtein (Sovyetler Birliği), K. Nagai (Japonya) ve S. Lifson'un (İsrail) eserlerinde ustalaşmakla kalmadı, onları gerçekten geride bıraktı

ve önemli yeni sonuçlar üretti. Bunlar, ikinci kitabı (1969), *Statistical Mechanics of Chain Molecules*'da somutlaştırılmıştır ve polipeptitler ve polinükleotitler dâhil olmak üzere çok çeşitli polimerlere uygulanmıştır. Bazı örnekler 1974 Nobel konferansında açıklanmıştır. Flory ayrıca en sevdiği konulardan birine geri döndü: polimer çözeltilerin termodinamiği. Flory-Huggins entropisi terk edilmedi ama karıştırma entalpisinin ayrıntılarını iyileştirmek için çok çaba harcadı. Flory tarafından "durum denklemi" terimleri olarak adlandırılan sıkıştırılabilirlik ve serbest hacim efektleri tanımlandı. İşlem, polimerik olmayan sıvı karışımlara da önemli bir başarı ile uygulandı. Daha önce ilgilenilen diğer iki alan da yeniden başlatıldı. 1956 tarihli makalesinde başlayan anizotropik çözümler teorisi, sert ve esnek zincirlerin karışımlarını da ele almak için geliştirildi. 1943'te başlayan kauçuk ağlar teorisi büyük ölçüde geliştirildi. Zincir konformasyonunun enerjisine ilişkin önemli bir bilgi kaynağı, hariç tutulan hacim etkisinin ihmal edilebilmesi koşuluyla, kauçuksu polimerlerdeki elastik kuvvetin sıcaklığa bağlı olmasıdır. Flory bu ihmali haklı buldu. Kendi sözleriyle: Yiğın haldeki bir zincir molekülü kendi kendine müdahale etse de, genişleyerek kazanacağı hiçbir şey

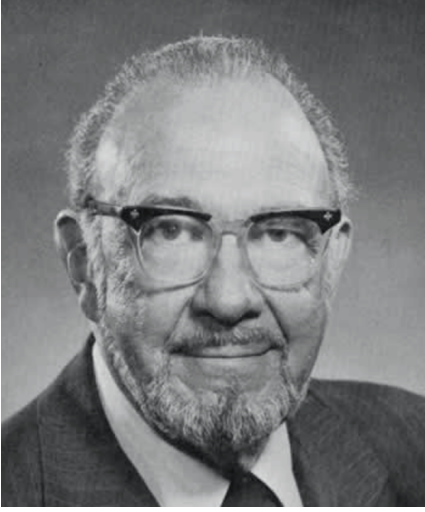
yoktur, çünkü kendisi ile etkileşimindeki azalma, komşularıyla artan müdahale ile telafi edilecektir. Bu açıklamayı yaptıktan yıllar sonra, Grenoble ve Julich'teki nötron saçılma çalışmaları bunu doğruladı. Döteryum ve hidrojen arasındaki nötron saçılma kesitlerindeki büyük farktan yararlanılarak, seyreltilmemiş amorf numunelerdeki bir dizi farklı polimerin ortalama boyutlarının seyreltik çözeltideki "bozulmamış" boyutlarıyla aynı olduğu doğrudan gösterildi. Yarı kristal polimerlerin morfolojisine ilişkin sorular, geniş ve çetrefilli bir literatürün ortaya çıkmasına neden oldu ve söz konusu asıl mesele Flory'nin yaşamı boyunca çözülmedi. Polimerler seyreltik çözeltiden ince plakalarda kristalleştiğinde, tek kristaller gözlemlenebilir ve ince uzun zincirlerin yönünün katmanlı düzleme dik olduğu bulunur. Zincir uzunluğu tipik olarak katmanlı kalınlığı 10 kat veya daha fazla aşar, bu nedenle zincirler bu nedenle birçok kez ileri geri katlanmalıdır. Polimerler yığın halinde kristalleştiğinde, katmanlı kristaller de sıklıkla oluşur ve soru, zincirlerin genellikle kristal yüzeyinde keskin bir şekilde katlanıp bitişik bir konumda kafese yeniden girip girmediği veya yeniden giriş bulmadan önce şekilsiz bir bölgede daha büyük

halkalar yapıp yapmadığıdır. Bu ikinci durum, polimerin moleküler ağırlığını çıkarabilir. O zamanlar mevcut olan diğer yöntemlerden daha az numune gerektirdiğinden, birkaç yıl boyunca bu yöntem biyokimyacılar tarafından çokça kullanıldı. Cornell yıllarının bir diğer öncü çabası, Flory'nin yıllar sonra sıvı kristaller üzerindeki çalışmasında daha fazla kullanmak için kullandığı sert zincirlerin termodinamik özellikleri için bir teorinin Manchester, Birleşik Krallık'ta izinli bir dönem sırasında üretilmesiydi. Ayrıca, polimer kristalleşmesi üzerine yaptığı Goodyear çalışması lifli proteinlerin faz davranışına uygulandı.

### MELLON ENSTİTÜSÜ (1957-1961)

Mellon Mütevelli Heyeti'nde birkaç yıl görev yapmış olan Flory, kurulu uzun süredir devam eden kuruluş ilkelerini değiştirmeye özellikle teşvik etti. Bu ikinci "telefon santrali" modeli, Flory ve Yoon tarafından şiddetle tercih edildi, ancak bitişik yeniden giriş modelinin de birçok güçlü ve yetenekli destekçisi vardı. Kabaca yüzde 50 ila yüzde 70'lik bir rakamla, tüm gerçekleri uzlaştırmak için bir ara duruma ihtiyaç duyulduğu ortaya çıktı.





### KİŞİSEL ANILAR (WILLIAM S. JOHNSON)

Paul ile ilk temasım 1960 yılında, asıl görevimin bir dizi seçkin akademisyeni işe almak olduğu Stanford Üniversitesi'nde kimya bölümü başkanı olarak taşındığım yıldır. Aralık ayında Paul Flory'nin Mellon Enstitüsü'ndeki görevinden istifa ettiğini ve akademik hayata geri dönmekle ilgilendiğini tesadüfen öğrendim. Hemen Amirimiz Fred Terman ile temasa geçtim ve 15 dakika içinde Flory'ye bir teklifte bulunmak için onay aldım. Hiç tanışmadığım Paul'e telefon ettiğimde, diğer üç akademik teklifle ilgili olarak yakında bir karara varmaya kararlı olduğundan, dâhil olmak için muhtemelen çok geç olduğunu söyledi. Ancak, her zaman yeni girişimlerle ilgilendiğinden, çok yağmurlu ve rüzgârlı bir hafta sonu bizi hızlı bir şekilde ziyaret etmeyi kabul etti. Eve döndükten sonra karakteristik bir şekilde şunları yazdı: Sevgili Bill: Stanford'da genel olarak bilimin ve özel olarak da kimyanın görünümü hakkında bilgi sahibi olmam için hafta sonu bana verilen fırsat için size tekrar teşekkür etmek istiyorum. Süre kısaydı, ancak ön tartışmalar alanını eksiksiz ve tatmin edici bir şekilde ele aldığımızı düşünüyorum. İzlediğiniz kursa büyük hayranlık duyuyorum. Ana hatlarını çizdiğiniz şekliyle fizikokimya programına katkıda bulunma fırsatları gerçekten zorlayıcıdır ve şu anda ciddi olarak düşündüğüm diğer önerilerle ilişkili olarak bunları dikkatlice ve kasıtlı

olarak değerlendirmek için izin istiyorum. Müzakerelerimizdeki bir sonraki adımın o zaman için uygun olup olmadığı konusunda benden Ocak ayının ilk günü tekrar haber almayı bekleyebilirsiniz. Seyahat masrafları: Chicago, San Francisco, Pittsburgh, 298 dolara geldi. İstenirse bir döküm sağlamaktan memnuniyet duyarım. Bu arada, hafta sonu boyunca Kaliforniya hava örneğinin yaratmış olabileceği herhangi bir olumsuz önyargı, şiddetli bir kar fırtınasının ortasında Pittsburgh'a döndüğümde hemen dağıldı. Uçak bu nedenle rötâr yaptı, evime gitmek yavaş ve tehlikeliydi ve her şeyi kapatmak için evimden bir mil uzakta yokuşu çıkamıyordum. Taksiler gizemli bir şekilde ortadan kaybolmuştu. Sonunda, beni nazikçe eve götüren yerel polis teşkilatından merhamet diledim. Kaliforniya saatine göre bile saat geç olmuştu. Bir dahaki sefere polis arabasıyla eve getirildiğimde, karım başka bir açıklama için ısrar edecek. Dr. ve Bayan Terman'a, Dr. ve Bayan Mason'a ve özellikle size ve Barbara'ya en iyi dileklerle. Saygılarımızla, Paul Flory'nin kabulünün programımız üzerinde derin bir etkisi oldu. Bir süredir Stanford'a çekmeye çalıştığımız Henry Taube (o zamanlar Chicago Üniversitesi'nde) lehimize karar verdi. Henry, Flory ile ilgili biyografik bir anı kitabında, Flory'nin kendine özgü bir kararlılıkla benden önce karar verdiğini ve 1961'de Stanford'dan gelen bir teklifi kabul etme kararının benimkini etkilediğini yazdı. O zamana kadar bilimsel itibarı geniş ve sağlam bir şekilde yerleşmişti ve o zamana kadar onunla ve eşi Emily ile birkaç kez tanışmıştım. Tüm faktörler, ona bir meslektaş olarak katılmak için güçlü teşvikler olarak katkıda bulundu. O zamanlar Flory ve Taube zaten geniş çapta gerçekten seçkin bilim adamları olarak kabul ediliyorlardı ve onların yardımıyla 1962'de Wisconsin'den Gene van Tamelen ve 1964'te Caltech'ten Harden McConnell gibi en iyi akademisyenleri çekmek nispeten kolay hale geldi. Amerikan Eğitim Konseyi'nin 1966 tarihli 'An Assessment of Quality in Lisansüstü Eğitim' raporuna göre, Stanford'un kimya bölümünün ülke çapında on beşinci sıradan (1957'de)

beşinciliğe (1964'te) olağanüstü bir şekilde yükselmişti. 1968'e gelindiğinde, 1960'tan beri yapılan altı yeni profesör atamasının tümü (Carl Djerassi'nin de bu grup arasında olduğunu unutmayın) Ulusal Bilimler Akademisi üyesiydi. Flory'nin Stanford'a gelişi kritik kitleyi temsil ediyordu. 1961 yazında Paul ve ailesi, Portola Vadisi'nde aşağı Körfez Bölgesi ve Santa Clara Dağları'nın muhteşem manzarasına sahip güzel bir eve taşındı. İlk projelerinden biri, hayatının geri kalanında düzenli olarak kullanacağı bir açık yüzme havuzu kurmaktı. Bu ilk günlerde Paul'ü çok gördüm, çünkü o yeni kimya programının geliştirilmesiyle çok ilgileniyordu. Zamanı konusunda çok cömertti ve sık sık birbirimizin ofisini ziyaret ederdik. Bu ilişkiden son derece keyif aldım, çünkü ciddi meselelerle uğraşırken bile, Paul'ün ince mizah anlayışı, gerekli gerginliği gidermeyi sağlıyordu. Onun idari uzmanlığından tam olarak yararlanmak amacıyla, departman politikası sorunları, maaşlar, terfler ve ders yükü gibi konuları ele almak için bir İcra Komitesi (Flory, Başkan Yardımcısı Douglas Skoog ve benden oluşan) kurdum. Bu rolde vazgeçilmezdi. Paul, 1964 yazının başlarında bana, Cornell Üniversitesi'nde Todd profesörlüğü (eskiden Peter Debye tarafından veriliyordu) teklif edildiğini ve ciddi şekilde ilgilendiğini söyledi. Stanford balayı sona ermişti ve Paul, özellikle kimya için yeterli bina tesislerinin olmayışı olmak üzere, belirli sorunların çözümünde kaydedilen yavaş ilerleme konusunda normal, ılımlı hoşnutsuzluk durumuna giriyordu. Flory'nin sık sık iş değiştirme siciline bakıldığında, Terman konuyu ciddiye aldı ve yeni bir kimya binasına yüksek öncelik sözü verdi. Buna ek olarak, bir bağışçıyı kimya alanında ilk bahşedilmiş kürsüyü kurmaya ikna etti ve Paul, Eylül mütevelli toplantısında Jackson-Wood Kimya Profesörü olarak atandı. Bu güven verici hareketlere rağmen Paul, 28 Eylül 1964'te ofisine geldi ve özür dilercesine Cornell'in teklifini kabul etmeye karar verdiğini açıkladı. Üniversitedeki arkadaşları ve meslektaşları durumdan haberdar oldular ve muhteşem bir şekilde toplandılar ve sonuçta fikrini değiştirdi.



Görünüşe göre Flory, hayatının geri kalanında Stanford'da kaldı. 1969'da müdürlükten istifa ettiğimde, idare ve bakanlık, bir başkanın üç yıl görev yapmasıyla daha geleneksel bir sisteme geçme konusunda anlaştılar. Paul, yalnızca iki yıllığına kabul ettiği ilk başkanlığın favorisiydi, çünkü iddia ettiği gibi, ben 1966-67'de izinliyken o zaten bir yıl başkan vekili olarak görev yapmıştı. Paul başkan olduğunda, Stanford yönetimi oldukça demokratik bir sisteme tam bir geçiş yolunda ilerliyordu. Hem Sterling hem de Terman emekli olmuştu ve Paul bir dekan yardımcısına rapor veriyordu. Yeni fiziksel tesisler için amansız kampanyası devam etti, ancak 1974'te, kimya alanında 1974 Nobel Ödülü'nü aldığından duyurulmasından hemen sonra, Mütevelli Heyeti yeni bir kimya binası için fon harcanmasını onayladı. Flory, Stanford'da kimya alanındaki ilk Nobel Ödülü alan kişiydi ve duyurunun yapıldığı gün, departmanda muazzam bir heyecan ve cümbüş yaşandı. Paul, bu onurla egosu şişirebilecek türden bir insan değildi. Yine de çok memnundu, çünkü Nobel ödüllü kişinin kazandığı şöhret ve medya ilgisi, ona insan hakları konularındaki çalışmalarında eskisinden çok daha etkili olma fırsatı verdi. Flory'nin yurtdışında ezilen bilim adamlarının insan hakları için amansız bir savaşçı olarak güçlü taahhüdü ve itibarı iyi biliniyor. Bu, hayatının son 10 yılında en önemli endişelerinden biri haline geldi. Çabaları, kendisi için arka plan okuması yapan ve Doğu Avrupa ülkelerindeki muhalif bilim adamlarına yaptığı ziyaretlerde ona eşlik eden Emily tarafından güçlü bir şekilde desteklendi. Diğer çeşitli faaliyetler arasında, Amerika'nın Sesi'nde Sovyetler Birliği ve Doğu Avrupa'da yayınlanmak üzere birkaç kez röportaj yapılması yer alıyordu. Bilim Adamları Komitesi gibi insan haklarıyla ilgili çeşitli komitelerde görev yaptı ve Ulusal Bilimler Akademisi, Amerikan Kimya Derneği ve diğer bilimsel toplulukları, bu konuda güçlü bir tavır almadıkları için oldukça eleştirdi. 1980'de, Batı Almanya'nın Hamburg'da sona eren Helsinki Anlaşmaları kapsamında bilimsel alışverişi ve insanı tartışan 35 ulustan oluşan bir bilimsel forumun ABD

delegasyonunun bir üyesiydi. Flory özellikle bir kurucu, sözcü ve aktivist olarak SOS ile özdeşleştirildi. Bu kuruluş dışı grup, Sakharov, Orlov ve Shcharansky'nin hapsedildiğinde cevaben kaldırmakla bilimsel işbirliğini gönüllü olarak geri çeken dünya çapında yaklaşık 9.000 bilim adamından oluşuyordu. Bu boykot, son yıllarda yaşanan olumlu gelişmelerde kesinlikle en önemli faktördü. Pavlus'un yaprakları son meyvelerinden bazılarının tadını çıkaracak kadar uzun yaşamamış olması üzücü. Davaya olan bağlılığının yoğunluğu, Sakharov'un eşi Yelena Bonner'ın çok ihtiyacı olmayan tedavi tedavisi için ülkeyi terk etmesine izin verilirse "iyi" davranışını garanti ederek Ordu Birliği'ne teslim olmayı teklif etmesiyle gösteriliyor. Alanında bir insanın ulaşabileceği hemen hemen her büyük ödülü kazanmasına rağmen, meslektaşlarının onu takdir ettiğine dair güvenceye ihtiyacı vardı. Bölümün onun onuruna Flory Öğretim Üyeliği'ni görmek için 1984'e kadar beklemesi çok kötü, çünkü bu onu çok memnun etti. Paul ilk dersi verdi, ardından çok sayıda eski iş arkadaşı, meslektaşı ve diğer arkadaşının katıldığı bir akşam yemeği kutlaması yapıldı. Jean-Marie Lehn ikinci ders Ocak 1985'te verdi, ancak Paul acil meseleler onu Avrupa'ya çağırmadığı için katılmadı. Paul, sonuna kadar büyük bir verimlilik ve yüksek verimle yorulmadan çalışan bir insan dinamosuydu. 1975'te fahri sonuçların üzerinde hiçbir etkisi olmadı; Gerçekten de, IBM ve Stanford'daki bilimsel depolama ve kuruluşa yardım ettiği endüstriler için danışmanlık ek olarak, insan haklarının sürdürülmesine yoğun bir şekilde dâhil olduğu zamanlar o sıralardaydı. Paul'ün sakin dönemleri oldu. Hoş bir ev sahibiydi, görünüşüne göre tamamen rahatlamıştı ve arkadaşlarını eğlendirmekten büyük zevk aldığı belliydi. Egzersiz, Paul'ün sakinleştiricisiydi. Güçlü bir yüzmenden sonra, geniş bir yelpaze ve bariz bir esenlik duygusuyla havuzundan çıkıyordu. En büyük zevklerinden biri de dağlarda yürüyüş yapmaktı. O ve Emily görünüşe göre yorulmak bilmiyorlardı ve patikalarda tamamen evlerindeydiler. Muhteşem bir harita koleksiyonuna

sahiplerdi ve neredeyse her yere gitmekte özgür hissediyorlardı. Yosemite'de Paul ve Emily'nin bir süre sonra dik, dış bir patikaya geldikleri bir deneyim sırasında ikisi de Barbara'nın ve benim güvenlikleriyle ilgili endişelerimi tam olarak anlamadı. Paul'ün bu savaşıdan aldığı zevk neredeyse coşkuluydu. Doğaya yakın olmaktan zevk alıyordu ve bölgeye yeni gelmesine rağmen, civardaki bitki ve hayvan yaşamı hakkında olağanüstü üstün bilgiye sahipti. İlk günlerde başka bir olayda, onların bölgesi âşık olmaya başladıklarında, Flory'lerle Big Sur'da yürüyüş yaptık. Sonunda Paul orada bir mülk satın aldı ve yalnızca yüksek rakımlı toprak yollardan erişilebilen küçük bir ev inşa etti. Paul, telefonla yalnızlığın tadını çıkararak, yürüyüş yaparak, patikaları temizleyerek ve kendi odununu keserek, evden çıkarmak için buradan buradan uzaklaşır. 8 Eylül 1985'te Portola Vadisi'ne dönmeye genişlerken burada kalp krizi geçirek aniden öldü.





### KİŞİSEL ANILAR (WALTER H. STOCKMAYER)

Flory ile ilk karşılaşmam 1942'de, o Esso Laboratories'deyken, ben de Columbia Üniversitesi'ndeyken gerçekleşti. Bazen yüksek lisans öğrencisi olan Tom Fox'un Flory'nin çok işlevli sistemlerinin jelleşmesine ilişkin son teorilerini anlatmasını duyduktan sonra, kendi ilgimi polimer problemlerine çevirmeye başladım ve Flory'nin yaklaşımına alternatif hedef geliştirmeyi başardım. Flory'ye bu konuda yazarken, beni onu ziyaret etmeye davet etti ve işini ilerletmem ve bu doğrultuda devam etmemesi için beni cesaretlendirdi. Hiç yakın çalışmamış olmamıza rağmen, o ve ben hayatlarımızda geri kalan mektuplar veya telefonlarla oldukça yakın temaslardaydık. Özellikle ölümü birkaç yıl önce bir bütün teslim alma zamanları. Portola Vadisi'nden Big Sur'daki bir tepenin üzerindeki tatil evine gitmek için yaptığı

uzun yolculukta beni Jeep'yle götürmek için yoğun hayatından bir gün sonra. Arkadaşlığımızın en ciddi yanlarından biri, birkaç kez bilimsel konularda fikir ayrılığına düştüğümüzde gösterdiği görece sevecen tepkiydi. Bunlardan ilki, kritik jel noktası geçtikten sonra üç boyutlu polimerlerin tanımıyla ilgiliydi: Onun tedavisi, bu tür ağlarda döngüsel yapılara izin verirken, benimki, bunları reaksiyonun tüm aşamalarında kesinlikle yasakladı. Şimdi onun sonucunun fiziksel olarak çok daha üstün olduğunu biliyorum, ancak benim belki daha titiz ama fiziksel olarak daha az makul matematiğimde eksik olan biraz keyfi bir adımı içeriyordu. İkinci bir anlaşmazlık, yıllar sonra, Kurata ve ben, belirli polimer zincirlerindeki bitişik iç rotasyonlar arasındaki sözde "pentan etkisi"nin yapısal sonuçlarını ihmal ettiğimizde ortaya çıktı. Burada tamamen yanılıyorduk ve Flory elbette haklıydı. Bu iki durumda da Flory beni hiçbir zaman yazılı olarak eleştirmede. Daha önce de söylendiği gibi, başkalarıyla bu tür anlaşmazlıkları sert bir dille belirtmekten sık sık çekinmedi. Ancak benim durumumda bunu yapmadı; onları görmezden geldi ve yazılarında onlardan hiç bahsetmedi. Son olarak, Flory'nin formel matematiğe giderek artan hakimiyetinden her zaman etkilenmişim. Ohio State'te, Manchester College'daki nispeten yetersiz geçmişini telafi etmek için telafi edici matematik dersleri almak ve kendi başına çalışmak zorunda kaldığını hatırlayın. Yine de, bir kuramcının kariyerinde nispeten geç olmasına rağmen, ihtiyaç duyulanı geliştirmeye devam etti.



### KİŞİSEL ANILAR (HENRY TAUBE TARAFINDAN)

Flory'yi ilk kez, muhtemelen 1944 civarında, Cornell'de kimya bölümünde seminer konuşmacısı olduğu sırada dinleyiciler arasındayken gördüm. Duyduğum en iyi ve en öğretici bilimsel derslerden biri olduğunu düşünüyorum. Esas olarak "Yüksek Polimer Çözeltilerinin Termodinamiği" adlı makalesine dayanıyordu ve sunumu sırasında, bir bilim adamı olarak üstünlüğünü kısmen açıklayan zekâsının gücü ve keskinliği, nitelikler tezahür ettirildi. Bilimsel bir sorunun kalbine nüfuz etme ve karmaşık sistemlerin temel özelliklerini bile izole ederek onları titiz matematiksel analizlere uygun hale getirme konusunda olağanüstü bir yeteneğe sahipti. Seminerin sonunda kendi kendime, "Flory tutkaldan bile bilimsel anlamlar çıkarabiliyor." diye düşündüğümde duyduğum coşkuyu hâlâ hatırlıyorum. Bu seminer vesilesiyle Flory ile tanışmadım ama onu, bu kurumla olan ilişkimizin işe alım aşamasında üst üste gelen ziyaretlerle başlayan Stanford'da birlikte geçirdiğimiz süre boyunca oldukça iyi tanıdım. Stanford'da geçirdiği zamanın çoğunda bir kimya binasının bir katındaki alanı paylaştık ve ofislerimiz yalnızca sekreterlerimizin paylaştığı alanla ayrıldı. Bu nedenle, ikimizden biri şehir dışında olmadığı zamanlar dışında, onu neredeyse her gün görüyordum. Sahip olduğum güçlü bir izlenim, çok çalıştığı

ve asla boş durmadığı. Zamanının çoğunu teori geliştirdiği, makaleler yazdığı ve yazışmalarla uğraştığı ofisinde geçirdi; bunun dışında genellikle laboratuvarında araştırma ortaklarıyla konuşurken bulunurdu. Fiziksel yakınlığımıza ve karşılıklı bir saygı olduğuna inandığım şeye ve arkadaşılığından hoşlanmama rağmen, ilişkimiz rahat ve samimi bir düzeye ulaşmadı. Bununla birlikte, tesadüfi ve gelişigüzel temaslar yoluyla bile onun hakkında çok şey öğrendim ve onun hakkındaki izlenimlerim, daha önceki anılarda yer alan övgü dolu ifadeleri doğruluyor. Paul'ün çok iyi bir mizah anlayışı vardı ve çoğu zaman sohbetimizin konusu, büyük bir zevkle anlatacağı bir anekdot olurdu. Mizahtan aldığı zevk, zaten yakışıklı olan yüzünü aydınlatan sıcak, hazır bir gülümsemeyle ve çoğu zaman içten bir kıkırdamayla ifade ediliyordu. Nazik ve şefkatli bir adamdı ve başkalarının iyiliğiyle ilgili kaygısı eyleme dönüştürüldü. Nobel Ödülü'nü aldıktan sonra temposu insan hakları davasındaki faaliyetler arttı ve eklenen prestiji, vicdani nedenlerle yetkililerle ters düşen Sovyet bilim adamlarının durumunu iyileştirmeye çalışmak için kullandı. Kariyeri boyunca bilimine getirdiği aynı tutku ve özveriyle bu davaya dâhil oldu. Güçlü bir karaktere, yüksek dürüstlüğe sahipti ve önemli konulardaki inançları derindi ve sarsılmazdı. Duygularının derinliği nedeniyle, kendisiyle aynı fikirde

olmayan başkalarını, hatta bence iyi niyetli kişilerin makul olarak karşıt görüşlere sahip olabileceği konularda bile ciddi şekilde eleştirebiliyordu. İnançları daha az önemli konularda bile derin olabilir ve sık sık bunları ve başkalarıyla olan anlaşmazlığını yazılı olarak ifade etmeye başvurdu. Tutku ve yetenekle yazdı ve ortaya çıkan düzyazı, Emily'nin orijinaleri düzenleme fırsatı bulduktan sonra halka açıklanan versiyonlarda bile güçlüydü. Kısa bir süre için, Flory aktif görevdeyken, ben bölümün başkanıydım ve bu görevleri yerine getirirken, o, kişiliğinin rastgele temaslarımızda muhtemelen gün ışığına çıkmayacak bir yönünü ortaya çıkardı. Meslektaşları tarafından kendisine gösterilen yüksek saygıyı hiç takdir etmediğini öğrenince şaşırdım. Hatta bir keresinde, meslektaşlarının kendisini özellikle desteklemediğini hissettiğini belirtti. Bu tür bir yanlış anlamamanın devam edebilmesi, durumun olduğuna inandığım şeye, yani onun yakın arkadaş çevresinin departmandaki pek çok meslektaşını içermemesine bağlanabilir. Bunun kaynağı, seçkin başarı siciline ve tüm eylemlerinin güç ve kuvvet ifade etmesine rağmen, yapısında bir güvensizlik kalıntısı olması olabilir. Başkanlığım sırasında yaptığımız resmi temaslarda bana açıklanan bir başka içgörü de bununla ilgili. Duyduğum ilk seminerine dair canlı bir hatırayı hâlâ aklımda bulundurduğum için, Paul'ün sınıf ortamında öğretmekten özellikle

hoşlanmadığını öğrenmek biraz şaşırtıcı geldi. Raporlara göre, resmi derslerde dersleri kuru olma eğilimindeydi. Derslerini eğlenceli hale getirmeye çalışmakla ilgilendiğinden şüpheliyim ve konunun kendisinin alıcıya hitap ettiği görüşünü çoğumuzla paylaşarak buna gerek görmediğine inanıyorum. Her halükarda, öğrencilerin derslerine verdiği tepkiden sık sık rahatsız olduğunu biliyorum. Bu, kimyadaki çekirdek müfredatı polimerik malzemeler biliminin daha fazlasını getirmenin güçlü ve sesli bir savunucusu olan Paul'ün, bunun bölümümüzde en iyi nasıl yapılabileceğine dair somut öneriler sunma davetlerine neden yanıt vermediğini açıklamaya yardımcı olur. Kabul edilen herhangi bir öneriyi uygulama sorumluluğu muhtemelen ona geçecek ve kendisini daha rahat hissettiği faaliyetlere müdahale edecekti. Hayatı boyunca işinden zevk aldı ve ailesiyle büyük zevk aldı ve gurur duydu. Doğanın tadını çıkardı. Fiziksel dayanıklılığı vardı ve fiziksel efordan çekinmedi. Dolu dolu iyi bir hayat sürdü ve hiç sıkılmadığından eminim. Adı, bilim yıllıklarına cesurca yazılmıştır ve sonraki nesiller tarafından hatırlanacaktır. Onu bizzat tanıyan bizler, onu farklı bir şekilde hatırlıyoruz. Bu olağanüstü adam, kişiliğinin gücüyle öyle bir izlenim bıraktı ki, onun hala aramızda olduğunu hissediyoruz.



